

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



**PROYECTO MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA
CARRETERA COCACHACRA-MATUCANA
DEL Km. 63+000 AL Km. 66+000**

**INFLUENCIA DE LA ADECUADA SELECCIÓN DE ESTACIONES
METEOROLÓGICAS EN LA DETERMINACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Guiver Basilio Santisteban Ibañez

Lima- Perú

2,006

AGRADECIMIENTOS

A mis padres la **Sra. Teresa Ibáñez de Santisteban** y el **Sr. Basilio Santisteban Pineda** les agradezco por su confianza y su total apoyo. Les agradezco el haber estado en este tan importante proceso de mi vida. Mil gracias por haberme dado la oportunidad y los medios para poder lograr este sueño. Soy afortunado en haber contado siempre con su amor y su total comprensión. Este Informe es de ustedes, muchas gracias. Los quiero mucho.

A mis hermanos **Atenia, Katty** y **Scott** les doy las gracias por su compañía y todas las formas de demostrarme su cariño. De ustedes he aprendido muchísimo y cada día me convengo más de lo bueno que es tener a tres hermanos como ustedes. Los quiero mucho.

A mi abuela **Teodora**, a mi tía **Flor** y a ti **Jorge**, gracias por creer siempre en mí.

A mi esposa **Melina** y a mi hijo **Jhon**, gracias por su apoyo incondicional y por todos estos momentos que hemos pasado juntos. Mil gracias por estar conmigo, los quiero mucho.

A mi asesor especialista y amigo el **Ing. Roger Hidalgo García** por su total confianza y su total apoyo para la realización de este Informe de Suficiencia. Roger gracias por tu excelente guía.

A todos los profesores de la **Facultad de Ingeniería Civil** les agradezco el haber compartido sus conocimientos y les doy las gracias por la formación que me dieron, muchas gracias.

A todos los demás compañeros de generación en la carrera de Ingeniería Civil, muchas gracias por todo.

INDICE

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	5
CAPITULO I: ANTECEDENTES	7
CAPITULO II: ASPECTOS GENERALES	40
2.1.- Objetivos del Proyecto	41
2.2.- Descripción General de la Zona del Proyecto	41
2.2.1.- Ubicación Geográfica de la Cuenca	42
2.2.1.1.- Cuenca del Río Rimac	42
2.2.1.2.- Tramo de Estudio (Km 63+000 – Km 66+000)	43
2.2.2.- Accesos a la Zona del Proyecto – Cuenca del Río Rimac	43
2.2.3.- Ambiente Físico Natural	44
2.2.3.1.- Clima de la Zona de Estudio	44
2.2.3.2.- Temperatura, Evaporación y Humedad	45
2.2.3.3.- Fisiografía	48
2.2.3.4.- Geología	48
2.2.3.5.- Suelos	51
CAPITULO III: ANALISIS HIDROLOGICO	52
3.1.- Información Cartográfica	53
3.2.- Recurso Hídricos	53
3.3.- Información Pluviométrica	54
3.4.- Selección de Estaciones Pluviométricas	56
3.5.- Análisis de la Información Pluviométrica	58
3.5.1.- Estimación de Datos Faltantes	58
3.5.2.- Análisis de Consistencia	61
3.5.3.- Análisis de Frecuencia	64
3.5.4.- Análisis de Bondad de Ajuste	67
3.5.5.- Precipitación Máxima en 24 Horas	69
3.5.6.- Trazado de Curvas Isoyetas	88

CAPITULO IV: ANALISIS DE SUBCUENCAS	90
4.1.- Características Fisiográficas	91
4.2.- Parámetros Físicos y Geomorfológicos	92
4.3.- Parámetros Hidrológicos	93
4.3.1.- Tiempo de Concentración	93
4.3.2.- Precipitación Máxima	94
4.3.3.- Intensidad	95
4.4.- Estimación de Caudales Máximos	95
4.5.- Comparación de Resultados Obtenidos	97
CAPITULO V: DISEÑO DE OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	99
5.1.- Aspectos Generales	100
5.2.- Alcantarillas	101
5.3.- Cunetas	107
CONCLUSIONES	117
RECOMENDACIONES	119
BIBLIOGRAFIA	120
ANEXOS	121
A.- CUADROS Y TABLAS	A1
B.- FIGURAS	A43
C.- PANEL FOTOGRAFICO	A72
D.- PLANOS	A92

RESUMEN

El presente documento "Informe de Suficiencia" es el resultado del Curso de Titulación Profesional 2005 por la Modalidad de Actualización de Conocimientos, el cual se ha realizado dentro del Curso Integrador: "Formulación de Proyectos de Vialidad Interurbana", habiendo tenido como tramo de evaluación un segmento de la Carretera Héroes de la Breña (Carretera Central), ubicado entre el tramo del Km 63+000 al Km 66+000, entre las localidades de Cocachacra y Matucana.

Para llevar a cabo el estudio de rehabilitación de dicha vía, se ha dividido el tramo de la carretera Cocachacra – Matucana en 10 sub-tramos, que involucran cada uno una longitud de 3.00 Km, distribuidos a los grupos de trabajo del curso de Titulación Profesional, siendo materia de este informe el sector ubicado entre las progresivas del Km. 63+000 al Km. 66+000, que parte del poblado de Soncos y tiene como punto de llegada el ingreso a la localidad de San Jerónimo de Surco (Puente Surco).

El presente Informe se refiere al 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.

Es por esta razón que surge la necesidad de realizar un adecuado análisis hidrológico, en donde se vean involucrados los diversos factores climáticos y que constan en registros de precipitaciones que son proporcionados por las diversas estaciones meteorológicas, ubicadas en diversas partes de las cuencas adyacentes al tramo en estudio.

El presente informe de suficiencia se encarga de analizar y demostrar como es la influencia y la variación del cálculo de caudales, al asumir de forma aleatoria una determinada cantidad de estaciones meteorológicas, enmarcando aquellas que se encuentran dentro o próximas a la cuenca y tramo en análisis y de interés.

El informe detalla de forma general como es el procedimiento seguido para realizar una adecuada evaluación y cálculos hidráulicos, realizando ajustes, correcciones y determinación de precipitaciones medias dentro del área estudiada, para así determinar el diseño de las obras de arte y drenaje que sean necesarias diseñar para aliviar y solucionar el problema del drenaje de la carretera, para así asegurar el adecuado servicio que brinda la carretera.

INTRODUCCION

El presente Informe de Suficiencia se encarga de relacionar y comparar los diferentes resultados obtenidos de acuerdo a una evaluación hidrológica, en la que se hace referencia como es la influencia de realizar una adecuada selección de estaciones dentro de una determinada cuenca de análisis, para este caso es la cuenca del Río Rimac, específicamente en el tramo del kilómetro 63+000 al 66+000 de la carretera Héroes de la Breña (Carretera Central), entre las localidades de Cocachacra y Matucana.

El objetivo fundamental es realizar el cálculo hidrológico para la determinación de caudales máximos de diseño y comparar los resultados obtenidos de las diferentes selecciones de estaciones involucradas, teniendo en cuenta: la Influencia en la determinación de la precipitación media de las subcuencas y la Influencia en el diseño de estructuras de drenaje longitudinal y transversal

El desarrollo de este informe, repercutirá directamente sobre todo profesional que tenga la necesidad de realizar la evaluación y determinación de caudales máximos dentro de su proceso preliminar de análisis hidrológico, en donde se vean involucrados gran cantidad de estaciones meteorológicas, las cuales se encuentren en cuencas diferentes y fuera de la cuenca de análisis.

Es por ello que el presente Informe de Suficiencia, abarca áreas no solo de ingeniería, sino también social, económica y finalmente ambiental con políticas claras que inciden en la concepción ingenieril de la obra en su mercado de contratación, supervisión, mano de obra y personal profesional.

El Informe de Suficiencia consta de cinco capítulos y ha sido diagramado para que la Dirección de Escuela Profesional evalúe la calidad y cantidad del trabajo desarrollado.

El Informe de Suficiencia se encuentra dividido en dos partes, la primera que presenta en su contenido el resumen general del proyecto de ingeniería que ha

sido realizado (Proyecto de Vialidad Interurbana), en donde se indican los datos de origen, procedimiento seguido y resultados obtenidos de todas las ramas de la ingeniería involucradas, presentándose esta en el Capítulo I.

La segunda parte del Informe de Suficiencia, presenta en su contenido los objetivos del proyecto, la descripción general de la cuenca de estudio y toda la información hidrológica y pluviométrica de las estaciones meteorológicas presentes en la cuenca en evaluación, esta segunda parte contiene además los resultados del Estudio de Ingeniería propiamente dicho en lo que se refiere a la determinación de caudales máximos presentes en la zona en estudio y la comparación de los resultados obtenidos del proceso de cálculo.

CAPITULO II:

ANTECEDENTES

1.0 ANTECEDENTES

1.1 Generalidades

1.1.1 Introducción

Las características actuales de diseño geométrico responden a la velocidad directriz y la configuración de la topografía, que muchas veces condiciona o hace que no se cumplan las normas de diseño de carreteras para una determinada velocidad de diseño, afectándola en ciertos tramos de la vía. El incremento del volumen de tráfico y por la importancia de la vía en el sistema nacional, requiere que se mejore las características geométricas y de estructura del pavimento para incrementar la velocidad de tránsito, resistir el nuevo volumen de vehículos y reducir los tiempos de transporte y costos de operación vehicular.

Para efectos del cálculo de presupuesto del proyecto se consideró la instalación de una planta de asfalto y de agregados en cantera, no siendo necesaria para la longitud de este tramo (3 Km.), pero considerando que una rehabilitación o mejoramiento de la vía se realizaría por tramos de longitud mayor.

1.1.2 Objetivos

El proyecto para la rehabilitación y mejoramiento del Tramo: Cocachacra – Matucana (Km. 63+000 – Km. 66+000), tiene por objetivo elevar las condiciones de servicio de la carretera a través del mejoramiento de la geometría, de la estructura del pavimento, de la rehabilitación y diseño de estructuras de drenaje y de los dispositivos de señalización y seguridad vial.

Para este efecto, adecuando en lo posible a las normas de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2001-MTC para la nueva velocidad de diseño las características geométricas de la vía, el proyecto deberá comprender los siguientes trabajos:

- ◆ Diseño geométrico de la vía adecuados a la nueva velocidad directriz para el nuevo trazo vial. Diseñar un pavimento de acuerdo a las

exigencias de las cargas del tráfico circulante y proyectado, para una nueva vida de servicio.

- ◆ Reparación y mejoramiento del sistema de drenaje y obras de arte.
- ◆ Mejoramiento de los dispositivos de señalización y seguridad vial.

1.1.3 Efectos

Como consecuencia de la rehabilitación de la carretera se espera obtener los efectos directos e indirectos siguientes:

Efectos 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.

Efectos indirectos:

- ◆ Mejorar la competitividad de productos de las zonas que hoy no pueden acceder a determinados mercados, debido a los elevados costos de transporte.
- ◆ Favorecer la productividad del área de influencia de la vía.

1.1.4 Ubicación del Proyecto

La Provincia de Huarochirí, que comprende nuestro proyecto, se encuentra ubicada en la parte central y oriental del Departamento de Lima, entre las coordenadas geográficas 11° 30' 00" y 12° 08' 00" de latitud Sur y 76° 12' 00" y 76° 15' 00" de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich. (Ver **PLANO PU-01**, del Anexo "D" – Planos)

Limita por el Norte con la Provincia de Canta, por el Sur con la Provincias de Yauyos y Cañete, por el Este con el Departamento de Junín y por el Oeste con Lima.

El territorio es de 5657.93 km², formada por 32 distritos, los cuales asientan en gran medida en terrenos abruptos, montañoso y con profundas quebradas.

La zona se halla localizada en la parte Occidental de la Cordillera de los Andes, abarcando la cuenca hidrográfica del río Rímac.

TRAMO:

COCACHACRA - MATUCANA
Km. 63 + 000 - Km. 66 + 000 (Longitud 3.0 KM.)

UBICACIÓN POLITICA:

Distrito	:	Cocachacra, Matucana
Provincia	:	Huarocharí
Departamento:		Lima

1.2 Trazo y Diseño Vial

- ◆ Las características geométricas del tramo Cocachacra – Matucana (Km. 63+000 – Km. 66+000) responden a una Velocidad Directriz de 55 Km/h, con restricciones en zona de desarrollo. Se ha registrado 6 curvas con radios menores de 87.5m (Radio mínimo) de los cuales 5 son de volteo. En estos desarrollos las curvas de volteo tienen radios menores que restringen la velocidad debido a la combinación de pendiente y curva.
- ◆ Aun cuando hay un sector con desarrollo y curvas de volteo, curvas reversas con tangente intermedia corta, el trazo existente es aceptable y cumple con los requerimientos del tránsito pesado actual, en virtud que ya hubo rectificaciones y mejoramientos de eje en estudios anteriores.
- ◆ En síntesis, se mantiene la planimetría del trazo existente por las consideraciones expuestas. Se incorporan espirales de transición y por lo tanto se modifica el trazo. (Ver **PLANO DG-01** del Anexo “D” – Planos).

CUADRO I.1

CARACTERISTICAS TECNICAS TRAMO COCACHACRA - MATUCANA (Km 63+000 al Km 66+000)	
- Inicio	Km. 63+000
- Final	Km. 66+000
- Longitud	3.0 Km.
- Velocidad Directriz	55 Km/hr con restricción en curvas de volteo Km. 64+900 – Km. 65+300.
- Ancho Rodamiento	7.20m.
- Bermas	En general sin bermas, salvo en zonas con viviendas y lavaderos de autos.
- Radio	87.5m (Mínimo) 25m. Excepcional, en curva de volteo
- N° de curvas horizontales	17 (5.7 curvas/Km.)
- Pendiente máxima	7.03 % en 406 m (aceptable a 1,900 m de altitud) La pendiente máxima permisible para altitudes menores que 3,000 m es P = 7 %
- Cuneta triangular revestida	1.00m x 0.40m.

1.3 Ingeniería de Tránsito

El estudio de tráfico vehicular tiene por objeto, cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se movilizan por la carretera Cocachacra – Matucana (Km. 63+000 – Km. 66+000); así como conocer el origen - destino de los vehículos, efectuar el control de la velocidad de recorrido de los vehículos y el pesaje por eje de los vehículos pesados; elementos indispensables para la determinación de las características de diseño del pavimento en la carretera en estudio, así como para la evaluación económica de la carretera.

La información básica para la elaboración del estudio procede de dos fuentes diferentes: referenciales y directas

Las fuentes referenciales existentes a nivel oficial, son las referidas respecto a la información del Índice Medio Diario (IMD) y Factores de Corrección, existentes en los documentos oficiales del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, Otra fuente de apoyo es el Informe Final del Estudio de Tráfico realizado por PCI-CESEL en el año 2000.

Las fuentes directas, consistió en contar con información primaria y además actualizar, verificar y complementar la información secundaria disponible, para lo cual el Grupo de Trabajo ha realizado los Conteos de Tráfico y Control de Velocidad, directamente en la zona del proyecto.

1.3.1 Índice Medio Diario Anual (IMDA):

Como se puede observar en el CUADRO I.2, el Índice Medio Diario Anual (IMDA), correspondiente al año 2000 tomado como año base, por ser el origen de la fuente de los datos trabajados, recopilados del Informe Final del Estudio de Tráfico realizado por PCI-CESEL en el año 2000, para la Carretera Héroes de la Breña - “Puente Ricardo Palma – La Oroya”, ha sido calculado sobre la base de los datos de peaje, arrojando como valor total la cantidad de 3585 vehículos, compuesto por 34% de vehículos ligeros, 12% de ómnibus y 54% de vehículos de transporte de carga.

1.3.2 Proyección del Tráfico

En la proyección del Tráfico intervienen varios factores; una de ellos es la Población en el área de Influencia de la Carretera, otro factor es el Producto Bruto Interno (PBI) departamental y del Producto Bruto Interno (PBI) per cápita.

El tráfico futuro generalmente está compuesto por el tráfico normal existente y con un crecimiento vegetativo, el tráfico derivado o desviado que puede ser atraído hacia o desde otra carretera y el tráfico inducido o generado.

En el caso del tramo de la carretera en estudio, solo se presenta el tráfico normal. Valor con el cual se realizó la proyección del tráfico futuro para un periodo de análisis de 20 años, tal como se muestra en el **CUADRO I.2** siguiente:

CUADRO I.2
TRÁFICO PROYECTADO

TRAMO COCACHACRA MATUCANA								
TASAS DE CRECIMIENTO	PERIODO	Veh. Lig	Omnibus	Camiones				
	2006-27	2.88%	2.64%	3.17%				
$F = P * (1 + r)^n$								
	2000	2006	2007	2008	2009	2017	2018	2027
	AÑO BASE	ESTUDIO	CONSTRUCCIÓN	AÑO 1 DE OPERACIÓN	AÑO 2	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 20
TRAFICO NORMAL								
AUTOS	635	753	775	797	820	1,029	1,059	1,367
PICK UP	312	370	380	391	402	505	520	671
C.R.	131	155	159	164	169	212	218	281
MICROS	130	155	159	164	168	211	218	281
BUS 2 EJES	298	348	357	367	376	464	476	602
BUS 3 EJES	133	155	159	164	168	207	212	268
CAMION 2 EJES	959	1,156	1,193	1,231	1,270	1,629	1,681	2,226
CAMION 3 EJES	370	446	460	474	489	628	648	858
CAMION 4 EJES	31	37	38	39	41	52	54	71
ARTICULADOS	587	708	731	754	778	998	1,029	1,363
TOTAL	3,585	4,282	4,411	4,544	4,681	5,935	6,114	7,988

- Fuente: Proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cocachacra- Matucana (Km 63+000 al Km 66+000), elaboración Grupo N° 06 – Curso por Actualización de conocimientos 2005.

1.3.3 Factores destructivos

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 del pavimento de 2.5.

1.3.4 Ejes Equivalentes a 8.2 Toneladas Acumulados (EAL)

Con los factores destructivos del pavimento corregidos por presión de inflado de llantas, el Índice medio Diario Anual (IMDA) y las tasas de crecimiento del tráfico se ha calculado la cantidad acumulada de ejes equivalentes a 8.2 toneladas.

CUADRO I.3
EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS
(Tramo Cocachacra - Matucana)

	TASAS DE CRECIMIENTO			
	BUS	CAMIONES		
2006-27	2.64%	3.17%	Pt = 2.5 NS = 4	
DIRECCIÓN A COCACHACRA				
VEHICULOS	IMDA-2000	FECV	r (%)	EAL-2027
BUS 2 EJES	298	2.56	2.64%	5378858
BUS 3 EJES	133	1.22	2.64%	1143170
TOTAL BUS	431			6522028
CAMION 2 EJES	959	0.46	3.17%	3357111
CAMION 3 EJES	370	1.33	3.17%	3741975
CAMION 4 EJES	31	1.97	3.17%	460725
ARTICULADOS	587	1.55	3.17%	6927334
TOTAL CAMION	1,947			14487145
DIRECCIÓN A MATUCANA				
VEHICULOS	IMDA-2000	FECV	r (%)	EAL-2027
BUS 2 EJES	298	2.63	2.64%	5525936
BUS 3 EJES	133	1.31	2.64%	1227503
TOTAL BUS	431			6753438
CAMION 2 EJES	959	1.04	3.17%	7589991
CAMION 3 EJES	370	2.11	3.17%	5936517
CAMION 4 EJES	31	2.05	3.17%	479434
ARTICULADOS	587	3.83	3.17%	17117218
TOTAL CAMION	1,947			31123160

PERIODO	EAL
2006-2027	21009173
	21.0 x 10 ⁶

PERIODO	EAL
2006-2027	37876599
	37.9 x 10 ⁶

- Fuente: Proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cocachacra- Matucana (Km 63+000 al Km 66+000), elaboración Grupo N° 06 – Curso por Actualización de conocimientos 2005.

1.4 Geología

Objetivos:

- ◆ Evaluar los problemas geodinámicos y recomendar las medidas correctivas.
- ◆ Identificar los problemas de estabilidad de taludes y fenómenos de geodinámica externa.

Metodología:

- ◆ Revisión de información existente en los cuadrángulos geológicos a escala 1:100000 editados por el Instituto Geológico, minero y Metalúrgico; carta nacional a escala 1:100 000 del Instituto Geográfico Nacional.
- ◆ Trabajos de campo durante los cuales se realizaron análisis y observaciones relativas a los aspectos geológicos, geomorfológicos, estratigráficos y de geodinámica externa.
- ◆ Recomendaciones para tener en cuenta para los estudios de Ingeniería.

1.4.1 Descripción del tramo

La vía se desarrolla a media ladera, en la margen izquierda del río Rímac, observándose que entre el Km. 63+000 y Km. 64+400 se encuentra un talud de rocas granodioríticas, de aprox. 30 m. de altura y 50° de pendiente. La litología está fuertemente meteorizada presentándose una matriz arenosa y bloques, el talud es estable.

Entre Km. 64+400 y Km. 66+000 por una talud bajo menor de 3.00 m del depósito coluvial. (Ver **PLANO GG-01** del Anexo "D" – Planos)

1.4.2 Marco Geológico

Las unidades litológicas que afloran en nuestro tramo son: Km63+000 al Km. 63+400 la formación Grupo Rímac (Ti-ri) con rocas del tipo brechas y tobas andesíticas, y entre Km. 63+400 al Km. 66+000 la formación Santa Rosa (T-togr)

con rocas del tipo tonalita y granodiorita. (Ver **PLANO GG-01** del Anexo “D” – Planos)

1.4.3 Geomorfología

Este tramo se caracteriza por estar ubicado en un valle intermedio, conformada por terrazas fluvio-aluvionales y pendientes abruptas de rocas intrusitas. El río en este sector presenta sectores sinuosos y los taludes disectados por quebradas que han sido identificadas en el estudio hidrológico.

1.4.4 Estabilidad de taludes

Se ha previsto considerar trabajos de desquinche de los bloques inestables y limpieza los materiales desmoronados en la etapa de mantenimiento rutinario, ya que estos fenómenos que los generan son de baja intensidad en los lugares identificados dentro de nuestro tramo en estudio.

1.5 Geotecnia

El objeto del estudio de suelos es conocer las características y condiciones del suelo que forman el pavimento. Para tal fin se llevó a cabo un trabajo previo de recopilación de información de estudios de rehabilitación, así como también un trabajo de exploración de campo, ensayos de laboratorio y trabajos de gabinete.

1.5.1 Ensayos y muestreo

Los ensayos fueron realizados en el Laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil de acuerdo:

Características Físicas:

Análisis Granulométrico	AASHTO T 88	ASTM D 422	MTC E 204
Límites de Consistencia	AASHTO T 89	ASTM D 4318	MTC E110/111
Contenido de Humedad		ASTM D 2216	MTC E 108

Características Mecánicas:

Compactación Próctor Modificado	AASHTO T 180	ASTM D 1557	MTC E 115
Relación Soporte California (C.B.R.)	AASHTO T 193	ASTM D 1883	MTC E 132

1.5.2 Canteras, Fuentes de Agua y Botaderos

CANTERA SAN JUAN

Ubicación:

Se ubica al lado derecho de la progresiva 69+860 de la Carretera Central, según se muestra en el esquema de localización **FIGURA I.1**.

Accesibilidad:

El acceso se realiza a través de una trocha carrozable de 700 m. de longitud.

Evaluación:

Diámetro máximo 20" : 508 mm.
 Material para chancar de 1" a 10" : 47.4 %
 Agregado grueso de 1" a 3/8" : 6.9 %

Agregado fino de 3/8" a N° 100 : 14.6 %

El material menor de 2" tiene la siguiente distribución:

Grava	:	60.6 %
Arena	:	36.8 %
Finos	:	2.5 %

El material se clasifica como:

Sistema SUCS	:	Grava mal graduada (GP)
Sistema AASHTO	:	A-1-a (0)

Uso: Para concretos asfálticos e hidráulicos, base granular, subbase y rellenos.

Disponibilidad:

Grava	:	2520 m ³
Arena	:	5400 m ³
Material para chancar de 1" a 10"	:	17064 m ³

Los ensayos realizados y los valores obtenidos de cada ensayo efectuados a muestras de la cantera San Juan, han sido tomados como referencia, del estudio definitivo de Geología y Geotecnia realizado por PCI – CESEL en el año 2000, para la Carretera Héroes de La Breña "Puente Ricardo Palma – La Oroya", Tramo 2: Cocachacra – Matucana, todos los resultados, cuadros curvas y figuras obtenidas, se presentan en el Anexo "A" – Cuadros y Tablas del presente informe.

Fuente de Agua Km 66+000

Se considero la fuente de agua ubicado en el Km. 66+000 (Pte Surco), ya que en general la vía se ubica al margen izquierdo del río Rimac, su ubicación se muestra en el esquema de localización **FIGURA I.1**.

Botadero San Juan

Botadero se ubica en el Km. 69+860 (ver esquema de localización **FIGURA I.1**), es decir en la Cantera San Juan. Se ha previsto aprovechar las zonas ya

explotadas, para el depósito y tratamiento de material excedente del producto de los trabajos de mejoramiento y rehabilitación.

1.5.3 Perfil estratigráfico

Los suelos que forman la base granular están formados principalmente por gravas bien y mal graduadas con pocos finos limosos y arcillosos, apoyados sobre una subrasante formada igualmente por material granular de características similares al de base pero de contenido de finos y plasticidad ligeramente mayor. El espesor de la capa de base es variable predominando los valores entre 0.20 y 0.30m. El CBR determinado y la densidad in situ es variable de 11% a 57%. Sin embargo estos valores se consideran representativos de una subrasante de buena calidad, proporcionando un soporte adecuado al Pavimento. (Ver plano de Perfil Estratigráfico del Anexo "D" – Planos).

1.5.4 Modulo Resilente de Diseño (Msr)

Se obtuvo para un grado de confianza del 95% el valor de Msr de diseño de 91.5 Mpa.

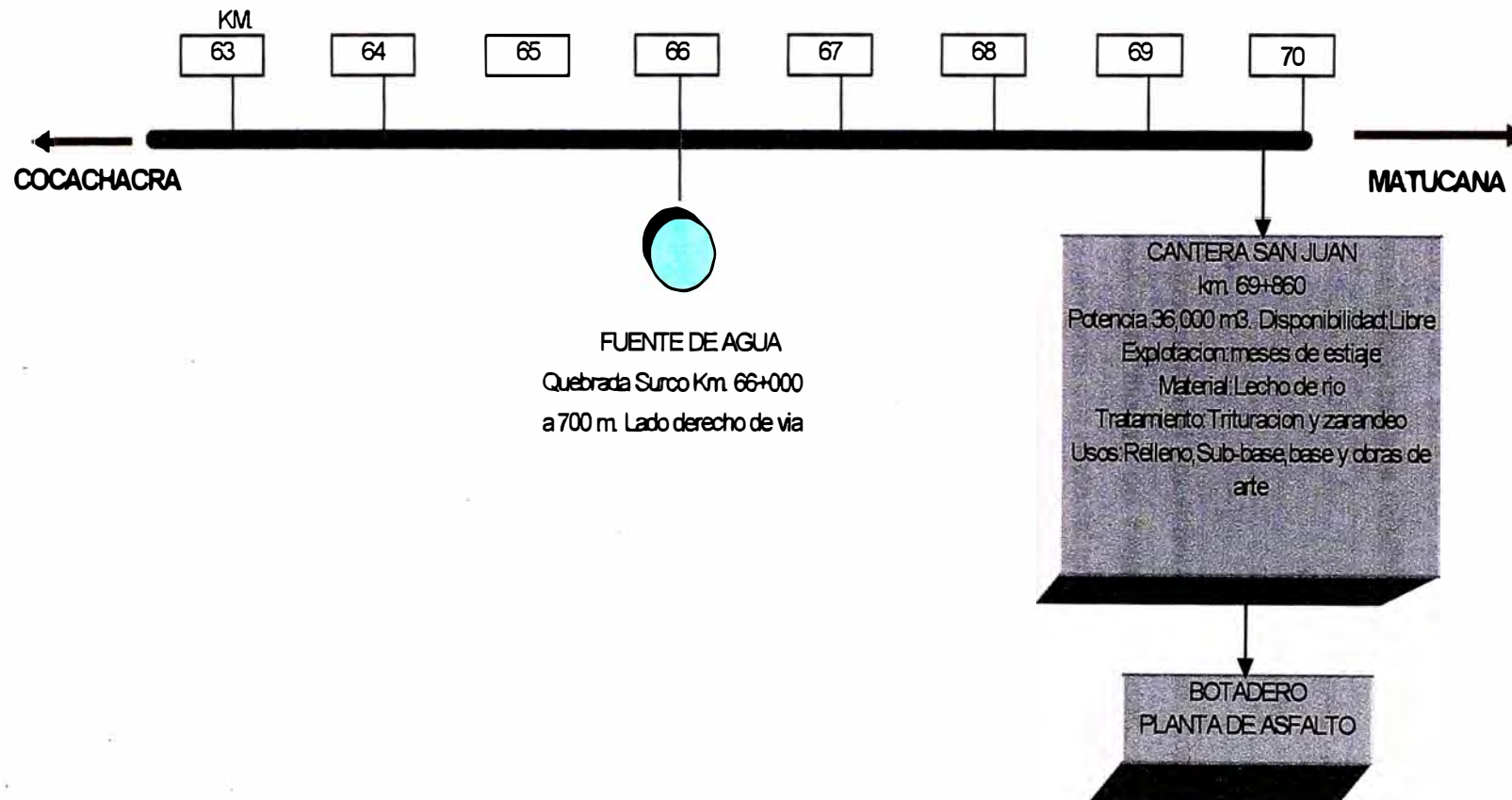
**CUADRO I.4
RESULTADOS DEL PERCENTIL**

Nº	CBR (Mpa)	Msr (psi)	Msr Ordenado	Msr (Mpa)	Valores >= que Msr-i	Porcentaje >= que
1	30	14,955	17,731	124	1	10.00%
2	22	13,613	16,709	117	2	20.00%
3	33	15,367	16,611	116	3	30.00%
4	22	13,613	16,199	113	4	40.00%
5	44	16,611	15,367	108	5	50.00%
6	45	16,709	14,955	105	6	60.00%
7	40	16,199	13,613	95	8	80.00%
8	19	12,979	13,201	92	9	90.00%
9	57	17,731	12,979	91	10	100.00%
10	20	13,201				

De donde : Msr = 91.50 Mpa, entonces CBR diseño = 21.70 % (Ver grafica de Percentil)

Nota : Se emplea $Msr = 4326 \cdot \ln(CBR) + 241$ (psi)
(1 psi = 0.007 Mpa)

FIGURA I.1
UBICACIÓN DE CANTERA Y PUNTOS DE AGUA



1.6 Diseño de Pavimentos

El proceso de la información de campo y de laboratorio, así como la inspección de zonas críticas en la carretera, han permitido establecer y adoptar la alternativa de solución más recomendable para la rehabilitación y mejoramiento del pavimento.

1.6.1 Evaluación del pavimento

Los suelos que forman la estructura del pavimento están compuestos principalmente por gravas limosas y arcillosas de baja plasticidad, apoyados sobre una subrasante formada igualmente por material granular, considerándose de buena calidad de acuerdo a las propiedades evaluadas,

Los ensayos realizados y los valores obtenidos de cada ensayo efectuados a muestras obtenidas mediante la elaboración de calicatas a lo largo del tramo en estudio, han sido tomados como referencia, del estudio definitivo de Geología y Geotecnia realizado por PCI – CESEL en el año 2000, para la Carretera Héroes de La Breña “Puente Ricardo Palma – La Oroya”, Tramo 2: Cocachacra – Matucana, los resultados se presentan en los cuadros de resumen del Anexo “A” – Cuadros y Tablas del presente informe.

La carpeta asfáltica presenta espesores considerables, entre 10 y 20 cm en la mayor parte del sector, debido a los trabajos de rehabilitación que principalmente han consistido en la colocación de recapeos de 5 a 8 cm de espesor. También se aprecia en campo que el pavimento no presenta fallas en la actualidad.

1.6.2 Diseño del pavimento (Método 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 tres casos a desarrollar: 10 años, 20 años y refuerzo a los 10 años para un período adicional de 10 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).

1.6.3 Alternativa de Diseño

Considerando una operación de fresado para la nivelación de la superficie asfáltica del pavimento y la colocación de una nueva carpeta asfáltica.

En la elaboración de esta alternativa (diseño de espesores) ha primado fundamentalmente la necesidad de nivelar la superficie existente y el criterio de colocar un espesor de capas asfálticas, por encima de la superficie existente, a fin de disminuir la probabilidad de aparición de las fisuras por reflejo en la nueva capa proyectada. La necesidad de refuerzo por cuestiones estructurales ha pasado a un segundo plano es por ello que al cabo de 10 años solamente se requerirá refuerzo de 5 cm según los cálculos efectuados.

Diseño Con Fresado (Fresado + capa nivelante + carpeta de rodadura)

- ◆ Fresado mecanizado de la superficie asfáltica para nivelación, con un espesor mínimo de 5 cm y una tolerancia de 0.5 cm. El espesor máximo a fresar no será mayor a 6 cm.
- ◆ Riego de liga sobre la superficie del pavimento completamente limpia.
- ◆ Colocación de una capa nivelante de espesor similar al asfalto eliminado por el fresado y una carpeta de rodadura.
- ◆ Colocación de la segunda capa asfáltica de 7.5 cm, con lo que se obtiene un espesor total de capa asfáltica mínimo igual a 12.5 cm (5 pulgadas), para mitigar la posibilidad de fisuras reflejas.

1.7 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.

Esta Especialidad en el presente proyecto está dirigida al estudio hidrológico de la cuenca del Río Rímac que rige el comportamiento hidrológico del área de influencia del tramo en estudio.

El procedimiento seguido en el estudio fue el siguiente:

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

1.7.1 Subcuencas

En el tramo en estudio el trazo de la vía se desarrolla por una topografía que se va tornando en accidentada. El cauce del río Rímac se va encañonando y se mantiene en la margen izquierda de la carretera, captando en su recorrido el aporte hídrico de la quebrada Huacre y de tributarios menores.

La quebrada Huacre cruza la vía en el km. 64+670 a través de un alcantarilla del tipo marco de 2.00x2.00 m (Ver FOTO H.1 del Anexo "C" – Panel Fotográfico).

Cabe señalar, asimismo, la ocurrencia de erosión en la margen izquierda del río que requiere protección, fenómeno que se presenta entre km 64+640 al Km 64+700, para lo cual se ha propuesto la protección con Muro Enrocado para Defensa de Ribera.

1.8 Drenaje

Como metodología del estudio se procedió con los trabajos siguientes:

- ◆ Identificación en el terreno, de quebradas y cauces importantes registrados en la cartografía 1: 25,000 y observación del cruce con la vías y sus características.
- ◆ Evaluación del estado de las obras de arte, pontones, alcantarillas, cunetas, obras complementarias.
- ◆ Inventario de alcantarillas y cunetas

1.8.1 Alcantarillas

En el tramo en estudio, se ha previsto el cambio de dos alcantarillas del tipo TMC \varnothing 24" y una del tipo arco por otras alcantarillas del tipo TMC \varnothing 36", mencionadas alcantarillas sirven para evacuar descargas de cuneta, el cambio involucra la colocación de cabezales de ingreso y salida, construcción de estructuras de ingreso a la salida con emboquillado de piedra.

Se proyecta también el acondicionamiento de entrega de cunetas a las alcantarillas existentes en los tramos que presentan mayores longitudes que las exigidas en el reglamento.

Reparaciones menores y limpieza de estructura, cuya cuantificación figura en el cuadro resumen de cantidades de obra en alcantarillas. El resumen es como sigue:

- ◆ Alcantarilla nueva TMC 36" en las progresivas del Km 64+109, Km 65+134.80 y en el Km 65+390, involucrando las estructuras de ingreso del tipo buzón y salida del tipo alero recto con emboquillado de piedra.
- ◆ Se han registrado 06 alcantarillas en las que hay que realizar algún tipo de trabajo tales como reparaciones, limpieza de estructura y del cauce.

Para una mejor ilustración se presenta en los anexos del presente informe, los planos de las estructuras de la alcantarilla proyectada, encontrándose **PLANO**

OA-01, PLANO OA-02, PLANO OA-03 y PLANO OA-05 que presenta la estructura de las alcantarillas, teniendo entre ellas los cabezales, las cajas receptoras y los emboquillados de protección a la salida de las alcantarillas.

1.8.2 Cunetas

En cuanto a drenaje superficial se ha registrado los siguientes casos.

- ◆ Una zona que no tienen cunetas (km 65+770.5 – km 65+758.25), en la que se requiere dicha estructura.
- ◆ Para el efecto se ha identificado los sectores en que es necesario cuneta revestida triangular, indicando el intervalo entre progresivas y el lado que corresponde.
- ◆ Asimismo se ha previsto la colocación de losas en las cunetas existentes a ambos lados de la carretera, ubicada entre el tramo del km 64+800 al km 64+400, para el cruce peatonal y mejorar la circulación vehicular en el tramo con curvas de desarrollo.

En los anexos se presenta el **PLANO OA-04**, de detalle de las cunetas existentes y la cuneta proyectada.

1.8.3 Muros

En la progresiva del Km 64 + 670, ubicamos una estructura de evacuación del tipo alcantarilla de concreto armado, que evacua las aguas y partículas de arrastre provenientes de las partes altas de la quebrada, a la cuenca del río Rimac, esta evacuación se realiza por terreno natural una vez que el agua egresa de la alcantarilla.

Existe un muro de contención de concreto armado que brinda protección y estabilidad a la plataforma de la vía, que se encuentra a escasos metros del cause del río, el distanciamiento es producto de la erosión originada por las corrientes del río en sus épocas de avenidas, razón por la cual surgió la necesidad de confinar y estabilizar la base del muro existente, realizando los trabajos de construcción de un enrocado de piedra en toda la longitud del muro.

1.8.4 Relación de Obras de Arte a Ejecutar:

De la inspección e inventario realizado para el drenaje transversal, se ha encontrado que 06 de las alcantarillas se encuentran totalmente colmatadas, siendo nulo su funcionamiento. Para este caso se ha previsto la limpieza total de la estructura y de las zonas de entrada y salida de estas, siempre que la alcantarilla sea aprovechable.

El proyecto contempla la demolición y el reemplazo de 02 alcantarillas metálicas del tipo TMC 24" y 01 del tipo arco de concreto, por ser su diámetro inferior al requerido en las nuevas normas y por presentar dificultades durante el mantenimiento y limpieza de la misma.

Se ha proyectado la construcción de alcantarillas en los tramos que según la evaluación de campo, las cunetas no cuentan con la distancia mínima de evacuación según reglamento.

En los taludes que se encuentran erosionados en la salida de alcantarillas, se plantea la construcción de emboquillados de piedra, con el fin de contrarrestar la erosión y mejorar la estabilidad de la plataforma de la carretera

En cuanto a drenaje superficial se ha registrado una zona que no tienen cunetas, ubicada entre las progresivas del km 65+770.5 al km 65+758.25, en la que se ha proyectado la construcción de cuneta triangular revestida con concreto $f'c=140$ kg/cm², asimismo se ha previsto la colocación de losas en las cunetas existentes a ambos lados de la carretera, ubicada entre el tramo del km 64+800 al km 64+400, para el cruce peatonal y mejorar la circulación vehicular en el tramo con curvas de desarrollo.

La descripción del trabajo a realizar y su respectiva ubicación se muestran el **CUADRO I.5**, adjunto:

**CUADRO I.5
INVENTARIO DE OBRAS A EJECUTAR**

TIPO DE TRABAJO	UBICACIÓN	
Alcantarilla TMC 36":	64+109 65+134 65+390	
Cunetas revestidas Tipo I:	63+814 63+960 64+542 65+758 64+950 64+800	63+937 (D) 64+043 (I) 64+659 (D) 65+771 (D) 65+390 (I) 65+135 (D)
Cunetas revestidas Tipo II:	64+950 64+800	65+390 (I) 65+135 (D)
Tapas de concreto para cunetas:	64+950 64+800	65+390 (I) 65+135 (D)
Emboquillado de piedra:	63+107 63+640 63+627 64+109 64+367 64+670 65+134 65+390	
Limpieza de alcantarillas:	63+107 63+337 63+640 63+627 64+367 64+670	
Demolición de estructuras:	63+827 64+109 64+367 65+135 65+390 63+814 63+960 64+542 64+950 64+800	63+937 (D) 64+043 (I) 64+659 (D) 65+390 (I) 65+135 (D)
Gaviones:	64+640	64+700
Enrocado:	64+640	64+700

1.9 Señalización y Seguridad Vial

La señalización y los dispositivos de control del tránsito constituyen una parte importante dentro del Estudio de Ingeniería, más aún cuando se trata de carreteras con gran volumen de tráfico, como en el caso de la Carretera Central, de la cual es parte integrante el tramo: Cocachacra - Matucana, objeto del presente Estudio.

1.9.1 Descripción del Proyecto

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, curvas reversas, desarrollos con curvas de volteo, zonas con acantilados y farallones. Si a ello se agrega que la carretera tiene un tránsito pesado intenso con gran volumen de autobuses y furgones con remolque, se verá que el riesgo es grande, si no se cuenta con una señalización adecuada y elementos de seguridad suficientes.

Se ha previsto la ejecución de los siguientes trabajos de señalización, como resultado del inventario realizado.

- ◆ Rehabilitación de 01 señal deteriorada mediante cambio de paneles que se encuentran en mal estado.
- ◆ Incorporación de 02 señales verticales nuevas en lugares estratégicos.
- ◆ Reemplazo de 01 señal vertical muy deteriorada.
- ◆ Líneas de demarcación horizontal sobre pavimento en el eje de la vía y bordes de carril.
- ◆ Incorporación de vialetas (tachas) reflectantes nuevas en sectores identificados, habida cuenta que con el fresado de carpeta asfáltica y colocación de nueva capa, las vialetas existentes quedarán nulas.
- ◆ La señalización horizontal será efectuada en toda la longitud del tramo, debido a la rehabilitación de toda la superficie de rodamiento con carpeta nueva.

A continuación se describen las principales medidas correctivas

- ◆ Considerando las características topográficas del tramo materia de estudio, con presencia de zonas de desarrollo en el siguiente sector: Km 64+900 y el Km 65+350. Al respecto se debe indicar que el proyecto considera la colocación de señales reglamentarias para restricción de velocidad.
- ◆ En líneas generales se ha visto la necesidad de colocar señales reglamentarias de velocidad máxima, y reparación de señales preventivas.

1.9.2 Seguridad Vial

En este rubro se ha contemplado específicamente lo siguiente:

1.9.2.1 Guardavías

En general se han previsto los siguientes trabajos:

- ◆ Reemplazo de 05 módulos de guardavías dañados por impacto, en una longitud de 20 metros.
- ◆ Repintado de 350 metros lineales de guardavías.

1.9.2.2 Tachas Bidireccionales Retroreflectantes

Las tachas bidireccionales a colocarse en el eje de la vía, serán de color amarillo en ambas caras; mientras que las que se coloquen en los bordes serán de color blanco en el sentido del tráfico y de color rojo en sentido contrario.

Principalmente se ha considerado su colocación, en curvas verticales y horizontales con visibilidad restringida y que por tal motivo requieren de estos elementos para ayudar a prevenir accidentes de tránsito. Cabe mencionarse que a lo largo del tramo se instalarán 759 tachas bidireccionales retroreflectantes.

1.10 Impacto Ambiental

El Estudio de Impacto Ambiental, tiene como objetivo identificar, predecir, interpretar, evaluar y comunicar los probables impactos ambientales que se originarían en las etapas de construcción y operación de la carretera Cocachacra – Matucana, tramo: Km 63+000 al Km 66+000 a fin de implementar las medidas de mitigación que eviten, rechacen y/o minimicen los impactos ambientales negativos; y en el caso de los impactos positivos, implementar las medidas que refuercen los beneficios generados por la ejecución de este proyecto.

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.

1.10.1 Impacto Ambiental en la Etapa de la Rehabilitación

Por tratarse de obras de rehabilitación 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.
- ◆ Efecto barrera de la escorrentía superficial natural del área por la construcción de cunetas y alcantarillas que conducirán el agua hacia lugares señalados por el estudio, que influirá en la recarga de acuíferos.
- ◆ Destrucción directa de flora y fauna.
- ◆ Cambios en los procesos migratorios, alteraciones en la accesibilidad y modificación y sistema de vida tradicional de las comunidades.

1.10.2 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.

1.10.3 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.
- ◆ 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.

1.10.4 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.
- ◆ El MTC en convenio con la Policía de Control de Carreteras deberá realizar campañas de educación vial con los usuarios. Asimismo tomar acciones conjuntas para evitar altas velocidades, sobrecarga de los vehículos, el transporte de sustancias peligrosas sin la debida seguridad, el transporte de pasajeros en carrocerías de baranda.

1.10.5 Conclusiones

- ◆ El proyecto de rehabilitación contempla un aumento de tráfico tanto de pasajeros y carga permitiendo la comodidad y seguridad para los

usuarios con una considerable reducción de tiempo de viaje y consumo de combustible.

- ◆ El medio ambiente del área de influencia directa e indirecta del proyecto, en la actualidad presenta efectos ambientales negativos, por lo que se deberá minimizar los impactos en la etapa de rehabilitación, maximizando los impactos positivos.
- ◆ El sector productivo agropecuario será beneficiada con la disminución del tiempo de transporte y consumo de combustible que tenderá a reducir los costos y consecuentemente los precios del producto en los centros de consumo.
- ◆ Las emisiones de gases de asfalto no generan impactos negativos significativos debido a que existe una buena difusión atmosférica. Sin embargo deberá tomarse precauciones para que no afecten al personal de la planta, así como para evitar derrames en el suelo y vegetación circundante.

1.11 Evaluación Económica

Los resultados de la evaluación, se obtienen al comparar los flujos de costos de la situación “sin proyecto” con los flujos de costos de la situación “con proyecto”. El grado de rentabilidad del proyecto, es medido mediante los indicadores Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN) y Relación Beneficio / Costo (B/C).

1.11.1 Políticas de Mantenimiento

Para la elaboración del presente estudio, se han aplicado dos políticas de mantenimiento: una con proyecto (Alternativa 1) y sin proyecto (Alternativa 2).

1.11.2 Beneficios y Rentabilidad

El análisis de rentabilidad ha considerado una alternativa “con proyecto” (Alternativa 1) en función al ahorro por costos de operación vehicular. Los resultados nos muestran que la alternativa es rentable. El cuadro siguiente, muestra los resultados de cada una de las Alternativas propuestas.

CUADRO I.6
Tramo: Cocachacra - Matucana
Indicadores Económicos de Rentabilidad

Alternativa según Política de mantenimiento	Superficie Actual	Superficie Con Proyecto	Longitud Km.	TIR %	VAN (mill S/.)
Alternativa 1	Pavimentada	Pavimentada	21.3	60.70	59.29

- Fuente: Proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cocachacra- Matucana (Km 63+000 al Km 66+000), elaboración Grupo N° 06 – Curso por Actualización de conocimientos 2005.

1.11.3 Análisis de Sensibilidad

Alternativas de Sensibilidad

Con la finalidad de prever algunas situaciones de riesgo en la inversión, se realizaron simulaciones afectando algunas de las variables que intervienen en el

cálculo de la rentabilidad para ver hasta qué grado el Proyecto es sensible a dichas variaciones.

Resultados del Análisis de Sensibilidad

Aplicando los criterios asumidos, en cada uno de los casos de sensibilidad, a la mejor alternativa de rentabilidad (Alternativa 1), se obtienen los resultados que se muestran en el cuadro siguiente:

CUADRO I.7

Tramo: Cocachacra - Matucana

Análisis de Sensibilidad

%	TIR	
	COV	COSTOS
0	60.70	60.70
10	54.90	55.40
20	49.20	51.10
30	43.40	47.40
40	37.60	44.20
50	31.70	41.40
60	25.80	39.00
70	19.50	36.90

Los resultados se muestran para la alternativa seleccionada, así tenemos que los resultados de la Tasa Interna de Retorno (TIR), es más sensible a una reducción de los Costos de Operación vehicular (COV), que un incremento en el costo total de la obra, como se puede notar en la tabla adjunta. Si por ejemplo, reducimos al 10% los COV se tiene un TIR del 54.90, y si aumentamos los costos en 10% el TIR cae al 55.40% respectivamente. Como se observa las variaciones en los costos y COV menores al 50% no impiden que el proyecto sea rentable económicamente.

1.11.4 Conclusiones

La evaluación económica y el análisis de sensibilidad, nos muestran que el proyecto de rehabilitación del Tramo: Cocachacra - Matucana, es rentable, en todas las alternativas propuestas, siendo la más calificada la Alternativa 1:

TIR : 60.70%;
VAN : 59.29 millones de Nuevos Soles

1.12 Presupuesto de Obra

El presupuesto de obra con precios unitarios referidos al mes de Marzo del 2006, asciende a la suma de S/. 3'679,477.86, nuevos soles, sin incluir el Impuesto General a las Ventas (IGV) y cuyo detalle por partida genérica son las que se indican a continuación:

**CUADRO I.8
PRESUPUESTO DE OBRA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	OBRAS PRELIMINARES				228,451.99
01.01	Movilización y Desmovilización de Equipos	glb	1.00	109,784.80	109,784.80
01.02	Mantenimiento Vial y de tránsito durante la construcción	glb	1.00	110,054.14	110,054.14
01.03	Accesos a canteras, botaderos, plantas de proceso y fuente de agua, sin explosivos	KM	1.50	5,742.03	8,613.05
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				52,433.10
02.01	Excavación no clasificada para explanaciones	m3	3,424.24	8.58	29,379.98
02.02	Remoción de derrumbes sin transporte	m3	815.60	4.55	3,710.98
02.03	Relleno con material de préstamo	m3	545.83	33.20	18,121.56
02.04	Perfilado y compactado en zona de corte	m2	916.20	1.00	916.20
02.05	Demolición de carpeta asfáltica	m2	25.60	11.89	304.38
03	SUB BASES Y BASES				30,298.73
03.01	Conformación de subrasante	m2	916.20	1.06	971.17
03.02	Base granular	m3	916.20	32.01	29,327.56
04	PAVIMENTOS				1,143,238.64
04.01	Fresado de carpeta existente, e =0.05m	m2	21,600.00	0.54	11,664.00
04.02	Imprimación asfáltica	m2	916.20	0.39	357.32
04.03	Riego de Liga	m2	22,516.20	0.36	8,105.83
04.04	Pavimento de concreto asfáltico	m3	5,368.07	75.15	403,410.46
04.05	Cemento Asfáltico PEN 85/100	gln	227,606.27	2.94	669,162.43
04.06	Asfalto Líquido MC-30	gln	366.48	3.46	1,268.02
04.07	Asfalto Líquido RC-250	gln	2,811.89	3.37	9,476.07
04.08	Filler o relleno mineral	kg	231,417.61	0.16	37,026.82
04.09	Mejorador de Adherencia	kg	17,298.08	0.16	2,767.69
05	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				529,109.26
05.01	Excavación no clasificada para estructuras	m3	1,857.43	4.09	7,596.89
05.02	Relleno para estructuras	m3	94.06	33.20	3,122.79
05.03	Concreto fc= 210 kg/cm2	m3	44.12	233.85	10,317.46
05.04	Encofrado y desencofrado en seco	m2	59.93	53.54	3,208.65
05.05	Alcantarilla tipo TMC, diam= 36"	m	28.00	281.58	7,884.24
05.06	Cunetas revestidas triangulares 0.40x1.00m - Tipo I	m	335.25	73.65	24,691.16
05.07	Cunetas revestidas triangulares 0.40x1.00m - tipo II	m	775.00	93.76	72,664.00
05.08	Tapas de concreto para cuneta	m	775.00	199.63	154,713.25
05.09	Emboquillado de piedra para, e= 0.20m	m2	52.50	52.78	2,770.95
05.10	Limpieza de alcantarillas para diam h<=48"	und	5.00	157.96	789.80

Continúa CUADRO I.8.

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
05.11	Limpieza de alcantarillas para diam h>48"	m3	1.00	54.38	54.38
05.12	Demolición de estructuras existentes	m3	175.88	98.67	17,354.08
05.13	Gaviones tipo caja	m3	720.00	125.90	90,648.00
05.14	Enrocados	m3	1,134.80	117.46	133,293.61
06	TRANSPORTE PAGADO				208,433.78
06.01	Material proveniente de cantera para d <= 1 Km	m3k	3,465.06	4.99	17,290.65
06.02	Material proveniente de cantera para d > 1 Km	m3k	17,481.86	1.06	18,530.77
06.03	Mezcla Asfáltica para d <= 1 Km	m3k	5,368.08	4.42	23,726.91
06.04	Mezcla Asfáltica para d > 1 Km	m3k	27,162.45	1.14	30,965.19
06.05	Eliminación de material a botadero para d <= 1 Km	m3k	7,354.43	6.11	44,935.57
06.06	Eliminación de material a botadero para d > 1 Km	m3k	37,213.42	1.09	40,562.63
06.07	Eliminación de material proveniente de derrumbes para d<=1km	m3k	2,446.80	7.28	17,812.70
06.08	Eliminación de material proveniente de derrumbes para d > 1km	m3k	12,380.81	1.18	14,609.36
07	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				36,356.07
07.01	Señales preventivas completas	und	1.00	510.15	510.15
07.02	Señales preventivas, paneles	und	1.00	349.24	349.24
07.03	Señales reglamentarias completas	und	3.00	462.52	1,387.56
07.04	Marcas permanentes en el pavimento	m2	441.30	13.30	5,869.29
07.05	Tachas bidireccionales retroreflectantes	und	759.00	14.22	10,792.98
07.06	Guardavias (incluye terminal y captafaros)	m	20.00	166.46	3,329.20
07.07	Remoción de señales existentes, sin transporte	und	2.00	18.74	37.48
07.08	Pintado de Guardavias existentes	m2	350.00	16.88	5,908.00
07.09	Pintado de parapetos en muros y alcantarillas	m2	447.79	18.25	8,172.17
08	PROTECCION AMBIENTAL				342,123.37
08.01	Acondicionamiento de excedentes en zonas de botadero	m3	59,395.46	4.84	287,474.03
08.02	Recuperación ambiental de áreas afectadas: limpieza y restauración de canteras y zonas de proceso	m2	49,700.00	0.86	42,742.00
08.03	Poste delimitador de derecho de via	und	74.00	160.91	11,907.34
	COSTO DIRECTO				2,570,444.94
	GASTOS GENERALES FIJOS (15.19164577 % C.D.)				390,492.89
	GASTOS GENERALES VARIABLES (17.95391657 % C.D.)				461,495.54
	UTILIDADES (10.00 % C.D.)				257,044.49
					=====
	SUBTOTAL				3,679,477.86
	I.G.V. (19.00% ST)				699,100.79
					=====
	TOTAL PRESUPUESTO				4,378,578.65

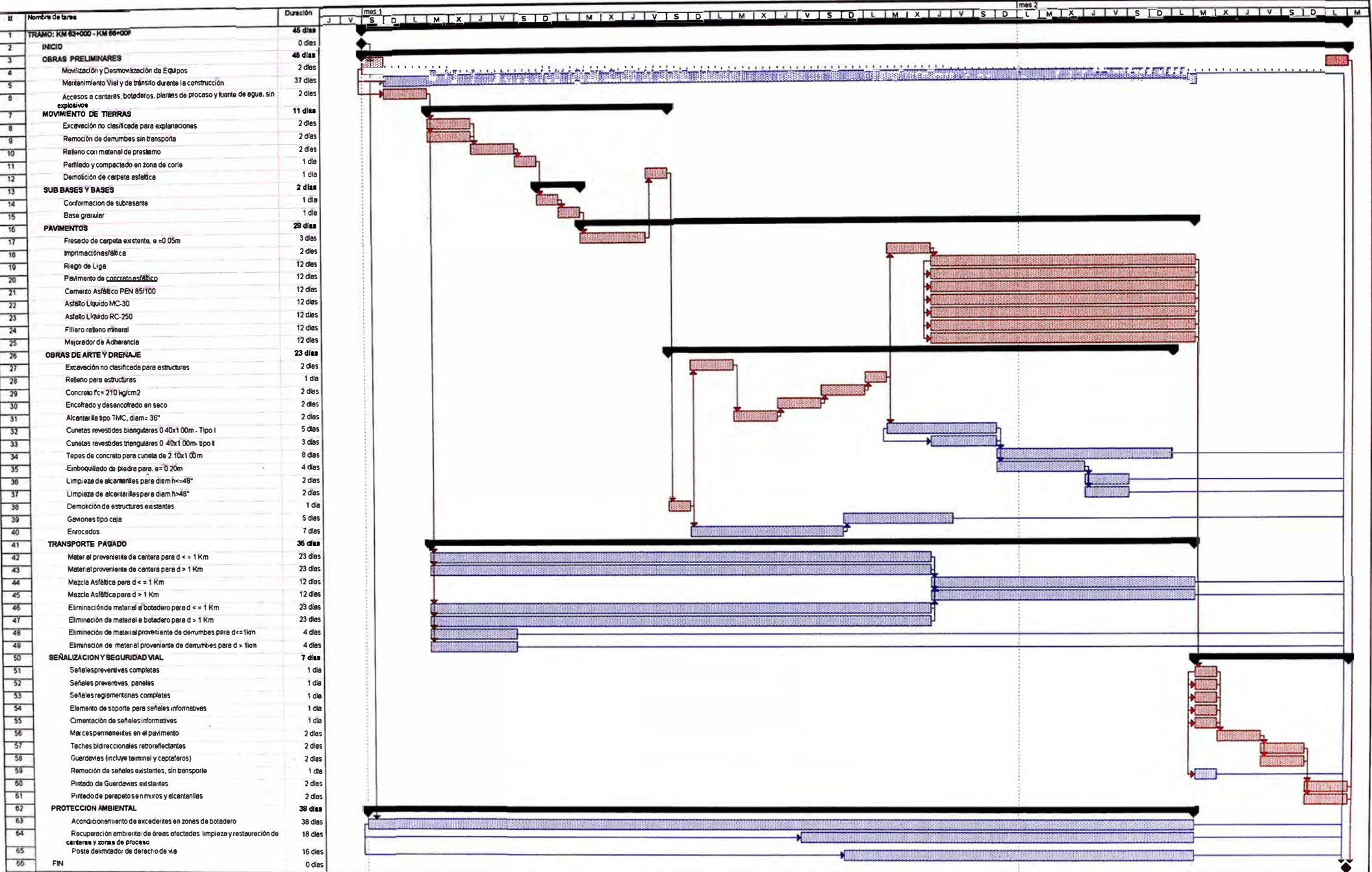
- Fuente: Proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cocachacra- Matucana (Km 63+000 al Km 66+000), elaboración Grupo N° 06 – Curso por Actualización de conocimientos 2005.

1.13 Cronograma de Obra

El cronograma de obra ha sido formulado para un plazo de ejecución de obra de 45 días calendario (1.5 meses), así como el Cronograma Mensual de Desembolsos.

Fuente: Proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cocachacra-Matucana (Km 63+000 al Km 66+000), elaboración Grupo N° 06 – Curso por Actualización de conocimientos 2005.

DIAGRAMAS GANTT DE EJECUCION DE LA OBRA
TRAMO: KM 63+000 - KM 66+000



Proyecto PROGRAMACION KM 63+000
 Tarea crítica
 Progreso
 Resumen
 Tarea crítica resumida
 Progreso resumido
 Tarea externa
 Agrupar por hitos

Tarea resumida
 Hito resumido
 División
 Resumen del proyecto

CAPITULO III:

ASPECTOS GENERALES

2.0 ASPECTOS GENERALES

2.1 Objetivos del Estudio

El presente Informe de Suficiencia, que involucra el estudio hidrológico de la cuenca del Río Rimac, tiene por objeto determinar el régimen pluvial en la zona de emplazamiento de la Carretera Héroes de la Breña 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.

El estudio hidrológico consiste en estimar las descargas de los cursos de aguas indicados, a partir de un análisis de frecuencias de las precipitaciones máximas en 24 horas registradas en las estaciones meteorológicas mas representativas que se encuentran en la zona del proyecto y que son especialmente seleccionadas.

El procedimiento seguido en el estudio fue el siguiente:

- ◆ Recopilación de la información cartográfica y pluviométrica
- ◆ Selección de las estaciones pluviométricas
- ◆ Análisis de consistencia de la información
- ◆ 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.

2.2 Descripción General de la Zona del Proyecto

La Provincia de Huarochirí se encuentra ubicada en la parte central y oriental del Departamento de Lima, comprendidas entre las coordenadas geográficas 11° 30' 00" y 12° 08' 00" de latitud Sur y 76° 12' 00" y 76° 15' 00" de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich. (Ver **PLANO PU-01**, del Anexo "D" – Planos)

Limita por el Norte con la Provincia de Canta, por el Sur con la Provincias de Yauyos y Cañete, por el Este con el Departamento de Junín y por el Oeste con

Lima.

El territorio es de 5,657.93 km², formada por 32 distritos, los cuales asientan en gran medida en terrenos abruptos, montañoso y con profundas quebradas.

La zona se halla localizada en la parte Occidental de la Cordillera de los Andes, entre los 600 a 5,100 m.s.n.m., abarcando principalmente tres cuencas hidrográficas, a saber: cuenca del río Rimac, cuenca del río Lurín y cuenca del río Mala, además de territorios de la cuenca del río Chilca y el río Canta.

2.2.1 Ubicación Geográfica de la Cuenca

2.2.1.1 Cuenca del Río Rímac

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. Está ubicada en las provincias de Lima y Huarochirí del departamento de Lima.

El río Rímac está formado por dos sub cuencas 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 3,583 km² de la cual el 61.7% o sea 2,211 km² corresponde a la cuenca húmeda sobre los 2,500 msnm. Altitudinalmente se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 5,000 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.

El **PLANO HI-01** (Ver Anexo “D” - Planos) muestra la cuenca del río Rímac, la cuenca alta del río Mantaro y la Carretera Central con el sistema fluvial.

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

2.2.1.2 Tramo de Estudio (Km. 63+000 – Km. 66+000)

La zona de estudio ubicada entre el Km 63+000 y el Km 66+000 de la carretera Héroes de la Breña, tiene su origen en el poblado de Soncos y tiene como punto de llegada el ingreso a la localidad de San Jerónimo de Surco (Puente Surco), presenta una longitud total de 3.00 Km medidos en líneas sinuosas que se desarrollan en la margen izquierda del Río Rimac

Altitudinalmente se desarrolla desde los 1,800 msnm hasta los 2,000 msnm en el tramo de la vía y extendiéndose hasta una altura de 4,350 msnm, en las cumbres que conforman la cuenca de la quebrada de Huacre.

2.2.2 Accesos a la Zona del Proyecto - Cuenca del Río Rimac

La provincia de Huarochirí, está conformada principalmente por las tres cuencas antes indicadas, de este modo para llegar a los distritos y localidades ubicadas en la cuenca del río Rimac, está se realiza a través de la carretera Héroes de la Breña (Carretera Central), a la altura del Km. 37 hasta el Abra Anticona, en Ticlio en el Km. 134.

Para llegar a las cuencas de los ríos Lurín y Mala, se hace a través de la vía que une el centro de Lima, la Molina y Cieneguilla, y que prolonga hasta el distrito de Antioquia, a la altura del Km. 22, desde ahí la carretera se prolonga por más 120 Km., uniendo varios distritos y localidades de la provincia, así como a travesando las dos cuencas.

Cabe indicar que dos distritos de la provincia Santo Domingo de los Olleros y Mariatana, presentan territorios que se encuentran en la parte alta y parte media

de la cuenca del río Chilca, y se llega a ellos, a través de la carretera Panamericana Sur, en el Km 51.

2.2.3 Ambiente Físico Natural

2.2.3.1 Clima de la Zona de Estudio

Debido a la diferencia de altitud, se puede encontrar una variedad de microclimas, que van desde el cálido hasta el clima templado frío y glacial. La temperatura es variada en la zona siendo muy altas en las partes bajas y cada vez más fría conforme aumenta la altitud. El aire presenta bajo contenido de vapor de agua, que brinda una humedad relativa por debajo del 85%. Las temperatura máxima alcanza los 25°C, y la temperatura mínima promedio es de 8.5°C, generalmente en los meses de invierno (julio, agosto y septiembre), siendo la temperatura promedio de 18°C. Las oscilaciones diarias son muy pronunciadas, el aire con bajo contenido de vapor de agua brinda una humedad relativa por debajo del 85%, las horas sol se incrementan en otoño, invierno y primavera.

Las precipitaciones son abundantes en el período DICIEMBRE – MARZO y prácticamente nulas en los meses restantes, esto quiere decir que más 85% del total de las precipitaciones se dan en estos meses.

A lo largo del año se presentan tres épocas bien definidas:

HUMEDA : Ocurrida en promedio entre Enero – Marzo con el 66.5% de la lluvia anual.

SECA : Comprendida entre Mayo – Septiembre con 4.4% de la lluvia anual.

TRANSICION : Comprendida entre Octubre – Diciembre y el mes de Abril con 29.1% de la lluvia anual.

2.2.3.2 Temperatura, Evaporación y Humedad

Las estaciones meteorológicas utilizadas son las actualmente existentes en el Río Rímac. 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 II.1
ESTACIONES METEREOLÓGICAS**

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		
Chucuito	4	12°03'	77°09'	19.3		

* FUENTE: SENHAMI
(*) Estaciones clausuradas

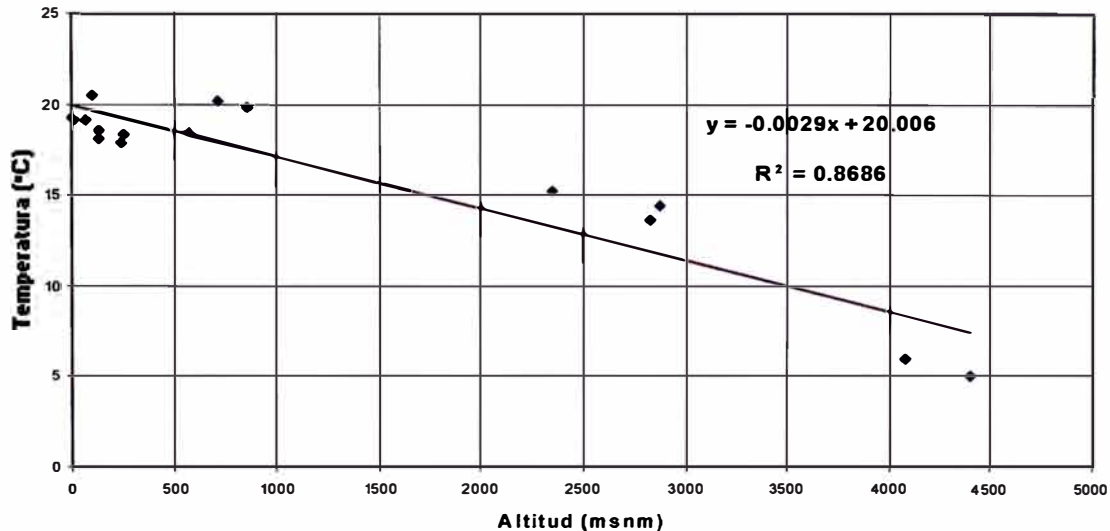
Adicionalmente se cuenta con las siguientes estaciones de cuencas vecinas de los ríos Cañete, Mantaro y Chillón:

CUADRO II.2

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'	6.0	
Canta	Chillón	2832	11°28'	76°38'	13.6	

La relación Altitud – Temperatura media anual es buena según se puede apreciar en la gráfica y la curva de tendencia responde a la expresión:

GRAFICA II.1
GRAFICA ALTITUD VS. TEMPERATURA



$$T = 0.0029H + 20.006$$

$$R^2 = 0.8686$$

Siendo:

$$T = \text{Temperatura media anual, en } ^\circ\text{C}$$

$$H = \text{Altitud, en msnm}$$

$$R = \text{Coeficiente de correlación}$$

El promedio anual de temperatura de las estaciones que se ubican en el tramo en estudio es de 15° 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. **(Ver CUADRO II.1, CUADRO II.3 y CUADRO II.4)**

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 en el sector altitudinal medio hay un índice de insolación más alto, índice 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.

CUADRO II.3
ESTACIÓN 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 II.4
ESTACIÓN 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	4.8	5.6
2000	4.4	4.8	4.6									

2.2.3.3 Fisiografía

El relieve en la provincia, está constituida por zonas planas, onduladas y accidentadas. En el territorio de Huarochirí, se presentan los siguientes grandes paisajes:

- ◆ Quebradas secas aluviales
- ◆ Laderas de montaña
- ◆ Valle aluvial encajonado, incluye terrazas inundables y no inundables.
- ◆ Montaña y/o colina estructural denudativa
- ◆ Llanuras altoandinas
- ◆ Altiplanicie de modelado glacial y lacustre
- ◆ Cordillera nival

2.2.3.4 Geología

La zona se desarrolla sobre formaciones geológicas de petrografía y secuencias variadas cuya posición crono - estratigráficas van desde el paleozoico inferior medio mesozoico hasta el cenozoico conformado por material relativamente moderno en proceso de consolidación.

En esta Zona se hallan rocas del Jurásico al Cuaternario Reciente y las rocas intrusivas van del Cretáceo al Terciario.

En esta zona se hallan fases andesíticas compuestas por lava, brecha y toba, en la secuencia inferior; y, fases riolíticas compuestas por arena volcánica y gravas, en la secuencia superior.

2.2.3.4.1 Marco Geológico

El alto grado de meteorización que presentan las rocas graníticas ha originado la formación, entre otros, de materiales granulares, presentes en gran cantidad en esta zona.

Las unidades geológicas que tienen conexión directa con la carretera están constituidas por rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas. En el Cuadro

adjunto se muestran las unidades litológicas de la zona y su correspondiente simbología.

**CUADRO II.5
UNIDADES LITOLÓGICAS DE LA ZONA**

UNIDAD	DENOMINACIÓN	SIMBOLOGIA	LITOLOGIA
I	Depósitos cuaternarios	I al I co I fl-al	Aluvial Coluvial Fluvio-aluvial
II	Rocas volcánicas	II an II rda II ta II br	Andesita Riodacita Tranquiandesita Brecha
III	Rocas volcánico-sedimentarias	III A III B III AB III C III D III E III F	Conglomerado volcánico, andesita, limos y arenisca Toba, arenisca tobácea, arenisca y caliza Rocas combinas de III A y III B Arenisca, andesita y conglomerado Toba, arenisca y lutita Andesita Andesita, lutita, marga, chert
IV	Rocas sedimentarias	IV A IV B IV C IV D	Caliza Lutita, arenisca, cuarcita, limonita Arenisca, lutita, limonita, conglomerado Caliza, lutita
V	Rocas intrusivas	V gr V tgd V di V gd V tdi V gb-di	Granito Tonalita , granodiorita Diorita Granodiorita Tonalita, diorita Gabro, diorita

2.2.3.4.2 Marco Geomorfológico

La geomorfología de la zona está íntimamente relacionada con los eventos que determinan los rasgos geomorfológicos de todo el valle, que han formado las quebradas y altas cumbres.

Se caracteriza por estar ubicado en la parte media conformada por terrazas fluvio-aluviales y pendientes abruptas de rocas intrusivas. El río, en este tramo, presenta sectores sinuosos y los taludes están disectados por las quebradas presentes en la zona.

2.2.3.4.3 Geodinámica Externa

En el **CUADRO II.6** adjunto se presenta un inventario de fenómenos geodinámicos que se han identificado del Estudio de Geología y Geotecnia realizadas en la zona.

CUADRO II.6
FENÓMENOS GEODINAMICOS
ZONA 1 – TRAMO 2: COCACHACRA - MATUCANA

N° de Tramo	Progresiva (Km)		Margen	Tipo de fenómeno detectado	Observaciones	Niveles de Riesgo
	desde	Hasta				
2 Cocachacra - Matucana	66+220 (CL)	66+250 (CL)	I	Huayco	Huayco de la quebrada lateral. Material transportado de la pared rocosa granítica. Deposito es de 15 m. de longitud con 60° de inclinación. Relativamente estable. Presenta recuperación de vegetación.	C
	71+500 (CL)		I	Huayco	Quebrada Collana. Gran magnitud de depósito acumulado frecuente. Lavado de carros está causando la inestabilidad de taludes	A

Nota: Niveles de Riesgo: A = Problema grave, posiblemente causen interrupción del tráfico y deterioro de la vía
 B = Problema moderado, posiblemente causen restricción del tránsito
 C = Problema ligero, causan disminución de la transitabilidad y posiblemente presente restricción del tránsito

Margen: Margen fluvial, I: Izquierda

2.3.3.5 Suelos

Los suelos de la región, han derivado de un conjunto de factores entre ellos de singular importancia figuran: el clima, la geología y el tiempo para su formación. Los depósitos fluviales y los fluvio-coluviales fueron determinados por diferentes procesos de erosión y sedimentación con distintos cambios térmicos.

El aspecto productivo en la actualidad están basados en la deforestación, la quema de los pastos, en el mal manejo de los canales de riego, el sobre pastoreo, que han señalado cambios en la cobertura vegetal y la debilidad de los nutrientes, la formación esquelética de sus horizontes edáficos. La exposición a los procesos erosivos es una característica significativa en los suelos de la región.

CAPITULO III:

ANALISIS HIDROLOGICO

3.0 ANALISIS HIDROLOGICO

3.1 Información Cartográfica

Se cuenta con la siguiente información cartográfica de la Carta Nacional:

TABLA III.1
CARTOGRAFIA DEL AREA DE ESTUDIO

Denominación	Hoja	Escala	Institución
Chosica	24j	1:100,000	IGN
Matucana	24k	1:100,000	IGN
Oroya	24l	1:100,000	IGN

3.2 Recursos Hídricos

La provincia de Huarochirí, se halla surcado por tres ríos principales: Rímac, Lurin y Mala, los que a su vez están conformados por una serie de afluentes y numerosas quebradas que se activan, principalmente en años lluviosos. La cuenca de mayor tamaño es del Rímac, que cuenta con una extensión de 3583 Km², cuya cuenca húmeda es la de mayor disponibilidad anual, y de la que depende la ciudad para el consumo de agua potable. Los recursos hídricos para uso agrícola y pecuario son escasos en toda la zona, constituyéndose este, en la principal limitante del desarrollo agrícola de la zona. La agricultura y ganadería es por tanto escasa, y depende mucho de las precipitaciones que se dan entre los meses de diciembre a marzo. En la siguiente **TABLA III.2**, se puede apreciar las descargas medias de los ríos Rímac y Lurin, según información de las estaciones hidrométricas.

TABLA III.2
CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y ANUALES

Descargas Medias Mensuales en m ³ /seg												
Oct	Nov.	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	anual
<i>RIO RIMAC Estación Chosica</i>												
12.31	18,6	28,7	55,9	42.4	66.2	44.9	22.4	17.6	11.5	9.82	12.63	28.4
<i>RIO LURIN Estación Antapucro</i>												
0.12	0.38	2.72	7.21	7.9	36.8	15.2	0.73	0.32	0.24	0.20	0.17	6.08
<i>RÍO LURIN Estación San Damián</i>												
0.48	0.39	0.26	0.16	7.29	3.79	1.10	0.42	0.32	0.32	0.25	0.24	1.40

3.3 Información Pluviométrica

Los registros de precipitación requeridos para la elaboración del estudio son los de precipitación máxima en 24 horas (Fuente: Informe Final de Hidrología y Drenaje PCI – CESEL, Carretera Héroes de la Breña “Puente Ricardo Palma – La Oroya” del año 2,000). Las estaciones consideradas en la cuenca del río Rímac, en el río Mantaro y vecinas se muestran en la **TABLA III.3** y **GRAFICA III.1**.

TABLA III.3
ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS

Estación	Cuenca	Altitud msnm	Latitud	Longitud	Periodo de Registro
Santa Eulalia (*)	Rímac	1050	11°54'	76°40'	1964 - 1999
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
San Cristóbal	Mantaro	4695	11°44'	76°03'	----
Morococha	Mantaro	4600	11°25'	76°20'	----
Pomacocha	Mantaro	4266	11°44°	76°08'	----
Marcapomacocha (*)	Mantaro	4413	11°24'	76°20'	1965 - 1990

(*) Estación con periodo de registro incompleto.

La ubicación de las estaciones se presenta también en el **PLANO HI-01** del Anexo del Presente Volumen.

La información de precipitaciones máximas en 24 horas (Fuente: Informe Final de Hidrología y Drenaje PCI – CESEL, Carretera Héroes de la Breña “Puente Ricardo Palma – La Oroya” del año 2,000). se muestra en la **TABLA III.4**.

TABLA III.4
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (MM)
CUENCA RÍO RÍMAC (*)

Año	Sta. Eulalaia	Autisha	Caram-poma	Mina Colque	Matucana	Milloc	Chalilla	Marcapomacocha	San José de Parac	Casapalca
1964	5.40				15.90					
1965	1.20		19.50		14.90	25.00		23.40		
1966	26.00		10.60		17.10	23.00		30.50	12.50	35.20
1967	29.80		22.20		16.70	36.00		28.00	24.00	29.20
1968	0.50		15.50	13.60	12.80	26.00			10.00	19.20
1969	10.60		21.30	21.60	12.00	30.00	20.40	17.80	17.00	26.70
1970	30.80		30.20	24.90	31.70	17.50	24.10	26.20		46.10
1971	14.50		30.40	32.50	23.30	18.00	22.60	33.10		
1972	20.00		27.50	13.80	18.10	21.00	39.10	20.20		23.00
1973	19.20		32.60		25.20	27.00	50.20	25.60		20.10
1974	6.00		28.20		11.90	26.70	23.30	22.60		20.10
1975	14.50		17.00	18.40	10.80	30.00	25.30	33.80		18.70
1976	30.00		24.50	14.40	15.80	21.80	37.80	27.20		24.10
1977	8.00		23.80	12.00	35.20	22.00	25.50	40.50		31.10
1978	6.80		14.80	16.00	7.80	22.40	31.30	35.00		17.80
1979	10.00		20.30	18.20	12.30	24.60	31.60	27.80		24.40
1980	10.00	7.50	20.60	17.40	8.80	23.00	11.30	28.80	17.40	18.80
1981	10.00	13.70	30.30	18.20	12.50	22.40	29.40	24.80	42.00	25.40
1982	5.60	11.20	15.50	16.40	9.50	24.60	38.60	45.60	28.50	35.60
1983	8.00		26.20	16.40	25.00	31.20	7.90	27.00	27.70	16.80
1984	10.50	14.00	20.80	18.40	21.50	23.40		24.40	29.10	23.60
1985	0.40	6.40	21.40	18.60	19.80	20.80		21.20	24.30	44.50
1986	2.00	4.30	33.30	12.80	27.20	22.80		19.60	21.80	38.10
1987	0.50	11.60	22.70	9.60	20.90	14.80		43.20		17.80
1988	9.70	9.80	31.50	13.80	13.20	32.40		23.20		28.20
1989	27.60	20.30	19.60	13.50	10.70	33.10		20.80		16.80
1990	6.50	14.70	25.60	10.70	20.60	46.20		29.20	14.60	22.40
1991	3.00	29.70	23.30	9.60	17.60	24.10			18.20	47.00
1992	0.50	6.30	19.20	7.10	30.50	44.40			12.40	19.80
1993	2.00	23.30	22.40	13.00	30.30	37.60			19.70	33.90
1994	13.50	11.20	17.90		15.50	49.20			25.40	40.30
1995	3.80	9.30	15.10		22.30	41.50			28.80	36.80
1996	5.50	18.40	17.20		13.60	54.40			17.80	20.20
1997	4.90		15.70		9.50	18.30			18.10	15.70
1998			24.10		21.90	27.50			18.80	
1999	14.70								28.40	

- Información disponible a la fecha de elaboración del Estudio.

3.4 Selección de las Estaciones Pluviométricas











Para el presente estudio se ha considerado como estaciones de referencia para la elaboración y procesamiento de los datos y obtención de resultados, las estaciones de Santa Eulalia, Autisha, Carampoma, Matucana, Chalilla y San José de Parac, según se detalla en la **TABLA III.5** y **GRAFICA III.1**, la elección se ha realizado teniendo en cuenta el principio de proximidad para las estaciones involucradas, considerando además que aquellas presenten una adecuada extensión de registros como la que presentan las estaciones Santa Eulalia con 35 años de registro, Carampoma con 34 años de registro y Matucana con 35 años de registro, las estaciones de San José de Parac, Chalilla y Autisha no presentan registros de precipitaciones extensos pero teniendo en consideración el criterio de características fisiográficas como la altitud para la primera estación y los datos de registros continuos para un periodo de 15 y 16 años respectivamente para las dos restantes, los datos de las demás estaciones presentadas no han sido consideradas, puesto que al encontrarse las demás estaciones fuera del área de estudio no brindan un adecuado nivel de confianza. Ver **PLANO HI-02**.

TABLA III.5
ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS

Estación	Cuenca	Altitud (msnm)	Latitud	Longitud	Periodo de Registro
Santa Eulalia (*)	Rímac	1050	11°54'	76°40'	1964 - 1999
Autisha (*)	Rímac	2250	11°44'	76°37'	1980- 1996
Carampoma	Rímac	3272	11°39'	76°31'	1965 - 1998
Matucana	Rímac	2378	11°50'	76°23'	1964- 1998
Chalilla	Lurín	4050	11°56'	76°20'	1969 -1983
San José de Parac (*)	Rímac	3800	11°48'	76°15'	1966 – 1999

Con las estaciones seleccionadas se procederá a determinar, como una inadecuada selección de estas estaciones en la etapa preliminar de análisis, puede variar los resultados obtenidos de las precipitaciones para diferentes periodos de retorno y con ella las características de diseño para las estructuras de drenaje que se requieran proyectar.

GRAFICA III.1
INFORMACION PLUVIOMETRICA
PERIODOS DE REGISTRO

ESTACIONES	PERIODOS																													Años de registro					
	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992		1993	1994	1995	1996	1997
Santa Eulalia																														35					
Matucana																														35					
Autisha (*)																														16					
Carpompa																														34					
San José de Parac (*)																														21					
Chalilla																														15					
Mina Colque (*)																														24					
Milloc																														34					
Casapalca (*)																														31					
San Cristóbal																																			
Morococha																																			
Pomacocha																																			
Marcapomacocha (*)																														25					

(*) Estación con periodo de registro incompleto.

Fuente: Estudios y Supervisión del Proyecto "Rehabilitación de Carreteras Afectadas por el Niño", Carretera Héroes de la Breña – Tramo 2: Cocachacra – Matucana, Anexo E: Hidrología y Drenaje, PCI – CESEL del año 2,000

3.5 Análisis de la Información Pluviométrica

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.
- ◆ Estimación de datos faltantes, mediante el método de la curva de regresión para las estaciones con registros incompletos.
- ◆ Análisis de consistencia, generación de Curva Doble Masa de las estaciones seleccionadas.
- ◆ 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 10, 20, 50 y 100 años.
- ◆ Trazo de mapas de Isoyetas
- ◆ Aplicación del modelo precipitación - escorrentía

3.5.1 Estimación de Datos Faltantes

La estimación de datos faltantes, es el procedimiento por medio del cual se complementan los datos inexistentes de estaciones con registros incompletos. Para ello se utilizan los datos de estaciones índices, que sí tienen los datos completos y que se seleccionan de modo que estén los mas cerca posibles y sean de altitud parecida a la estación en estudio. Distancia y altitud son pues los factores principales para la selección de las estaciones índice.

Para el estudio del presente informe se ha realizado la estimación de datos faltantes, tomando como estación índice a la estación Matucana y procediendo según el Método de la Recta de Regresión se han completado los datos faltantes de las estaciones Autisha y Chalilla, resultados que se muestra en el **CUADRO III.1**. El procedimiento se ha realizado mediante la expresión correspondiente a la recta de regresión, siendo esta:

$$Y = Y' + r \frac{S_y}{S_x} (X - X')$$

Donde:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X - X')^2}{n-1}} \quad ; \quad S_y = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y')^2}{n-1}}$$

$$r = \frac{\sum (X - X')(Y - Y')}{(n-1)S_x.S_y}$$

Donde:

- N** = Número de pares de datos conocidos, número de datos de Y
- Y** = Precipitación incógnita
- Y'** = Precipitación media de todos los datos de Y
- X** = Precipitación de la estación índice
- X'** = Precipitación media de los datos de la estación índice, que forman parejas con Y
- Sx** = Desviación estándar de las precipitaciones de la estación Índice, que forman parejas con Y
- Sy** = Desviación estándar de las precipitaciones de Y
- r** = Coeficiente de correlación

CUADRO III.1
CUENCA: RIO RIMAC
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)
(Estimación de Datos Faltantes - Método de la Recta de Regresión)

Año	Datos Involucrados			Datos Involucrados		Estimación de Datos				
	Matucana	Autisha	Challilla	Matucana	Autisha	Matucana	Challilla	Autisha	Challilla	Matucana
1964	15.90							13.45	27.93	15.90
1965	14.90							13.54	27.96	14.90
1966	17.10							13.35	27.90	17.10
1967	16.70							13.38	27.91	16.70
1968	12.80							13.73	28.03	12.80
1969	12.00		20.40			12.00	20.40	13.80	20.40	12.00
1970	31.70		24.10			31.70	24.10	12.06	24.10	31.70
1971	23.30		22.60			23.30	22.60	12.80	22.60	23.30
1972	18.10		39.10			18.10	39.10	13.26	39.10	18.10
1973	25.20		50.20			25.20	50.20	12.63	50.20	25.20
1974	11.90		23.30			11.90	23.30	13.81	23.30	11.90
1975	10.80		25.30			10.80	25.30	13.90	25.30	10.80
1976	15.80		37.80			15.80	37.80	13.46	37.80	15.80
1977	35.20		25.50			35.20	25.50	11.75	25.50	35.20
1978	7.80		31.30			7.80	31.30	14.17	31.30	7.80
1979	12.30		31.60			12.30	31.60	13.77	31.60	12.30
1980	8.80	7.50	11.30	8.80	7.50	8.80	11.30	7.50	11.30	8.80
1981	12.50	13.70	29.40	12.50	13.70	12.50	29.40	13.70	29.40	12.50
1982	9.50	11.20	38.60	9.50	11.20	9.50	38.60	11.20	38.60	9.50
1983	25.00		7.90			25.00	7.90	12.65	7.90	25.00
1984	21.50	14.00		21.50	14.00			14.00	27.76	21.50
1985	19.80	6.40		19.80	6.40			6.40	27.82	19.80
1986	27.20	4.30		27.20	4.30			4.30	27.59	27.20
1987	20.90	11.60		20.90	11.60			11.60	27.78	20.90
1988	13.20	9.80		13.20	9.80			9.80	28.02	13.20
1989	10.70	20.30		10.70	20.30			20.30	28.09	10.70
1990	20.60	14.70		20.60	14.70			14.70	27.79	20.60
1991	17.60	29.70		17.60	29.70			29.70	27.88	17.60
1992	30.50	6.30		30.50	6.30			6.30	27.49	30.50
1993	30.30	23.30		30.30	23.30			23.30	27.50	30.30
1994	15.50	11.20		15.50	11.20			11.20	27.95	15.50
1995	22.30	9.30		22.30	9.30			9.30	27.74	22.30
1996	13.60	18.40		13.60	18.40			18.40	28.00	13.60
1997	9.50							14.02	28.13	9.50
1998	21.90							12.92	27.75	21.90
1999										
Promedio				18.41	13.23	17.33	27.89			
Desviación				6.97	6.82	8.70	10.92			
Correlación				-0.09	-0.09	-0.02	-0.02			

3.5.2 Análisis de Consistencia

Cualquier cambio en la ubicación como en la posición de un pluviómetro puede conllevar un cambio relativo en la cantidad de lluvia captada por el pluviómetro. El registro completo publicado representa condiciones inexistentes. Un registro de este tipo se dice que es inconsistente.

Una forma de detectar las inconsistencias es mediante las curvas doble másicas.

Una Curva Doble Masa se construye llevando en ordenadas los valores acumulados de la estación en estudio y en abscisas los valores acumulados de un patrón, que consiste en el promedio de varias estaciones índice.

Para este análisis se ha construido la curva doble masa, tomando como estaciones índice una a una las estaciones de Matucana, Autisha y Chalilla, realizando con las dos restantes la estación patrón.

Para la elaboración de la Curva Doble Masa, se ha procedido a completar los datos faltantes de forma preliminar de las estaciones Autisha y Chalilla, empleando el método de la recta de regresión tal como se muestra en el **CUADRO III.1** y luego se ha procedido a calcular los elementos y valores necesarios para realizar la curva doble masa según se detalla en el **CUADRO III.2** y la curva doble masa obtenida se muestra en la **GRAFICA III.2**.

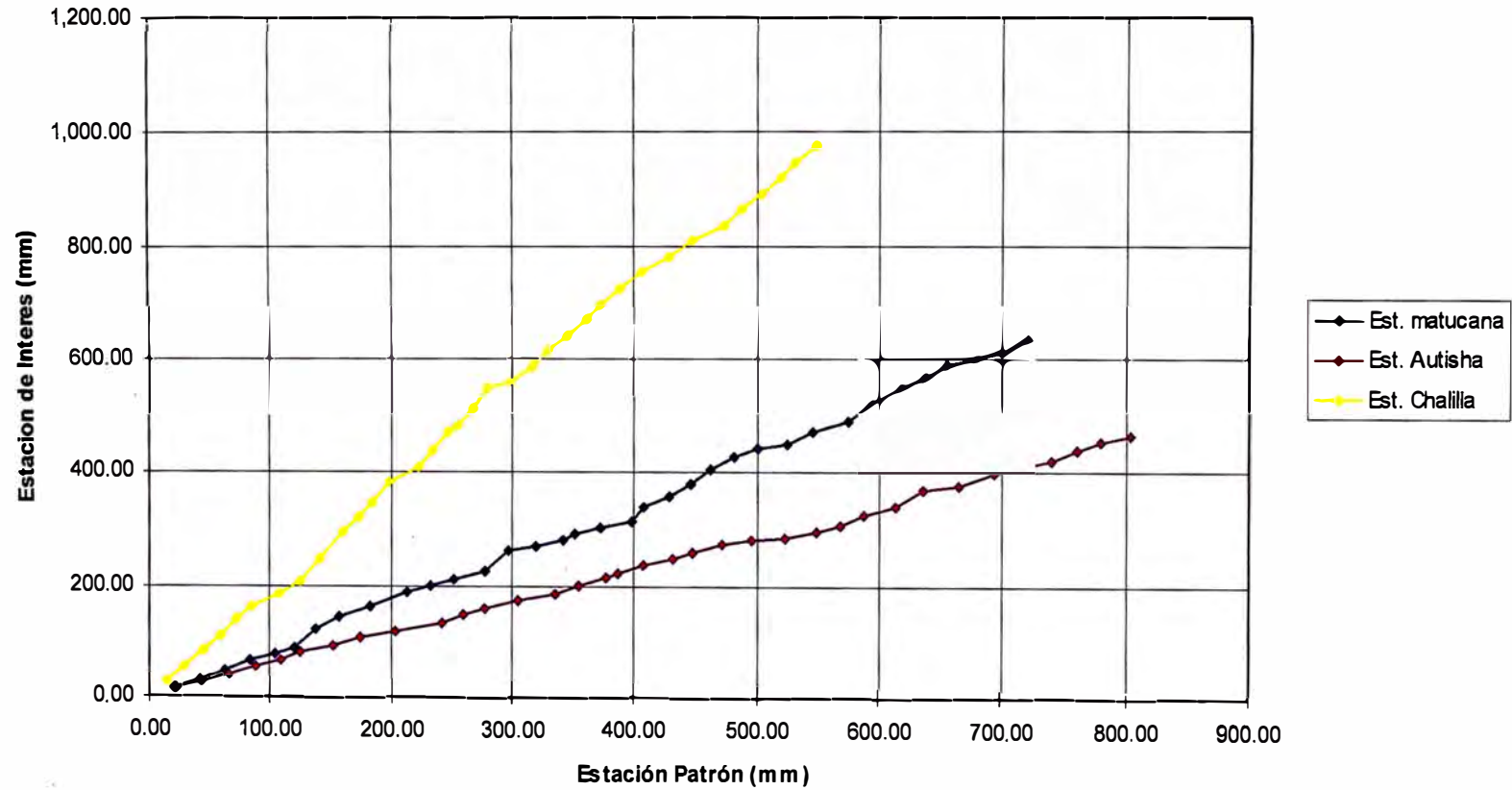
El análisis de consistencia realizada mediante la curva doble masa, ha arrojado como estación de datos más consistentes a la estación Matucana, estación con la cual se realizó la corrección de los datos de precipitación para llevar a cabo el estudio del cálculo de intensidades del proyecto.

De las Grafías realizadas se puede concluir que la estación Matucana es la más consistente, por presentar menores quiebres en la grafica, encontrándose por conveniente realizar la corrección de los datos de las demás estaciones con esta estación. Ver **GRAFICA III.2**.

CUADRO III.2
CUENCA: RIO RIMAC
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)
(Registro con Datos Completados por el Método de la Recta de Regresión para Grafica de Curva Doble Masa)

Año				SERIE N° 1		SERIE N° 2		SERIE N° 3	
	Matucana	Autisha	Challilla	Matucana Acumulado	Promedio Acumulado Autisha-Challilla	Autisha Acumulado	Promedio Acumulado Matucana-Challilla	Challilla Acumulado	Promedio Acumulado matucana-Autisha
1964	15.90	13.45	27.93	15.90	20.69	13.45	21.92	27.93	14.68
1965	14.90	13.54	27.96	30.80	41.44	26.99	43.35	55.89	28.90
1966	17.10	13.35	27.90	47.90	62.07	40.34	65.85	83.79	44.12
1967	16.70	13.38	27.91	64.60	82.71	53.72	88.15	111.70	59.16
1968	12.80	13.73	28.03	77.40	103.59	67.45	108.57	139.73	72.43
1969	12.00	13.80	20.40	89.40	120.69	81.25	124.77	160.13	85.33
1970	31.70	12.06	24.10	121.10	138.77	93.31	152.67	184.23	107.21
1971	23.30	12.80	22.60	144.40	156.47	106.11	175.62	206.83	125.26
1972	18.10	13.26	39.10	162.50	182.65	119.37	204.22	245.93	140.94
1973	25.20	12.63	50.20	187.70	214.07	132.00	241.92	296.13	159.85
1974	11.90	13.81	23.30	199.60	232.62	145.81	259.52	319.43	172.71
1975	10.80	13.90	25.30	210.40	252.22	159.71	277.57	344.73	185.06
1976	15.80	13.46	37.80	226.20	277.85	173.17	304.37	382.53	199.69
1977	35.20	11.75	25.50	261.40	296.48	184.92	334.72	408.03	223.16
1978	7.80	14.17	31.30	269.20	319.21	199.09	354.27	439.33	234.15
1979	12.30	13.77	31.60	281.50	341.90	212.86	376.22	470.93	247.18
1980	8.80	7.50	11.30	290.30	351.30	220.36	386.27	482.23	255.33
1981	12.50	13.70	29.40	302.80	372.85	234.06	407.22	511.63	268.43
1982	9.50	11.20	38.60	312.30	397.75	245.26	431.27	550.23	278.78
1983	25.00	12.65	7.90	337.30	408.02	257.91	447.72	558.13	297.61
1984	21.50	14.00	27.76	358.80	428.90	271.91	472.35	585.89	315.36
1985	19.80	6.40	27.82	378.60	446.01	278.31	496.16	613.71	328.46
1986	27.20	4.30	27.59	405.80	461.96	282.61	523.55	641.30	344.21
1987	20.90	11.60	27.78	426.70	481.65	294.21	547.89	669.08	360.46
1988	13.20	9.80	28.02	439.90	500.56	304.01	568.50	697.10	371.96
1989	10.70	20.30	28.09	450.60	524.75	324.31	587.90	725.19	387.46
1990	20.60	14.70	27.79	471.20	546.00	339.01	612.09	752.98	405.11
1991	17.60	29.70	27.88	488.80	574.79	368.71	634.83	780.86	428.76
1992	30.50	6.30	27.49	519.30	591.68	375.01	663.83	808.35	447.16
1993	30.30	23.30	27.50	549.60	617.08	398.31	692.73	835.85	473.96
1994	15.50	11.20	27.95	565.10	636.66	409.51	714.45	863.80	487.31
1995	22.30	9.30	27.74	587.40	655.18	418.81	739.47	891.54	503.11
1996	13.60	18.40	28.00	601.00	678.38	437.21	760.27	919.54	519.11
1997	9.50	14.02	28.13	610.50	699.45	451.23	779.09	947.67	530.87
1998	21.90	12.92	27.75	632.40	719.79	464.15	803.91	975.42	548.28

GRÁFICA III.2
CURVA DOBLE MASA DE PRECIPITACIONES



3.5.3 Análisis de Frecuencia

El procedimiento está basado en las diferentes distribuciones de frecuencia usadas en análisis de eventos hidrológicos máximos. Las distribuciones de frecuencia más usuales son:

- ◆ Distribución Normal (N).
- ◆ Distribución Gumbel (EV1)
- ◆ Distribución LogNormal de 2 Parámetros (LN)
- ◆ Distribución LogNormal de 3 Parámetros (3LN)
- ◆ Distribución LogPearson III (LP3).

Para el cálculo se empleó el programa de Cómputo Flood Frequency Analysis (FDR) desarrollado por Purdue University/Cairo University.

Los parámetros de las distribuciones se hallaron por los métodos de Momentos y Máxima Verosimilitud, prefiriendo el segundo sobre todo en distribuciones sesgadas.

(1) 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:

μ	\cong	Media de la muestra
σ	\cong	Desviación Standard

Considerando la variable estandarizada:

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

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

(2) Valor extremo tipo 1 (EV1)

La distribución de valores tipo 1 conocida como distribución Gumbel o doble exponencial, ha sido aplicada tanto a precipitaciones máximas como avenidas; en el Perú ha tenido buenos resultados. Su función de distribución de probabilidades es:

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

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

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

(3) 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.

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 μ y σ son la media y desviación estándar de los logaritmos de los

caudales.

(4) Distribución LogNormal de 3 Parámetros (3LN)

Esta variante de la distribución Lognormal podrá ser usada cuando la variable transformada presenta un sesgo significativo.

La función de distribución de probabilidad es:

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

la variable estandarizada es:

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

(5) Distribución LogPearson III (LP3)

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

La función de distribución de probabilidades es:

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

en este caso se tienen las relaciones adicionales:

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

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

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

Siendo “ γ ” el sesgo.

3.5.4 Análisis de Bondad de Ajuste

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

- ◆ Análisis gráfico.
- ◆ Método del error cuadrático mínimo.
- ◆ Test de Kolmogorov – Smirnov
- ◆ Test de Chi – Cuadrado χ^2

(1) El análisis gráfico

Este tipo de análisis visual consiste en analizar las gráficas correspondientes a cada distribución analizada, si los puntos que representan valores del evento se acercan a la recta o curva de mejor ajuste, dicha distribución

(2) Método del error cuadrático mínimo

El método consiste en calcular el error cuadrático:

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

Donde x_{e_i} es el i –ésimo dato estimado y x_{o_i} es el i –ésimo dato calculado con la función bajo análisis. De todas las funciones estudiadas, se selecciona la que tenga menor error medio cuadrático.

(3) 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 la **TABLA III.6**:

TABLA III.6
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	$1.22\sqrt{n}$	$1.36\sqrt{n}$	$1.63\sqrt{n}$

(4) Método o prueba χ^2

En este caso se aplicará el último por considerarlo más completo. Esta prueba fue propuesta por Karl Pearson en 1990.

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.

3.5.5 Precipitación Máxima en 24 horas

Para la determinación de las precipitaciones máximas anuales en 24 horas, para diferentes periodos de retorno, es necesario realizar una selección de estaciones de las existentes en la cuenca y de su área de influencia. Ver anexo planos (PLANO HI-01).

Como se observa en el **PLANO HI-02**, existente 6 estaciones que se encuentran vinculadas directamente con el área de estudio que abarca el presente informe, observándose que:

- ◆ Existen 3 estaciones que se encuentran próximas a la zona de estudio siendo estas, las estaciones de Matucana, Autisha y Chalilla, de estas estaciones solo la estación de Matucana cuenta con período de registro largo y pertenece directamente a la cuenca del Río Rimac, las estaciones de Autisha y Chalilla cuentan con registros de precipitaciones más cortos y se encuentran ubicadas en otras cuencas, perteneciendo la estación de Autisha a la cuenca del río santa Eulalia y la estación de Chalilla a la cuenca del río Mala.
- ◆ De las 6 estaciones seleccionadas solo 3 se encuentran próximas a la zona de estudio, siendo ellas las descritas en el párrafo anterior, las 3 restantes como la estación de Carampoma, la estación de Santa Eulalia y la estación de San José de Parac, no se encuentran próximas a la zona del proyecto, pero es de importancia considerarlas ya que de ellas depende en gran parte la variación de las precipitaciones en toda la zona de influencia, y resultan de gran ayuda al trazar las curvas isoyetas, dado que las estaciones de Santa Eulalia y Carampoma presentan un registro de precipitación con periodo largo.

Para realizar el cálculo de los valores de las precipitaciones para diferentes periodos de retorno, es necesario realizar el análisis de bondad de ajuste como procedimiento preliminar, el cual se centró solo en las 6 estaciones seleccionadas: Santa Eulalia, Autisha, Carampoma, Matucana, Chalilla y San José de Parac, y entre los métodos se usó el Test Chi2 por considerarse más completo, con lo que se comprobó que tendencia presenta cada estación en estudio y cual es la curva probabilística que mejor se ajusta a los datos obtenidos, para luego proceder al cálculo de las precipitaciones para diferentes periodos de retorno.

Los resultados del análisis de bondad de ajuste realizados para cada estación pluviométrica se muestran en los anexos del presente informe (Anexo "A" – Cuadros y Tablas y Anexo "B" – Figuras), las **TABLAS III.7** al **III.12** y las **FIGURAS III.1** al **III.6** ratifican lo calculado y nos muestran los valores obtenidos y la representación grafica de la distribución seleccionada. Los resultados nos muestran lo siguiente:

CUADRO III.3
RESULTADOS DE ANALISIS DE BONDAD DE AJUSTE

Estación	1ra. Distribución	2da. Distribución	Figura
Santa Eulalia	LN3P	GUMBEL	Nº 01
Autisha	LN3P	LN2P	Nº 02
Carampoma	LN3P	LN2P	Nº 03
Matucana	LN3P	LP3	Nº 04
Chalilla	LN3P	NORMAL	Nº 05
San Jose de Parac	LN3P	LP3	Nº 06

Observándose que las primeras distribuciones son LN3P, mientras que las segundas distribuciones son LP3, LN2P, GUMBEL Y NORMAL, se opta por la distribución probabilística LN3P para realizar los cálculos de precipitaciones para los diferentes periodos de retorno requerido.

Los valores para diferentes Periodos de Retorno de las estaciones seleccionadas que se encuentran cercanas al área en estudio del Km 63+000 al Km 66+000 son las mostradas en la **TABLA III.13**.

TABLA III.7
ESTACIÓN SANTA EULALIA

Station: 1

N = 35, Mean = 10.63, Std. Dev. = 9.12

At-site : Cv = 0.86, Cs = 1.02, Ck = 3.29
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Normal (3) Distribution, ML Method

Parameter	a	mu	sigma
At-Site	-1.937304	2.257452	0.775866
Regional	-9.913329	2.989653	0.254864

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	17.64	23.90	28.48	4.70
20.00	5.00	20.32	32.31	30.16	7.35
50.00	2.00	23.64	45.10	NaN	12.14
100.00	1.00	26.05	56.18	NaN	16.87
200.00	0.50	28.41	68.59	NaN	22.64

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	1.80	0.970	Accepted at 95% level
Klomogorov-Smirnov	0.08	0.950	Accepted at 95% level

Input File

Method
Maximum Likelihood

Distribution
Three-parameter Lognormal (LN3)

Copyright © 1997-2004
Dr. K. H. Hamed, Cairo University
Prof. A. R. Rao, Purdue University

Moments
Biased

Plotting Position
a: 0 b: 1

Station No.
1

Return Period
[10 20 50 100 200]

Close

**TABLA III.8
ESTACIÓN AUTISHA**

Station: 2

N = 16, Mean = 13.23, Std. Dev. = 6.82

At-site : Cv = 0.52, Cs = 1.03, Ck = 4.31
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Normal (3) Distribution, ML Method

Parameter	a	mu	sigma
At-Site	0.138883	2.447227	0.506495
Regional	-12.340862	3.208689	0.254864

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	21.96	22.26	25.22	3.89
20.00	5.00	25.29	26.72	NaN	5.60
50.00	2.00	29.43	32.84	NaN	8.51
100.00	1.00	32.43	37.68	NaN	11.17
200.00	0.50	35.37	42.74	NaN	14.25

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	2.00	0.960	Accepted at 95% level
Klomogorov-Smirnov	0.07	0.999	Accepted at 95% level

Input File

Method
Maximum Likelihood

Distribution
Three-parameter Lognormal (LN3)

Copyright © 1997-2004
Dr. K. H. Hamed, Cairo University
Prof. A. R. Rao, Purdue University

Moments
Biased

Plotting Position
a: 0 b: 1

Station No.
2

Return Period
[10 20 50 100 200]

Close

TABLA III.9
ESTACIÓN CARAMPOMA

Station: 3

N = 34, Mean = 22.38, Std. Dev. = 5.76

At-site : Cv = 0.26, Cs = 0.20, Ck = 2.58
Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Normal (3) Distribution, ML Method

Parameter	a	mu	sigma
At-Site	-29.971250	3.952044	0.108379
Regional	-20.870660	3.734118	0.254864

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	37.15	29.82	30.95	1.53
20.00	5.00	42.78	32.23	32.77	1.95
50.00	2.00	49.77	35.04	NaN	2.63
100.00	1.00	54.85	36.99	NaN	3.21
200.00	0.50	59.82	38.83	NaN	3.83

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	2.71	0.911	Accepted at 95% level
Kolmogorov-Smirnov	0.06	0.954	Accepted at 95% level

Input File

Method
Maximum Likelihood

Distribution
Three-parameter Lognormal (LN3)

Copyright © 1997-2004
Dr. K. H. Hamed, Cairo University
Prof. A. R. Rao, Purdue University

Moments
Biased

Plotting Position
a 0 b 1

Station No. Return Period
3 [10 20 50 100 200]

Close

TABLA III.10
ESTACIÓN MATUCANA

Station: 4

N = 35, Mean = 18.07, Std. Dev. = 7.15

At-site : Cv = 0.40, Cs = 0.68, Ck = 2.89
Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Normal (3) Distribution, ML Method

Parameter	a	mu	sigma
At-Site	2.749416	2.620483	0.474463
Regional	-16.852658	3.520282	0.254864

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	30.00	27.99	30.38	2.81
20.00	5.00	34.54	32.74	32.40	4.01
50.00	2.00	40.18	39.16	NaN	6.03
100.00	1.00	44.29	44.19	NaN	7.87
200.00	0.50	48.30	49.40	NaN	9.98

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	0.89	0.996	Accepted at 95% level
Klomogorov-Smirnov	0.06	0.971	Accepted at 95% level

Input File:

Method: Maximum Likelihood

Distribution: Three-parameter Lognormal (LN3)

Moments: Biased

Plotting Position: a b

Station No.: 4

Return Period: [10 20 50 100 200]

Copyright © 1997-2004
Dr. K. H. Hamed, Cairo University
Prof. A. R. Rao, Purdue University

Close

TABLA III.11
ESTACIÓN CHALILLA

Station: 5

N = 15, Mean = 27.89, Std. Dev. = 10.92

At-site : Cv = 0.39, Cs = 0.09, Ck = 3.81
Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Normal (3) Distribution, ML Method

Parameter	a	mu	sigma
At-Site	-305.000238	5.807320	0.031698
Regional	-26.016269	3.954495	0.254864

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	46.30	41.52	43.54	3.90
20.00	5.00	53.32	45.53	NaN	4.83
50.00	2.00	62.04	50.11	NaN	6.37
100.00	1.00	68.37	53.19	NaN	7.68
200.00	0.50	74.57	56.03	NaN	9.07

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	2.60	0.919	Accepted at 95% level
Kolmogorov-Smirnov	0.12	0.979	Accepted at 95% level

Input File:

Method: Maximum Likelihood

Distribution: Three-parameter Lognormal (LN3)

Moments: Biased

Plotting Position: a | 0 b | 1

Station No.: 5

Return Period: [10 20 50 100 200]

Copyright © 1997-2004
Dr. K. H. Hamed, Cairo University
Prof. A. R. Rao, Purdue University

Close

TABLA III.12
ESTACIÓN SAN JOSE DE PARAC

Station: 6

N = 21, Mean = 21.74, Std. Dev. = 7.49

At-site : Cv = 0.34, Cs = 0.79, Ck = 4.46
Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Normal (3) Distribution, ML Method

Parameter	a	mu	sigma
At-Site	-3.207299	3.174696	0.290676
Regional	-20.275244	3.705174	0.254864

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	36.09	31.51	29.04	3.05
20.00	5.00	41.55	35.38	40.71	4.11
50.00	2.00	48.35	40.25	NaN	5.85
100.00	1.00	53.28	43.83	NaN	7.38
200.00	0.50	58.11	47.37	NaN	9.07

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	7.57	0.372	Accepted at 95% level
Kolmogorov-Smirnov	0.10	0.972	Accepted at 95% level

Method
 Maximum Likelihood

Distribution
 Three-parameter Lognormal (LN3)

 Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

Moments
Plotting Position
 a b

Station No.

Return Period

FIGURA III.1
ESTACIÓN SANTA EULALIA

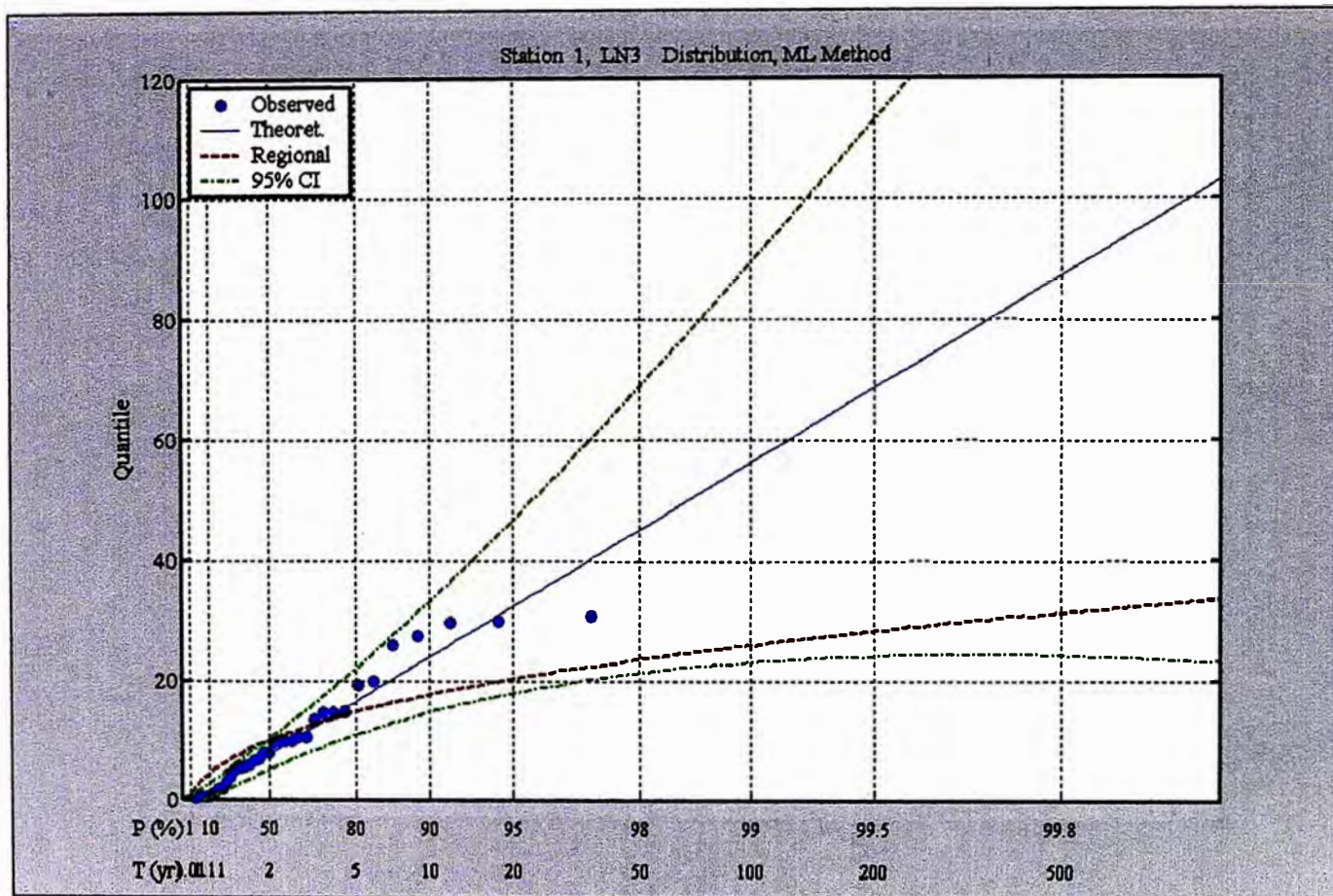


FIGURA III.2
ESTACIÓN AUTISHA

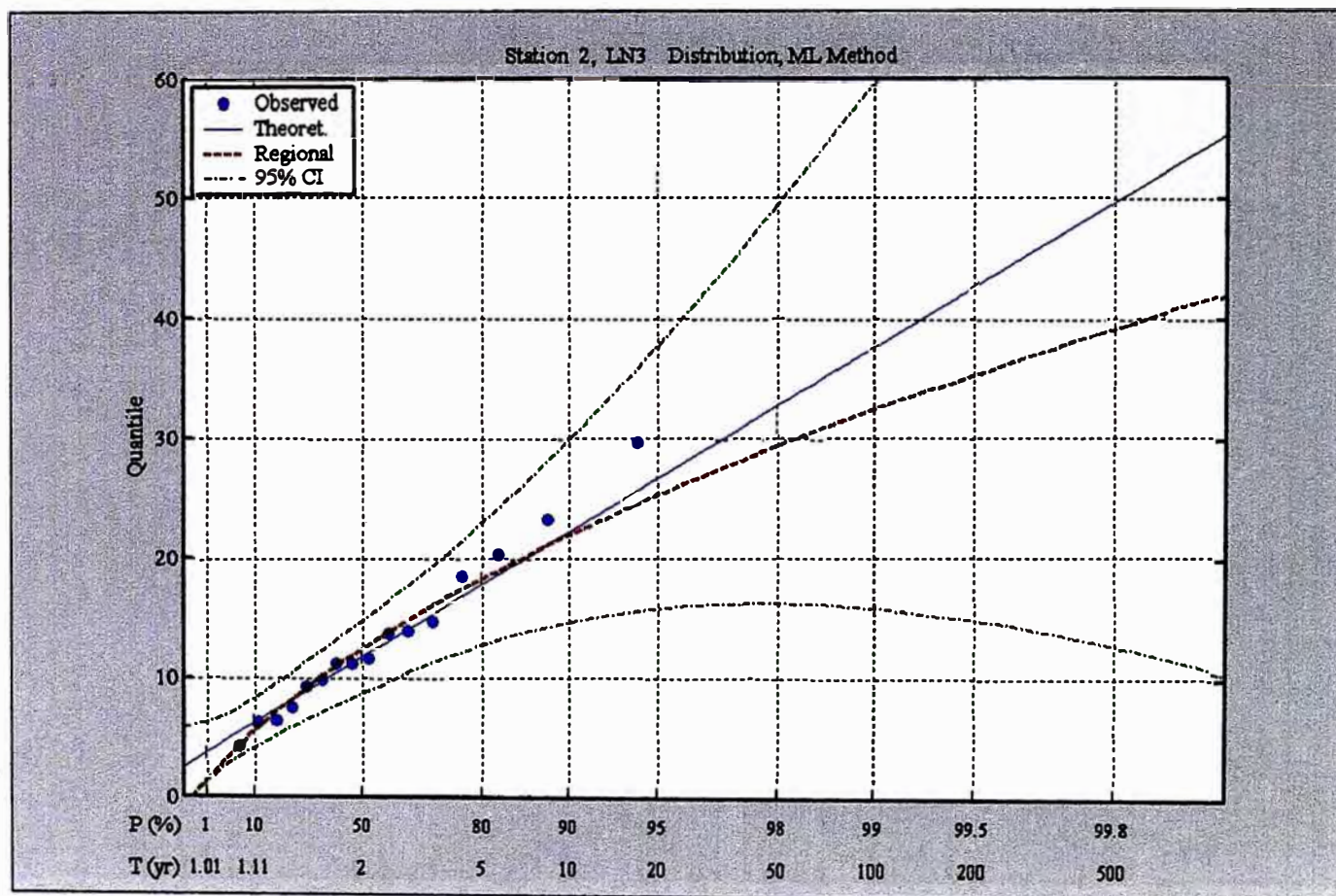


FIGURA III.3
ESTACIÓN CARAMPOMA

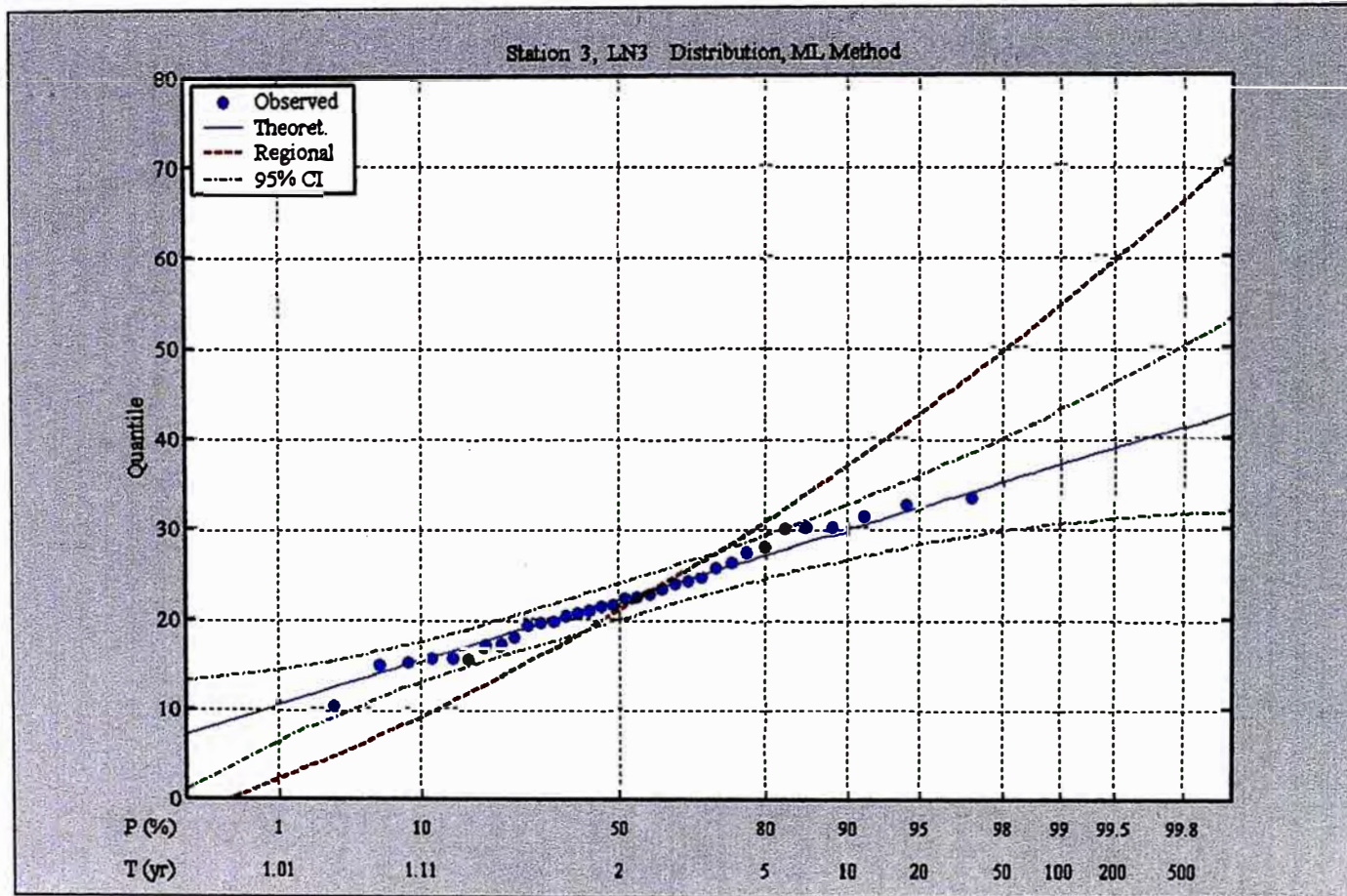


FIGURA III.4
ESTACIÓN MATUCANA

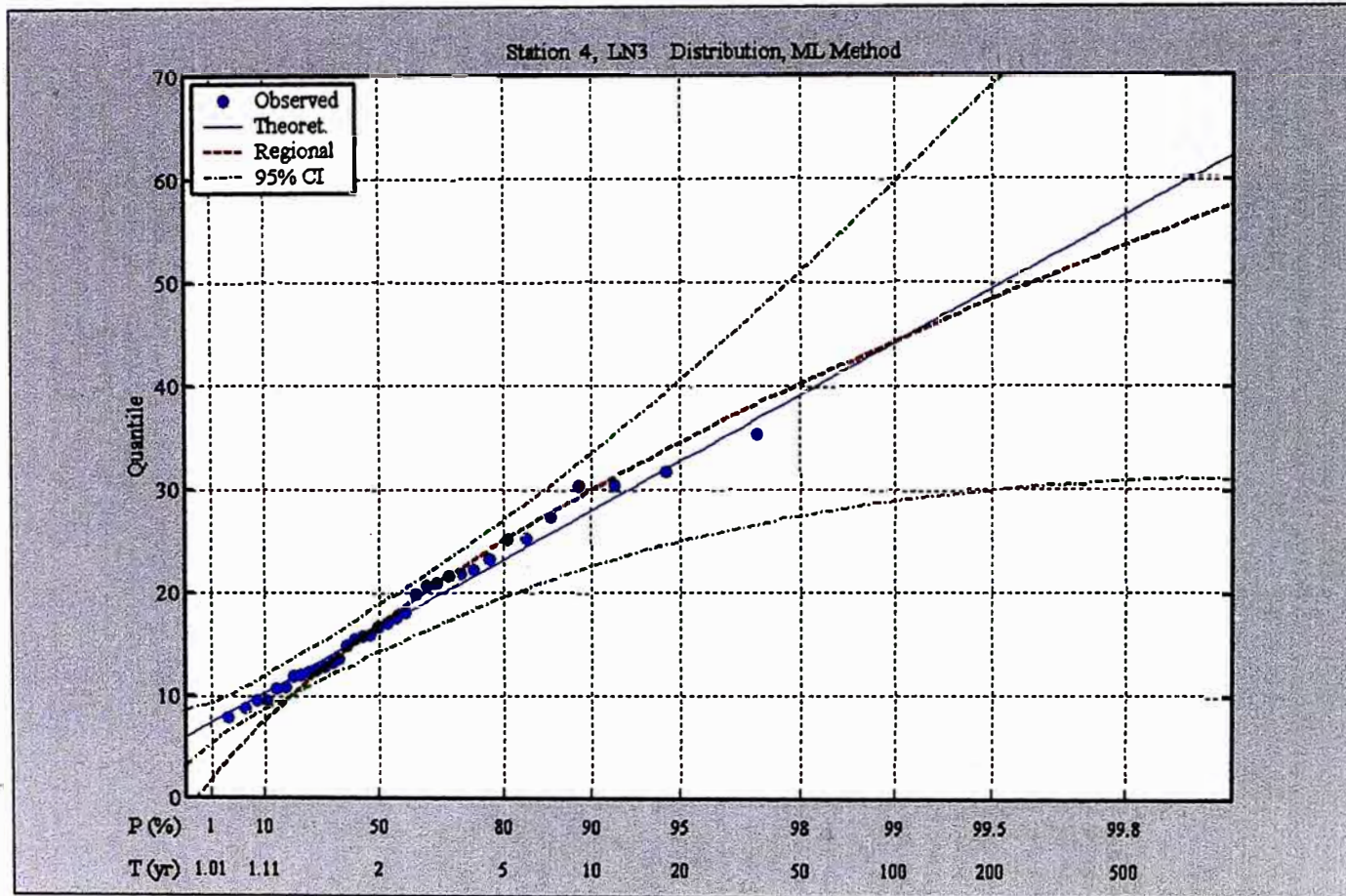


FIGURA III.5
ESTACIÓN CHALILLA

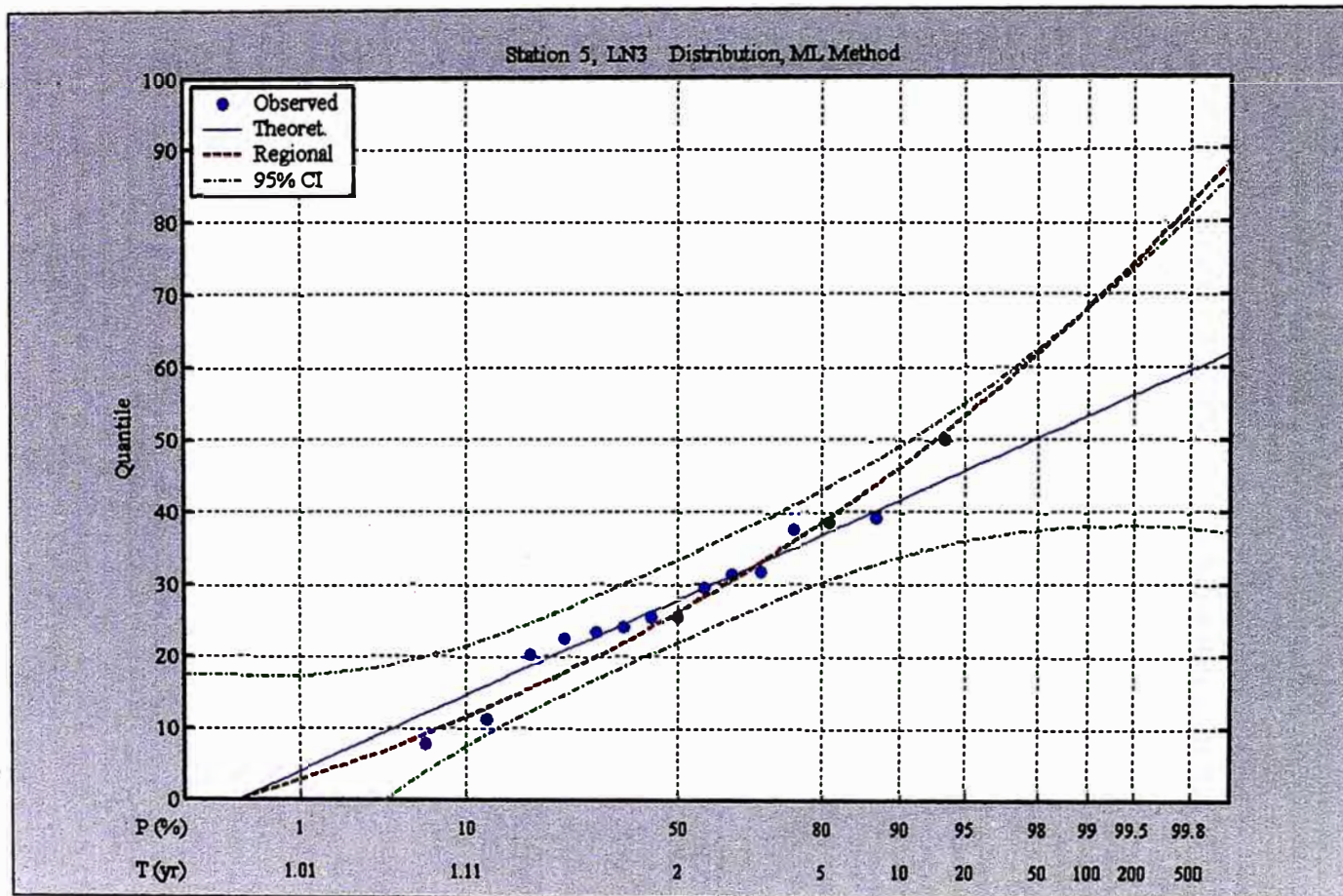


FIGURA III.6
ESTACIÓN SAN JOSE DE PARAC

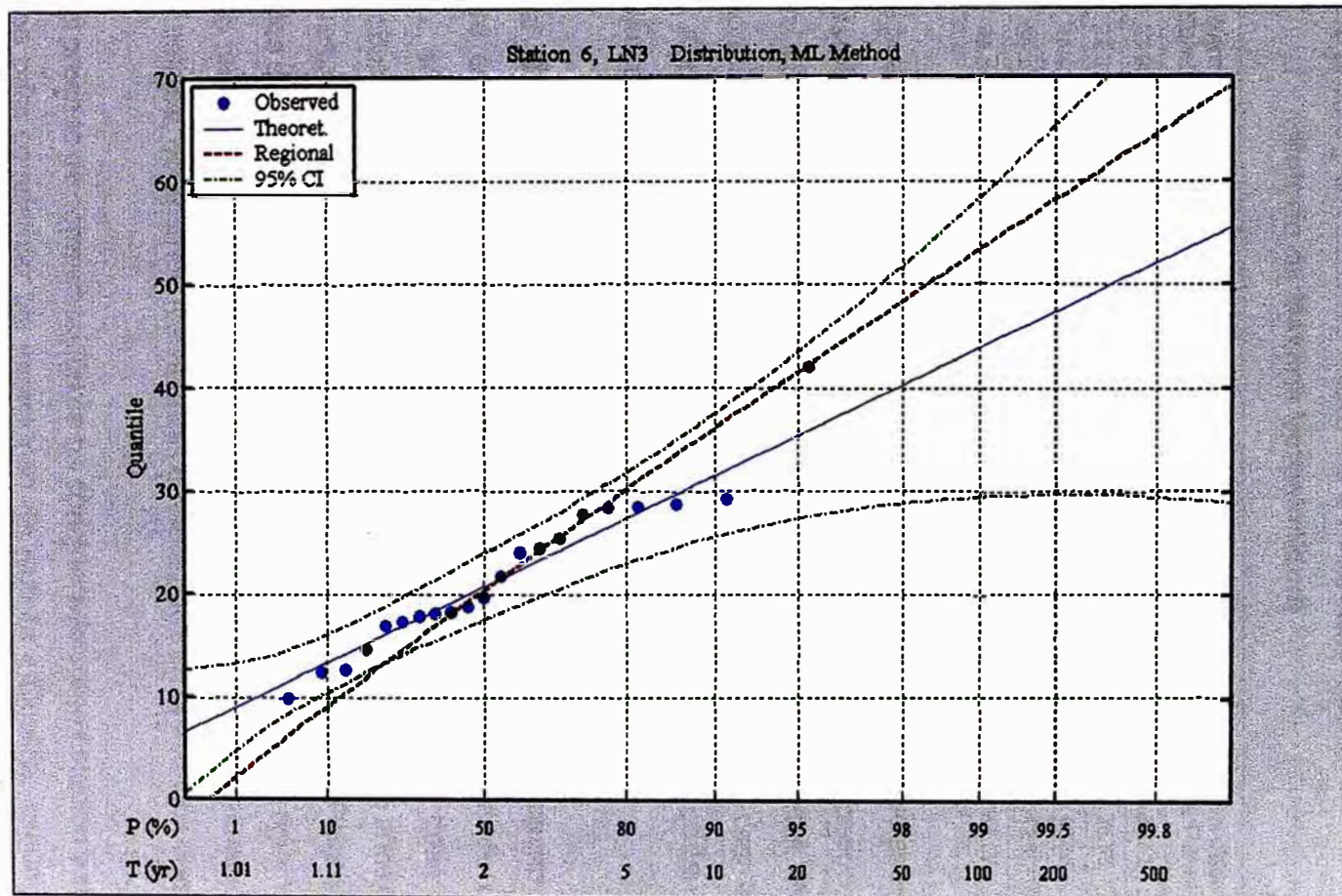


TABLA III.13
PRECIPITACIONES (mm) PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO-
AÑOS
DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL DE 3 PARÁMETROS
(Método de Máxima Verosimilitud)

P. Retorno	Santa Eulalia	Autisha	Carampoma	Matucana	Chalilla	San Jose de Parac
10	23.90	22.26	29.82	27.99	41.52	31.51
20	32.31	26.72	32.23	32.74	45.53	35.38
50	45.10	32.84	35.04	39.16	50.11	40.25
100	56.18	37.68	36.99	44.19	53.19	43.83
200	68.59	42.74	38.83	49.40	56.03	47.37

Los valores de precipitaciones obtenidas en la **TABLA III.13**, han sido calculados con todos los datos de cada estación, que presentan registros en base a periodos históricos; pero como se puede apreciar en la **TABLA III.4** y **GRAFICA III.1** algunas estaciones carecen de registros continuos, como lo son para este caso las estaciones de Autisha, Chalilla y San José de Parac, por lo que es importante realizar un reajuste o corrección por Período de Registro.

De acuerdo al Geological Survey, el proceso de compensación, reajuste o corrección será de la forma siguiente: tomando una estación de Período de Registro largo, se le limita a los años de una estación corta y se halla la distribución probabilística en ambas, que están en iguales condiciones de años de registro, sus resultados se correlacionan obteniendo una ecuación. Para los mismos periodos de retorno, se consideran los resultados obtenidos en la estación larga, con todo su período y, estos valores ingresan como datos en la ecuación anteriormente hallada, obteniendo los valores compensados en la estación corta.

Para realizar el proceso de compensación se ha considerado como estación base la de Matucana para compensar las estaciones de Autista y Chalilla; según lo demostrado en el ítem 3.5.2 Análisis de Consistencia del presente capítulo y la estación San José de Parac por encontrarse dentro de una misma cuenca con condiciones geográficas y climáticas similares.

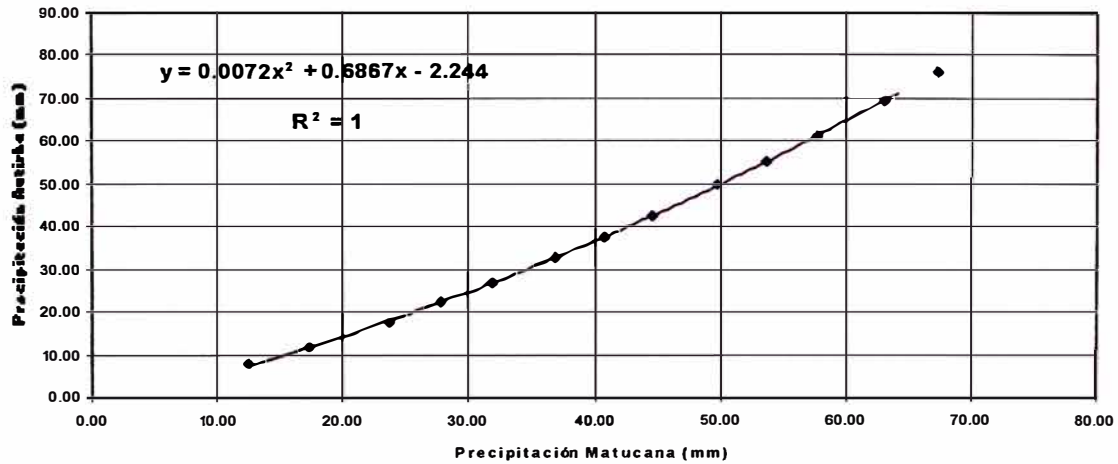
Como ilustración se presenta el caso de las estaciones Autisha, Chalilla y San José de Parac, corregidas en base a los valores obtenidos para la estación Matucana, con un registro similar al de la estación en análisis, es decir con datos de precipitaciones para los mismos años de registro (Periodo Corto), para lo cual se realizará el análisis de bondad de ajuste y distribución probabilística para todas las estaciones a corregir, tomando en cuenta una mayor cantidad de datos correspondientes a diferentes periodos de retorno tal como se muestran en los anexos del presente informe (Anexo "A" – Cuadros y Tablas y Anexo "B" – Figuras) y según se detalla en los **CUADRO III.4, CUADRO III.5 y CUADRO III.6**, los valores obtenidos para las estaciones de Matucana, Autista, Chalilla Y San José de Parac respectivamente.

Con los valores de las precipitaciones obtenidos para diferentes periodos de retorno para las estaciones, se procedió a realizar la correlación y la generación de la curva de tendencia que mejor se ajuste a los valores obtenidos, tal como se muestran en la **GRAFICA III.3, GRAFICA III.4 y GRAFICA III.5**.

CUADRO III.4
PRECIPITACIONES (mm) PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO-
AÑOS
DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL DE 3 PARÁMETROS
(Periodo Corto de la Estación Matucana – Estación Autisha)

Periodo de Retorno	Estación Matucana	Estación Autisha
1.25	12.48	7.68
2	17.26	11.70
5	23.66	17.84
10	27.84	22.26
20	31.81	26.72
50	36.93	32.84
100	40.77	37.68
200	44.62	42.74
500	49.76	49.79
1000	53.70	55.42
2000	57.70	61.32
5000	63.10	69.56
10000	67.27	76.15

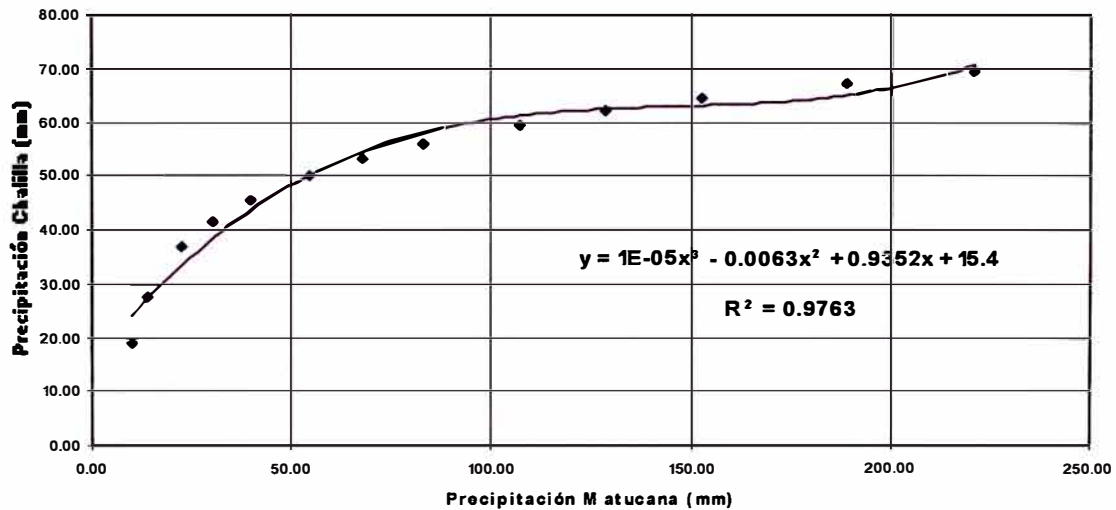
GRAFICA III.3
GRAFICA EST. MATUCANA VS. EST. AUTISHA



CUADRO III.5
**PRECIPITACIONES (mm) PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO-
 AÑOS**
DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL DE 3 PARÁMETROS
(Periodo Corto de la Estación Matucana – Estación Chalilla)

Periodo de Retorno	Estación Matucana	Estación Chalilla
1.25	10.11	18.97
2	14.11	27.73
5	22.63	36.72
10	30.43	41.52
20	39.66	45.53
50	54.39	50.11
100	67.70	53.19
200	83.10	56.03
500	107.06	59.51
1000	128.22	61.97
2000	152.27	64.31
5000	189.00	67.24
10000	220.91	69.36

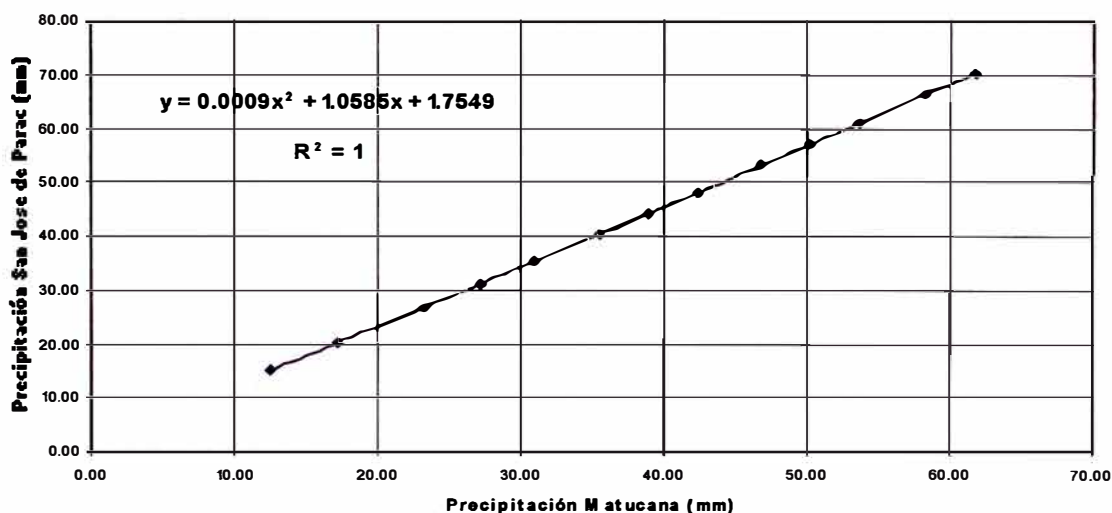
GRAFICA III.4
GRAFICA EST. MATUCANA VS. EST. CHALILLA



CUADRO III.6
PRECIPITACIONES (mm) PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO-
AÑOS
DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL DE 3 PARÁMETROS
(Periodo Corto de la Estación Matucana – Estación San José de Parac)

Periodo de Retorno	Estación Matucana	Estación San José de Parac
1.25	12.55	15.21
2	17.24	20.25
5	23.34	26.90
10	27.23	31.19
20	30.86	35.22
50	35.48	40.39
100	38.90	44.24
200	42.29	48.07
500	46.78	53.17
1000	50.19	57.06
2000	53.62	60.99
5000	58.21	66.27
10000	61.72	70.33

GRAFICA III.5
GRAFICA EST. MATUCANA VS. EST. SAN JOSE DE PARAC



Con las expresiones obtenidas y reemplazando en las ecuaciones los valores de las precipitaciones para diferentes periodos de retorno, del periodo largo de la estación Matucana, se obtienen los valores compensados de las precipitaciones de las estaciones Autisha, Chalilla y San José de Parac.

Los valores compensados de las estaciones con periodos de registro cortos, son las mostradas en la **TABLA III.14**.

TABLA III.14
PRECIPITACIONES MAXIMAS COMPENSADAS (mm)

P. Retorno	Autisha	Chalilla	San Jose de Parac
10	22.62	36.86	32.09
20	27.96	39.62	37.37
50	35.69	42.96	44.59
100	42.16	45.29	50.29
200	49.25	47.43	56.24

Los valores para periodos de diseño 10, 20 y 50 años se han afectado, de acuerdo a la referencia (3) presente en la bibliografía, por un factor de corrección cuyo valor es 1.13 que toma en cuenta el número de lecturas en el pluviómetro/día, que se asume por seguridad en 1 vez/día.

Los resultados obtenidos para todas las estaciones analizadas, se dan en la **TABLA III.15**. Con esta información se tiene las Isoyetas para precipitaciones máximas de 10, 20 y 50 que son los periodos de retorno de interés para el presente estudio, (Ver Anexo “D” - Planos).

TABLA III.15
PRECIPITACIONES CORREGIDAS (mm) PARA DIFERENTES
PERIODOS DE RETORNO

P. Retorno	Santa Eulalia	Autisha	Carampoma	Matucana	Chalilla	San Jose de Parac
P-10	27.01	25.56	33.70	31.63	41.65	36.26
P-20	36.51	31.59	36.42	36.99	44.77	42.23
P-50	50.96	40.33	39.60	44.25	48.55	50.38
P-100	63.48	47.64	41.80	49.93	51.17	56.82
P-200	77.51	55.65	43.88	55.82	53.60	63.55

3.5.6 Trazado de Curvas Isoyetas

El trazado de isoyetas se ha efectuado siguiendo la metodología siguiente:

En el plano de la cuenca, donde se ubican las estaciones pluviométricas con sus respectivos valores de precipitación (precipitación máxima en 24 hrs, para un período de retorno dado), se realiza una interpolación lineal determinándose así los puntos de precipitación entera (50 mm, 60 mm, etc.). Uniendo estos puntos se tiene el trazo inicial de isoyetas.

Por la naturaleza de la interpolación (proceso geométrico) se hace necesario realizar una corrección teniendo en cuenta aspectos cualitativos como temperatura y tendencia de la velocidad del viento. Otra fuente cualitativa muy usada en el país lo constituye la Carta Nacional del IGN a escala 1:100 000 publicada en colores. En ella se puede distinguir las áreas con vegetación, las áridas y hasta con nevados; información que permite aumentar la densidad de curvas en zonas con vegetación y bajarlas en zonas áridas, asimismo en zonas de nevados deben pasar las isoyetas de precipitación alta.

Las curvas isoyetas trazadas, nos permiten calcular de una manera muy precisa la precipitación media de determinada cuenca en estudio, siendo el procedimiento:

1. Trazar las isoyetas, interpolando entre las diversas estaciones, de modo similar como se trazan las curvas de nivel.
2. Hallar las áreas a_1, a_2, \dots, a_n entre cada 2 isoyetas seguidas;
3. Si p_0, p_1, \dots, p_n son las precipitaciones anuales representadas por las isoyetas respectivas, entonces la precipitación media anual en la cuenca se calcula mediante la siguiente expresión:

$$p = \frac{\left(\frac{p_0 + p_1}{2}\right)a_1 + \dots + \left(\frac{p_{n-1} + p_n}{2}\right)a_n}{a_1 + a_2 + \dots + a_n}$$

Siendo “p” la precipitación media anual en la cuenca

Las curvas isoyetas trazadas para diferentes periodos de retorno de 10, 20 y 50 años, para los diferentes grupos de estaciones en evaluación, se presentan en el Anexo “D” – Planos del presente informe, siendo las estaciones en evaluación agrupadas las mostradas a continuación:

DESCRIPCION	ESTACIONES EN EVALUACION	PLANO DE ISOYETAS		
		PR – 10 AÑOS	PR – 20 AÑOS	PR – 50 AÑOS
Grupo N° 01	<ul style="list-style-type: none"> • Estación Santa Eulalia • Estación Autisha • Estación Carampoma • Estación Matucana • Estación Chalilla • Estación San José de Parac 	HI - 03	HI - 04	HI - 05
Grupo N° 02	<ul style="list-style-type: none"> • Estación Santa Eulalia • Estación Autisha • Estación Matucana • Estación Chalilla 	HI - 06	HI - 07	HI - 08
Grupo N° 03	<ul style="list-style-type: none"> • Estación Matucana 			

CAPITULO IV/:

ANALISIS DE SUBCUENCAS

4.0 ANALISIS DE SUBCUENCAS

Para la realización del análisis de subcuencas, en base a la información cartográfica se ha delimitado la principal cuenca de la quebrada que desfoga a través del tramo de la carretera en estudio, siendo la quebrada Huacre la única presente en este tramo de estudio, se ha determinado los parámetros físicos e hidrológicos para la estimación de su aporte hídrico en aquellas que constituyen riesgo para la vía. Ver **PLANO HI-09** del Anexo “D” - Planos.

4.1 Características Fisiográficas

En el Tramo de la Carretera Héroes de la Breña (Carretera Central), entre los kilómetros: Km 63+000 – Km 66+000 el trazo de la vía se desarrolla por una topografía que se va tornando en accidentada. El cauce del río Rímac se va encañonando y se mantiene en la margen izquierda de la carretera, captando en su recorrido el aporte hídrico de la quebrada Huacre y de tributarios menores. El cauce de la quebrada que incide en la carretera presenta fuerte pendiente en su parte alta siendo moderada en su descarga al río.

La ubicación e incidencia en la carretera o río y la obra de arte en el cruce de la vía se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO IV.1
CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS DE LA QUEBRADA
HUACRE

Cuenca N°	Nombre	Ubicación (km)	Incidencia		Obra de arte en cruce
			Carretera	Río	
001	Qda. Huacre	64+670	DER	IZQ	Alc. Marco

La quebrada Huacre cruza la vía en el km. 64+670 a través de un a alcantarilla del tipo marco de 2.00x2.00 m de concreto armado, que presenta una estructura de ingreso del tipo alero recto, protegido con erocado en las paredes laterales y el piso, tal como se muestra en la **FOTO H.1**. Una vista aguas arriba del cauce de la quebrada se muestra en la **FOTO H.2 y FOTO H.3**, notándose que la vegetación existente aguas arriba en toda la quebrada huacre es de carácter temporal, en

donde podemos encontrar árboles, arbustos y pastos, ver Anexo “C” – Panel Fotográfico.

De la inspección y evaluación de campo realizada a la zona del proyecto, se encontró la ocurrencia de erosión en la margen izquierda del río que requiere protección, tal como se aprecia en el Anexo “C” - Panel Fotográfico (ver FOTO H.4 – FOTO H.9), fenómeno que se presenta entre las progresivas del km 64+640 al Km 64+700, la erosión es producida por las corrientes del río que en épocas de avenidas alcanzan grandes velocidades ocasionando la socavación de la base de las estructuras expuestas a las corrientes, se puede apreciar también el estado de conservación en la que se encuentran el muro de protección con gaviones, que se encuentra muy deteriorado, producto de las fuertes corrientes existentes en este tramo en curva del Río Rimac, resultando la necesidad de plantear alternativas de protección como Muros de Enrocado para Defensa de Ribera.

4.2 Parámetros Físicos y Geomorfológicos

La extensión de la subcuenca N° 001 (Quebrada Huacre), se ha delimitado en la hoja Matucana 24 k a escala 1:100,000 siguiendo la línea de cumbres para determinar el área drenante y se determinó la longitud del cauce principal desde sus nacientes hasta la intersección con la vía, el perímetro de la cuenca, las altitudes máxima y mínima del cauce principal para determinar la pendiente del curso hídrico. Los resultados se muestran en el cuadro siguiente:

CUADRO IV.2
PARAMETROS FISICOS Y GEOMORFOLOGICOS DE LA QUEBRADA
HUACRE

Cuenca N°	Nombre	Area (km ²)	Long. Cauce (km)	Perímetro (km)	Cota max. (msnm)	Cota min. (msnm)	Pendiente (m/m)
001	Qda. Huacre	7.36	3.95	12.20	3600	1905	0.4291

4.3 Parámetros Hidrológicos

4.3.1 Tiempo de Concentración

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

(1) Fórmula de Kirpich:

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

donde:

T_c	=	tiempo de concentración en hrs
L	=	longitud del cauce principal en km
S	=	pendiente entre altitudes máximas y mínimas del cauce en m/m

(2) Fórmula de Hathaway:

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

en la cual:

T_c	=	tiempo de concentración en hrs
L	=	longitud del cauce principal en km
n	=	factor de rugosidad
S	=	pendiente en m/m

(3) Fórmula del US Corps of Engineers:

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

donde:

T_c	=	tiempo de concentración en hrs
-------	---	--------------------------------

L = longitud del cauce en km.
S = pendiente en m/m.

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

CUADRO IV.3
TIEMPOS DE CONCENTRACION DE LA QUEBRADA
HUACRE

Cuenca N°	Longitud Cauce (km)	Pendiente (m/m)	Factor de Rugosidad	Tiempo de concentración (horas)		
				Kirpich	Hathaway	Corps of Engineers
001	3.95	0.4291	0.2	0.264	0.662	1.001

Para determinar las intensidades en la cuenca, se ha procedido a calcular las precipitaciones máximas según lo indicado en los planos de isoyetas de acuerdo a los grupos de estaciones meteorológicas en evaluación (Ver anexo “D” – Planos), de los tiempos de concentración obtenidos, se ha asumido para el análisis el correspondiente al método del US Corps of Engineers.

4.3.2 Precipitación Máxima

La precipitación máxima caída sobre las subcuencas (Quebrada Huacre), se determinó con los planos de isoyetas trazadas para períodos de retorno de 10, 20 y 50 años, de cada grupo de estaciones en evaluación (Grupo N° 01 y Grupo N° 02) y adicionalmente se consideró los valores obtenidos de las precipitaciones para diferentes periodos de retorno de la estación Matucana, por encontrarse esta dentro de la cuenca en estudio y cerca al tramo en evaluación (Grupo N° 03), según lo definido en el ítem 4.5.6 Trazado de Curvas Isoyetas del presente informe. (Ver Anexo “D” – Planos),

La superposición de las isoyetas sobre el plano de subcuencas, permitió calcular en forma ponderada la lluvia promedio en el área drenante, Los resultados obtenidos para la precipitación máxima en la cuenca según cada grupo de estaciones en evaluación y para periodos de retorno diferentes, se presenta en el cuadro adjunto:

CUADRO IV.4
PRECIPITACION MAXIMA PROMEDIO EN LA CUENCA SEGÚN
PERIODO DE RETORNO

Cuenca N°	Nombre	Ubicación (km)	Estaciones en Evaluación	Período de retorno (años)	Precipitación (mm)
001	Qda. Huacre	64+670	Grupo N° 01	10	33.29
				20	38.86
				50	46.49
			Grupo N° 02	10	33.38
				20	39.01
				50	46.93
			Grupo N° 03	10	31.63
				20	36.99
				50	44.25

4.3.3 Intensidad

La intensidad es la cuantificación de la cantidad de agua que cae, se puede expresar en mm, cm o pulg/hora; se define como lluvia, correspondiente al tiempo de concentración y se calcula en base al método de la Soil Conservation Service como:

$$I = 0.280049 \frac{P}{T_c^{0.6}}$$

Donde:

T_c = tiempo de concentración en hrs
P = Precipitación en mm

4.4 Estimación de Caudales Máximos

Para la estimación del caudal de diseño en la subcuenca (Quebrada Huacre), se ha utilizado el método Racional, por presentar un superficie de 7.36 Km².

(1) Método Racional

Este método es aplicable a cuencas pequeñas, con áreas menores a 10 km², El caudal máximo está dado por la expresión:

$$Q = 0.278 CIA$$

Donde

Q	=	Caudal de diseño en m ³ /s
C	=	Coefficiente de escorrentía
I	=	Intensidad de la lluvia en mm/h
A	=	Área de la cuenca en km ²

El coeficiente de escorrentía es la variable menos precisa en el método racional (Véase cuadro adjunto) utilizada para la aplicación de la fórmula racional.

TABLA IV.1
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA C – MÉTODO RACIONAL (*)

Características de la superficie	Período de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano 0.-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano 0.-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano 0.-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

(*) Tomada de "Hidrología Aplicada" de Ven Te Chow

Drenaje transversal

Se refiere al drenaje de subcuencas que desfogan a través de la carretera.

Para determinar las intensidades en la cuenca, se ha procedido a calcular las precipitaciones máximas según lo indicado en los planos de isoyetas, del **CUADRO IV.3** de los tiempos de concentración obtenidos, se ha asumido para el análisis el correspondiente al método del US Corps of Engineers.

Para determinar las descargas pico en las subcuencas se ha usado el método Racional, por presentar áreas menores a 10.00 Km². Los resultados se muestran en el **CUADRO IV.5**.

Los parámetros físicos área, longitud de cuenca, pendiente, han sido recopilados en el **CUADRO IV.2** del ítem 4.2. Asimismo, la precipitación máxima en 24 horas se presenta en el **CUADRO IV.4** del ítem 4.3.2.

Los caudales calculados se muestran en el cuadro siguiente:

CUADRO IV.5
CAUDAL MAXIMO EN SUBCUENCA SEGÚN
PERIODO DE RETORNO

Cuenca N°	Nombre	Area cuenca (km ²)	Estaciones en Evaluación	Periodo de retorno (años)	Precipitación (mm)	Intensidad (mm/hr)	C	Caudal (m ³ /s)
001	Qda. Huacre	7.36	Grupo N° 01	10	33.29	9.32	0.42	8.01
				20	38.86	10.88	0.46	10.24
				50	46.49	13.01	0.49	13.05
			Grupo N° 02	10	33.38	9.34	0.42	8.03
				20	39.01	10.92	0.46	10.28
				50	46.93	13.13	0.49	13.07
			Grupo N° 03	10	31.63	8.85	0.42	7.61
				20	36.99	10.35	0.46	9.74
				50	44.25	12.38	0.49	12.42

El coeficiente de escorrentía “C”, ha sido obtenido del cuadro de coeficientes de escorrentía – Método Racional (Hidrología Aplicada, Ven Te Chow), asumido para áreas de pastizales temporales con pendientes superiores a 7.0%, estos valores se han obtenido para cada periodo de retorno solicitado, según se detalla en el **CUADRO IV.5**.

4.5 Comparación de Resultados Obtenidos

La comparación de los resultados obtenidos se realizará, para los caudales máximos generados y que se dan origen dentro de la quebrada Huacre, en función a los grupos de estaciones en evaluación y considerando el cálculo de las intensidades para diferentes periodos de retorno, con tiempos de concentración diferentes calculados por los métodos presentados en el ítem 4.3.1, según se detalla en el cuadro siguiente:

CUADRO IV.6
CAUDALES MAXIMOS EN SUBCUENCA SEGÚN
PERIODO DE RETORNO
(En Funcion al Tiempo de Concentración)

Estaciones en Evaluación	Periodo de retorno (años)	Precipitación (mm)	C	Kirpch Tc=0.264 hrs		Hathaway Tc=0.662 hrs		Corps Of Engineers Tc=1.001 hrs	
				Intensidad (mm/hr)	Caudal (m ³ /s)	Intensidad (mm/hr)	Caudal (m ³ /s)	Intensidad (mm/hr)	Caudal (m ³ /s)
Grupo N° 01	10	33.29	0.42	20.73	17.81	11.94	10.26	9.32	8.01
	20	38.86	0.46	24.20	22.77	13.94	13.12	10.88	10.24
	50	46.49	0.49	28.95	29.02	16.68	16.72	13.01	13.05
Grupo N° 02	10	33.38	0.42	20.79	17.86	11.97	10.29	9.34	8.03
	20	39.01	0.46	24.29	22.86	13.99	13.17	10.92	10.28
	50	46.93	0.49	29.22	29.30	16.83	16.88	13.13	13.07
Grupo N° 03	10	31.63	0.42	19.70	16.93	11.35	9.75	8.85	7.61
	20	36.99	0.46	23.03	21.68	13.27	12.49	10.35	9.74
	50	44.25	0.49	27.55	27.63	15.87	15.91	12.38	12.42

Como se puede apreciar en el **CUADRO IV.6**, los valores de los caudales obtenidos en función al tiempo de concentración, para diferentes periodos de retorno, presenta gran variación cuando se comparan, encontrándose que estos valores influyen directamente en las dimensiones de las obras de arte y drenaje, cuando se realiza el diseño de las estructuras de evacuación que sean necesarias construir.

CAPITULO V:

DISEÑO DE OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

5.0 DISEÑO DE OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

5.1 Aspectos Generales

El sistema de drenaje debe disminuir en lo posible la cantidad de agua que pueda alcanzar a las diversas partes del camino y si llegara se deberá evacuar. Es por eso que se hace necesario adoptar sistemas para acoplarlos, encauzarlos y extraerlos, es entonces que el drenaje deberá controlar el movimiento de las aguas superficiales y subterráneas con la finalidad de no dañar la estructura del camino. El agua en movimiento o estancada es perjudicial a las carreteras, en el primer caso su poder erosivo origina fallas y deslizamientos en los caminos, y en segundo lugar causan el ablandamiento del terraplén.

Para ilustrar el presente capítulo, se ha procedido a tomar como datos necesarios para llevar a cabo los cálculos en el diseño de las alcantarilla y cunetas, aquellos que han sido encontrados y verificados durante la inspección y evaluación de campo realizada en la zona del proyecto, durante la realización del Curso de Titulación Profesional.

En el tramo evaluado de la carretera Cocachacra – Matucana entre las progresivas del Km 63+000 al Km 66+000, se ha verificado los intervalos de evacuación de las cunetas y las distancias de separación existente entre las alcantarillas, tomando para el presente análisis aquellas en donde se presente los casos más desfavorables, es decir aquellas que presentan una mayor distancia de separación entre alcantarillas y una mayor longitud de evacuación para las cunetas.

5.2 Alcantarillas

Criterios de Diseño

Para el diseño de la sección hidráulica de las alcantarillas de alivio, se ha seguido la práctica que consiste en analizar el caso más desfavorable en cuanto a área de escurrimiento y pendiente para el respectivo cálculo de la sección hidráulica requerida.

Como síntesis de la evaluación realizada en campo se puede mencionar que, la mayoría de alcantarillas encontradas son para descarga de cunetas, denominadas “de alivio” habiéndose registrado una sección mínima de diámetro 24” (0.60 m) y una tipo arco de 36” de concreto. Estas alcantarillas están funcionando aceptablemente, pero existe la posibilidad que algunas fallen debido a que se encuentran parcialmente obstruidas, notándose que requieren limpieza, sin embargo de la evaluación se concluyó que es necesario hacer el reemplazo de 02 de ellas, una por que presenta su diámetros de 24” y la otra es la del tipo arco, esto debido a que no cumplen con la mínima sección requerida que exige el reglamento, para una mejor ilustración de lo encontrado en campo, ver Anexo “C” – Panel Fotográfico.

Para este caso se realizará el análisis de diseño de la estructura de la alcantarilla, que cumpla con las condiciones siguientes:

- ◆ Intervalo entre alcantarillas de alivio: Existen 09 alcantarillas. El intervalo promedio es de 235 m, sin embargo existen zonas en las que la distancia es mayor, por lo que tomaremos los casos de la alcantarilla ubicada en la progresiva del Km 65+390 cuya longitud de cuneta es 368 m y la alcantarilla ubicada en la progresiva del Km 64+109 que es 258 m. Existen intervalos mayores entre alcantarillas, pero éstos tienen desfogues intermedios hacia el talud externo.
- ◆ El ancho por considerar en la evaluación será de 120 m medida desde el inicio de la alcantarilla hasta más allá de la cabecera del talud de corte y de 3.60 m del eje de pista (centro de bombeo) hasta el inicio de la alcantarilla.
- ◆ El área media de escurrimiento con los valores precedentes será:

$$AT = \text{Área de Ladera (A1)} + \text{Área de Pavimento (A2)}$$

Siendo:

$$A1 = 368 \text{ m} \times 120 \text{ m} = 44,160 \text{ m}^2$$

$$A2 = 368\text{m} \times 3.60 \text{ m} = 1,324.80 \text{ m}^2$$

$$AT = 45,484.80 \text{ m}^2 \text{ (4.55 Ha)}$$

Cálculo de caudales: aplicando el Método Racional

$$Q = 0.278 CIA$$

Q = Caudal de diseño en m³/seg.

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de lluvia en mm/h

A = Áreas de escurrimiento en Km²

En el presente caso los datos son:

C = 0.44 (Según **TABLA IV.1** Coeficientes de Escorrentía del Capítulo IV - Análisis de Subcuencas para pendientes de 2 a 7% y periodo de retorno de 25 años en caso de alcantarillas)

$$A = 0.045 \text{ Km}^2$$

Aplicamos la ecuación de intensidad obtenido de la distribución de precipitaciones en 24 horas en base al método de Soil Conservation Service según lo analizado en el estudio de Hidrología:

$$I = 0.280049 \frac{P}{T_c^{0.6}}$$

Como caso particular se realizará el análisis para El “tiempo de concentración” según la formula de Hathaway, para luego proseguir de forma similar con las demás ecuaciones presentadas para los tiempos de concentración, siendo estas las formulas de Kirpich y la del Corps of Engineers, el desarrollo de la ecuación se realizará para pendientes que varían entre 2 y 7% por encontrarse las pendientes del tramo en estudio en estos rangos, con los valores proporcionados y reemplazando en la formula:

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

T_c = tiempo de concentración en horas

L = longitud del tramo por drenar o del cauce principal en Km

n = factor de rugosidad

S = pendiente en m/m

Selección del Coeficiente de Rugosidad de Manning (n):

Se tendrá muy en cuenta los factores que afectan el coeficiente de rugosidad de Manning, ya que no existe un único valor para este factor, pues es muy variable y depende de ciertos números de factores.

Para la seleccionar el valor de “n” apropiado para diferentes condiciones de diseño, resulta muy útil tener un conocimiento básico de los siguientes factores:

- a. Rugosidad superficial
- b. Vegetación
- c. Irregularidad del canal
- d. Alineamiento del canal
- e. Sedimentación y socavación
- f. Obstrucción
- g. Tamaño y forma del canal
- h. Nivel y caudal
- i. Cambio estacional
- j. Material en suspensión y carga de lecho

Según Cowan, el valor de “n” puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m_5$$

donde n₀ es un valor básico de n para un canal recto, uniforme y liso en los materiales involucrados, n₁ es un valor que debe agregarse al n₀ para corregir el

efecto de las rugosidades superficiales, n_2 es un valor para considerar las variaciones en forma y tamaño de la sección transversal del canal, n_3 es un valor para considerar las obstrucciones, n_4 es un valor para considerar la vegetación y las condiciones de flujo, y m_5 es un factor de corrección de los efectos por meandros en el canal. Los valores apropiados de n_0 a n_4 y m_5 pueden seleccionarse en la **TABLA V.1** de acuerdo con las condiciones dadas:

TABLA V.1
VALORES PARA EL CÁLCULO DEL COEFICIENTE
DE RUGOSIDAD

CONDICIONES DEL CANAL		VALORES	
Material Involucrado	Tierra	n_0	0.020
	Corte en roca		0.025
	Grava fina		0.024
	Grava gruesa		0.028
Grado de Irregularidad	Suave	n_1	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la Sección Transversal	Gradual	n_2	0.000
	Ocasionalmente alternante		0.005
	Frecuentemente alternante		0.010 – 0.015
Efecto Relativo de las Obstrucciones	Insignificante	n_3	0.000
	Menor		0.010 – 0.015
	Apreciable		0.020 – 0.030
	Severo		0.040 – 0.060
Vegetación	Baja	n_4	0.005 – 0.010
	Media		0.010 – 0.025
	Alta		0.025 – 0.050
	Muy alta		0.050 – 0.100
Grado de los Efectos por Meandros	Menor	m_5	1.00
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

(*) Tomada de "Hidráulica de Canales Abiertos" de Ven Te Chow

Los valores asumidos para los diferentes valores de n_0 a n_4 y m_5 , en función a la **TABLA V.1** para determinar el valor de "n", han sido: $n_0 = 0.028$, $n_1 = 0.020$, $n_2 = 0.015$, $n_3 = 0.060$, $n_4 = 0.050$ y $m_5 = 1.15$, tomadas en función a las condiciones propias observadas en campo, con los valores obtenidos y reemplazando en la fórmula se obtiene:

$$n = (0.028 + 0.020 + 0.015 + 0.060 + 0.050) \times 1.15 = 0.19895$$

$$n = 0.20 \text{ aproximadamente asumido para análisis}$$

Para: $L = 0.368 \text{ Km}$ $n=0.20$ $S=0.06$ (6% caso más desfavorable)

El tiempo de concentración arroja

$$T_c = 0.346 \text{ hr}$$

El caudal pico llega a las estructuras después de 21 minutos de iniciada la lluvia, con lo cual se tiene lo siguiente:

$$I = 0.5260 \text{ P}$$

Para el cálculo del caudal aplicamos la Fórmula Racional:

$$Q = 0.278 \text{ CIA}$$

Para los valores $C = 0.44$ $A = 0.045 \text{ Km}^2$ se tiene:

$$Q = 0.0055 \text{ I}$$

Se completa el cálculo con las precipitaciones máximas calculadas para la cuenca en estudio del Capítulo IV - Análisis de Subcuencas y para diferentes tiempos de concentración (ver cuadro siguiente).

CUADRO V.1
CAUDALES MAXIMOS PARA DISEÑO DE ALCANTARILLAS SEGÚN
PERIODO DE RETORNO
(En Funcion al Tiempo de Concentración)

Estaciones en Evaluación	Periodo de retorno (años)	Precipitación (mm)	C	Kirpch Tc=0.091 hrs		Hathaway Tc=0.346 hrs		Corps Of Engineers Tc=0.239 hrs	
				Intensidad (mm/hr)	Caudal (m ³ /s)	Intensidad (mm/hr)	Caudal (m ³ /s)	Intensidad (mm/hr)	Caudal (m ³ /s)
Grupo N° 01	20	38.86	0.44	45.85	0.25	20.57	0.11	25.69	0.14
Grupo N° 02	20	39.01	0.44	46.02	0.25	20.65	0.11	25.79	0.14
Grupo N° 03	20	36.99	0.44	43.64	0.24	19.58	0.11	24.45	0.13

De acuerdo a los cálculos realizados y en base a las secciones mínimas encontradas en alcantarillas de alivio, que son:

TMC ø 24" cuya sección es 0.28 m²

Arco ø 36" cuya sección es 0.325 m²

Se ha verificado cual es el diámetro mínimo de la alcantarilla del tipo TMC a emplear, tomando la sección tubo ø 24" y arco de ø 36" que es el caso de las alcantarillas existentes consideradas para este análisis de verificación por ser las de menor sección, cuya capacidad con la pendiente crítica según tabla que se adjunta en el Apéndice de este volumen son de 0.425 m³/seg y 1.13 m³/seg respectivamente. Con estos datos la verificación arroja el resultado siguiente:

Capacidad tubo 24" :

- ◆ con pendiente crítica = 0.425 m³/seg ≥ Q_{diseño}
- ◆ con pendiente mínima 0.5 % = 0.283 m³/seg ≥ Q_{diseño}

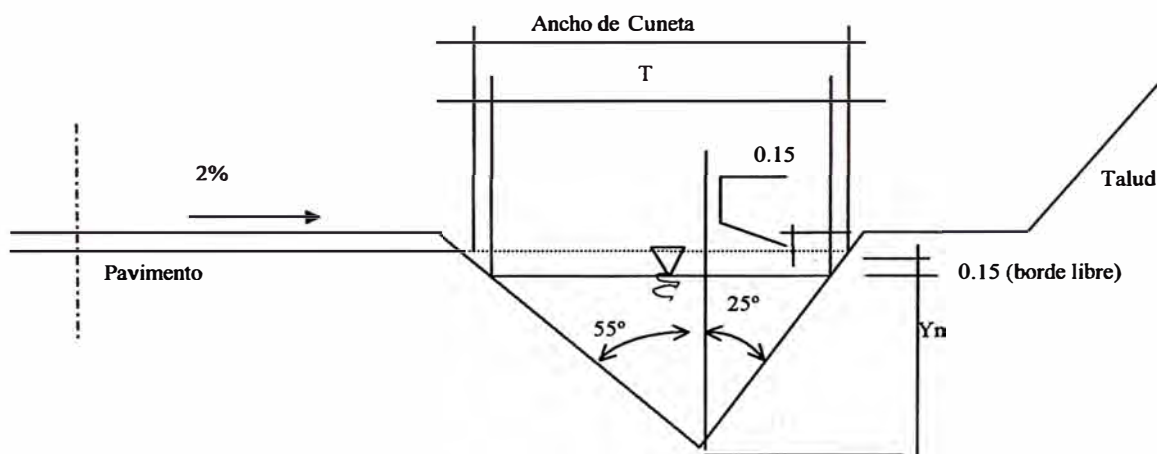
Capacidad tubo 36" :

- ◆ con pendiente crítica = 1.13 m³/seg ≥ Q_{diseño}
- ◆ con pendiente mínima 0.5 % = 0.878 m³/seg ≥ Q_{diseño}

Como se puede apreciar, de lo analizado para las estructuras existentes de las alcantarillas con dimensiones mínimas, se encontró que estas cumplen adecuadamente su función hidráulica, pero en el campo se ha notado deficiencia en cuanto a su adecuado mantenimiento y limpieza, razón por la que se ha optado por cambiar estas estructuras a un diámetro mínimo mas comercial y que el reglamento lo exige, siendo este de TMC \varnothing 36" y que la alcantarilla diseñada de TMC \varnothing 36" cumplirá adecuadamente su función de evacuación de las aguas transportadas por las cunetas en todo este tramo.

5.3 Cunetas

Considerando la ventaja que ofrece la cuneta con sección en "V" en el Proyecto se ha utilizado este tipo de perfil, asumiendo para el cálculo preliminar la siguiente geometría:



Para el dimensionamiento de la cuneta se ha utilizado la fórmula de Manning, cuya ecuación es la siguiente:

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

Donde:

- A = Área de la sección de la corriente en metros cuadrados
- R = Radio Hidráulico en metros

$S =$ Pendiente hidráulica en m/m

$n =$ Coeficiente de rugosidad de Mannig

Los valores del coeficiente de rugosidad de Manning se muestran en el cuadro siguiente:

TABLA V.2
CUADRO DE COEFECIENTES DE RUGOSIDAD (MANNING)

MATERIAL	COEFICIENTE
Cuneta en tierra	0.030
Cuneta en roca	0.040
Cuneta revestida concreto	0.016

En el diseño de cunetas se han limitado al máximo las velocidades de la corriente, ya que a partir de cierta velocidad la corriente erosiona las paredes de la cuneta, en dependencia del tipo de revestimiento de la cuneta y/o el terreno que la conforma. Los valores de las velocidades máximas no erosivas se muestran en el siguiente cuadro.

TABLA V.3
CUADRO DE VELOCIDADES MAXIMAS NO EROSIVAS

MATERIAL	VELOCIDAD EN m/seg.
Limo	0.30
Arena	0.60
Grava	1.20
Suelos Arcillosos	1.20
Ripio o conglomerado consolidado	2.00
Rocas Sedimentarias	4.50
Concreto	6.00

En todos los sectores del tramo en análisis se ha considerado el diseño de las cunetas con revestimiento, utilizándose concreto $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$.

Criterios de Diseño

Considerando que la longitud del tramo en evaluación es corta (3.0 Km) y siendo la condición homogénea, se ha tomado en consideración en el cálculo de las dimensiones de la cuneta, los sectores más representativos, que se ubican entre las progresivas del Km 65+390 al Km 65+770.50, presentando una longitud de 380.50 m y por lo tanto es el caso crítico que requiere análisis.

Para este caso se realizará el análisis de diseño de la estructura de la cuneta, que cumpla con las condiciones siguientes:

- ◆ Longitud máxima de transporte de agua es de 380.50 m.
- ◆ El ancho por considerar en la evaluación será de 120 m medida desde la ubicación de la cuneta en el borde de la pista, hasta más allá de la cabecera del talud de corte y de 3.60 m del eje de pista (centro de bombeo) hasta el inicio de la alcantarilla.
- ◆ El área media de escurrimiento con los valores precedentes será:

$$AT = \text{Área de Ladera (A1)} + \text{Área de Pavimento (A2)}$$

Siendo:

$$A1 = 380.50 \text{ m} \times 120 \text{ m} = 45,660 \text{ m}^2$$

$$A2 = 380.50 \text{ m} \times 3.60 \text{ m} = 1,369.80 \text{ m}^2$$

$$AT = 47,029.80 \text{ m}^2 \text{ (4.70 Ha)}$$

Para el cálculo del caudal aplicamos la Fórmula Racional, donde el caudal que escurre y transporta la cuneta esta constituido por el caudal que escurre por la ladera adyacente (Q_t), más el caudal que escurre por el pavimento (Q_p).

$$Q = 0.278 \text{ CIA}$$

En el presente caso los datos son:

$C = 0.44$ (Según **TABLA IV.1** Coeficientes de Escorrentía del Capítulo IV - Análisis de Subcuencas para pendientes de 2 a 7% y periodo de retorno de 25 años en caso de alcantarillas)

$A = 0.047 \text{ Km}^2$

Aplicamos la ecuación de intensidad obtenido de la distribución de precipitaciones en 24 horas en base al método de Soil Conservation Service según lo analizado en el estudio de Hidrología:

$$I = 0.280049 \frac{P}{T_c^{0.6}}$$

Como caso particular de igual forma que para el diseño de las alcantarillas, se realizará el análisis para El “tiempo de concentración” según la formula de Hathaway, para luego proseguir de forma similar con las demás ecuaciones presentadas para los tiempos de concertación, siendo estas las formulas de Kirpich y la del Corps of Engineers, el desarrollo de la ecuación se realizará para pendientes que varían entre 2 y 7% por encontrarse las pendientes del tramo en estudio en estos rangos, con los valores proporcionados y reemplazando en la formula:

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

T_c = tiempo de concentración en horas

L = longitud del tramo por drenar o del cauce principal en Km

n = factor de rugosidad

S = pendiente en m/m

Para: $L = 0.3805 \text{ Km}$ $n=0.20$ $S=0.06$ (6% caso más desfavorable)

El valor de "n", ha sido seleccionado en función a la **TABLA V.1**, de acuerdo a lo calculado en el ítem 5.3 Criterio de Diseño de Alcantarillas.

El tiempo de concentración arroja

$$T_c = 0.352 \text{ hr}$$

El caudal pico llega a las estructuras después de 21 minutos de iniciada la lluvia, con lo cual se tiene lo siguiente:

$$I = 0.524 \text{ P}$$

Para el cálculo del caudal aplicamos la Fórmula Racional:

$$Q = 0.278 \text{ CIA}$$

Para los valores $C = 0.44$ $A = 0.047 \text{ Km}^2$ se tiene:

$$Q = 0.0057 \text{ I}$$

Se completa el cálculo con las precipitaciones máximas calculadas para la cuenca en estudio del Capítulo IV - Análisis de Subcuencas y para diferentes tiempos de concentración (ver cuadro siguiente).

CUADRO V.2
CAUDALES MAXIMOS PARA DISEÑO DE CUNETAS SEGÚN
PERIODO DE RETORNO
(En Funcion al Tiempo de Concentración)

Estaciones en Evaluación	Periodo de retorno (años)	Precipitación (mm)	C	Kirpch Tc=0.093 hrs		Hathaway Tc=0.352 hrs		Corps Of Engineers Tc=0.246 hrs	
				Intensidad (mm/hr)	Caudal (m ³ /s)	Intensidad (mm/hr)	Caudal (m ³ /s)	Intensidad (mm/hr)	Caudal (m ³ /s)
Grupo N° 01	20	38.86	0.44	45.25	0.26	20.36	0.12	25.25	0.15
Grupo N° 02	20	39.01	0.44	45.43	0.26	20.44	0.12	25.34	0.15
Grupo N° 03	20	36.99	0.44	43.08	0.25	19.38	0.11	24.03	0.14

El cálculo de la sección hidráulica de la cuneta proyectada se realizará en base al gráfico presentado de la geometría que tendrá la cuneta, de la cual se tendrá como valor incógnita al tirante de agua "Y_n" y las demás dimensiones y parámetros que presenta la cuneta se colocarán en función al tirante, encontrándose que:

$$\text{Área mojada} = 0.9470 Y_n^2$$

$$\text{Perímetro mojado} = 2.8460 Y_n$$

$$\text{Radio Hidráulico} = 0.3328 Y_n$$

Reemplazando estos valores en la formula de Manning y para las condiciones de análisis siguientes:

Pendiente predominante en el tramo: $S = 0.06$

Coeficiente de Manning : $n = 0.016$ (ver **TABLA V.2**)

Se obtiene la siguiente expresión:

$$Q = 6.962 Y_n^{8/3}$$

Remplazando los valores del caudal de diseño obtenido, presentado en el **CUADRO V.2** y despejando el valor de Y_n, se obtiene las dimensiones de la cuneta proyectada, siendo esta:

CUADRO V.3
DIMENSIONES DE CUNETA PROYECTADA
SEGÚN CAUDAL MAXIMO DE DISEÑO
(En Funcion al Tiempo de Concentración por Kirpch)

Estaciones en Evaluación	Kirpch Tc=0.093 hrs						
	Caudal (m ³ /s)	Y _n (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	Ancho de Cuneta (m)	Altura Total (m)
Grupo N° 01	0.26	0.35	0.12	1.00	0.12	0.95	0.50
Grupo N° 02	0.26	0.35	0.12	1.00	0.12	0.95	0.50
Grupo N° 03	0.25	0.35	0.12	1.00	0.12	0.95	0.50

CUADRO V.4
DIMENSIONES DE CUNETA PROYECTADA
SEGÚN CAUDAL MAXIMO DE DISEÑO
(En Funcion al Tiempo de Concentración por Hathaway)

Estaciones en Evaluación	Hathaway Tc=0.352 hrs						
	Caudal (m ³ /s)	Y _n (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	Ancho de Cuneta (m)	Altura Total (m)
Grupo N° 01	0.12	0.25	0.06	0.71	0.08	0.76	0.40
Grupo N° 02	0.12	0.25	0.06	0.71	0.08	0.76	0.40
Grupo N° 03	0.11	0.25	0.06	0.71	0.08	0.76	0.40

CUADRO V.5
DIMENSIONES DE CUNETA PROYECTADA
SEGÚN CAUDAL MAXIMO DE DISEÑO
(En Funcion al Tiempo de Concentración por Corps of Enginners)

Estaciones en Evaluación	Corps Of Engineers Tc=0.246 hrs						
	Caudal (m ³ /s)	Y _n (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	Ancho de Cuneta (m)	Altura Total (m)
Grupo N° 01	0.15	0.30	0.09	0.85	0.11	0.85	0.45
Grupo N° 02	0.15	0.30	0.09	0.85	0.11	0.85	0.45
Grupo N° 03	0.14	0.30	0.09	0.85	0.11	0.85	0.45

Las dimensiones y los parámetros de la cuneta presentada en los cuadros, han sido debidamente redondeadas con la finalidad de presentar dimensiones técnicamente constructivas y reales, con lo cual se ha procedido a verificar la velocidad de erosión y a calcular el caudal máximo de transporte por la cuneta.

Verificación de la Velocidad de Erosión:

Calcularemos la velocidad del flujo en la cuneta, para lo cual emplearemos la fórmula de Mannig:

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

Donde:

- V = Velocidad en m/seg
- R = Radio Hidraulico en metros
- S = Pendiente
- n = Coeficiente de Mannig

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

Donde:

- R = Radio Hidraulico en metros
- A = Area Mojada en metros cuadrados
- P = Perímetro Mojado en metros

Con los valores y parámetros obtenidos de las dimensiones de la cuneta, mostrados en los cuadros, **CUADRO V.3 al CUADRO V.5**, y reemplazando en la fórmula mostrada, calculamos el valor de la velocidad del flujo de agua y con ella procedemos a calcular el caudal transportado en la cuneta, según la expresión:

$$Q = A \times V$$

Donde:

Q = caudal evacuado en m³/seg

A = Área mojada en m²

V = velocidad del flujo en la cuneta en m/seg

Reemplazando los valores calculados de A y V, se obtiene el caudal máximo de transporte en la cuneta, resultados que se presentan en los siguientes cuadros:

CUADRO V.6
DIMENSIONES DE CUNETA PROYECTADA
Y PARAMETROS DE DISEÑO
(En Funcion al Tiempo de Concentración por Kirpch)

Estaciones en Evaluación	Kirpch Tc=0.093 hrs							
	Y _n (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	Velocidad (m/s)	Caudal (m ³ /s)	Ancho de Cuneta (m)	Altura Total (m)
Grupo N° 01	0.35	0.12	1.00	0.12	3.73	0.45	0.95	0.50
Grupo N° 02	0.35	0.12	1.00	0.12	3.73	0.45	0.95	0.50
Grupo N° 03	0.35	0.12	1.00	0.12	3.73	0.45	0.95	0.50

CUADRO V.7
DIMENSIONES DE CUNETA PROYECTADA
Y PARAMETROS DE DISEÑO
(En Funcion al Tiempo de Concentración por Hathaway)

Estaciones en Evaluación	Hathaway Tc=0.352 hrs							
	Y _n (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	Velocidad (m/s)	Caudal (m ³ /s)	Ancho de Cuneta (m)	Altura Total (m)
Grupo N° 01	0.25	0.06	0.71	0.08	2.94	0.18	0.76	0.40
Grupo N° 02	0.25	0.06	0.71	0.08	2.94	0.18	0.76	0.40
Grupo N° 03	0.25	0.06	0.71	0.08	2.94	0.18	0.76	0.40

CUADRO V.8
DIMENSIONES DE CUNETA PROYECTADA
Y PARAMETROS DE DISEÑO
(En Funcion al Tiempo de Concentración por Corps of Engineers)

Estaciones en Evaluación	Corps Of Engineers Tc=0.246 hrs							
	Y _n (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	Velocidad (m/s)	Caudal (m ³ /s)	Ancho de Cuneta (m)	Altura Total (m)
Grupo N° 01	0.30	0.09	0.85	0.11	3.42	0.31	0.85	0.45
Grupo N° 02	0.30	0.09	0.85	0.11	3.42	0.31	0.85	0.45
Grupo N° 03	0.30	0.09	0.85	0.11	3.42	0.31	0.85	0.45

Como se puede apreciar de los cálculos realizados y de los resultados mostrados en los cuadros, **CUADRO V.6** al **V.8** los valores correspondientes a la velocidad de erosión, están muy por debajo de la velocidad máxima erosiva para cunetas revestidas con concreto $f'c=140$ kg/cm², que según la **TABLA V.3** es de 6.00 m/seg.

Los valores obtenidos de los caudales máximos de transporte en la cuneta, son mayores que los caudales de diseño asumidos, con lo cual queda verificada la sección de cuneta proyectada

CONCLUSIONES

De la realización, evaluación y análisis del presente Informe de Suficiencia, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- ◆ La evaluación de campo realizada a la zona del proyecto ha permitido verificar el estado actual de la carretera; así como su grado de deterioro ocasionado por los embates naturales, durante las temporadas de lluvia. Proponiéndose las alternativas de solución como: obras complementarias y de reparación; con el propósito de lograr un mejor funcionamiento de las estructuras de drenaje existentes.
- ◆ El análisis y cálculo realizado en la determinación de la precipitación en la cuenca del río Rimac, para el tramo en estudio del Km 63+000 al Km 66+000, se ha realizado en base a los ajustes probabilísticos obtenidos para la distribución Lognormal de 3 Parámetros.
- ◆ La selección de las estaciones meteorológicas, realizada en base al principio de proximidad y por las características fisiográficas, no garantizan resultados de confianza, si estos no cuentan con adecuadas extensiones de registros.
- ◆ Las curvas Isoyetas generadas en función a las precipitaciones obtenidas para diferentes periodos de retorno, presentan variaciones siendo esta más significativa para periodos de retorno iguales o mayores a 50 años, dependiendo estas de la cantidad de estaciones meteorológicas involucradas en la generación de las curvas isoyetas. (Ver Plano de Isoyetas del Anexo "D" – Planos).
- ◆ El cálculo del caudal presente en la quebrada Huacre, ha sido efectuada en función al método Racional, por presentar esta un área de 7.36 Km² y ha sido comparado para diferentes tiempos de concentración y periodos de retorno, encontrándose ligeras variaciones en los valores obtenidos, cuando se analiza y compara los caudales para diferente número de

estaciones involucradas. (Ver **CUADRO IV.6**, del Capítulo IV – Análisis de Subcuencas).

- ◆ Los caudales obtenidos en la quebrada Huacre, para un mismo periodo de retorno y diferentes tiempos de concentración, arroja resultados con variaciones significativas, siendo los valores obtenidos para el Tiempo de Concentración obtenido por el método de Kirpch, el que arroja un mayor valor del caudal y el Tiempo de Concentración obtenido por el método del Corps of Engineers aquel que proporciona un caudal menor. (Ver **CUADRO IV.6**, del Capítulo IV – Análisis de Subcuencas).
- ◆ El caudal obtenido para el diseño de alcantarillas, en función al tiempo de concentración y según periodo de retorno, no arroja valores significativos cuando se analiza la capacidad de evacuación de la alcantarilla de diámetro mínimo (36”) recomendado por el Reglamento, resultando este valor mucho mayor al valor del caudal de diseño obtenido para diferentes tiempos de concentración y por métodos distintos. (Ver **CUADRO V.1**, del Capítulo V – Diseño de Obras de Arte y Drenaje).
- ◆ Las dimensiones de las cunetas proyectadas, calculadas en función al tiempo de concentración y según periodo de retorno, genera estructuras con dimensiones variables, siendo la obtenida según el Tiempo de Concentración calculado por el método Kirpch el que presenta mayor dimensiones en ancho y alto, mientras que las dimensiones obtenidas para el Tiempo de Concentración calculado por el método de Hathaway resultan siendo las menores. (Ver **CUADRO V.6**, **CUADRO V.7** y **CUADRO V.8** del Capítulo V – Diseño de Obras de Arte y Drenaje).
- ◆ Las velocidades presentes en la cuneta debido al transporte del agua evacuada, no sobrepasan las velocidades máximas permisibles para cunetas revestidas con concreto de calidad $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$. (Ver **CUADRO V.6**, **CUADRO V.7** y **CUADRO V.8** del Capítulo V – Diseño de Obras de Arte y Drenaje).

RECOMENDACIONES

Para llevar a cabo un adecuado análisis y cálculo de resultados para la determinación de precipitaciones, caudales y diseño de obras de arte, se tendrá en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ◆ Se deberá de seleccionar un adecuado número de estaciones meteorológicas, teniendo en cuenta aquellas estaciones que presenten una adecuada extensión de registros de precipitaciones y que sean en lo posible registros continuos.
- ◆ Las estaciones meteorológicas se deberán encontrar distribuidas adecuadamente en la cuenca de interés, de tal forma que el polígono formado por la unión de éstas, dejen la zona de análisis dentro de su perímetro.
- ◆ Se deberá seleccionar adecuadamente el método de cálculo mas representativo para determinar el Tiempo de Concentración, pues este repercutirá en la obtención de las dimensiones de las cunetas, el cual se verá reflejado en un mayor o menor movimiento de tierras, el cual implicará una significativa variación en costos, que puede ser un factor decisivo durante la elaboración del presupuesto y costos totales en la realización de la obra, esto reflejado en un mayor plazo para la realización del movimiento de tierra y plazo total de la obra.

BIBLIOGRAFIA

1. Aparicio Mijares Francisco Javier, FUNDAMENTOS DE HIDROLOGÍA DE SUPERFICIE, 1998.
2. Asociación Shannon & Wilson INC – CORPEI, Estudio 2: Carretera Central, ESTUDIOS DEFINITIVOS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y DESLIZAMIENTOS, 1997, Perú.
3. Chereque Moran Wendor - CONCYTEC, HIDROLÓGICA PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA CIVIL, 1989, Perú.
4. Ven Te Chow, HIDROLOGÍA APLICADA, McGRAW HILL INTERAMERICANA S.A., 1994, Colombia.
5. Ven Te Chow, HIDRAULICA DE CANELES ABIERTOS, McGRAW – HILL INTERAMERICANA S.A., 1994, Colombia.
6. World Meteorological Organization (WMO), Secretariat of the World Meteorological Organization Geneva Switzerland, MANUAL FOR ESTIMATION OF PROBABLE MAXIM PRECIPITATION, 1986.

ANEXOS

ANEXO "A" – CUADROS Y TABLAS

I.- CUADRO DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE CANTERA "CANTERA SAN JUAN – KM 69+860".

Fuente: PCI – CESEL del año 2000, para la Carretera Héroes de La Breña "Puente Ricardo Palma – La Oroya", Tramo 2: Cocachacra – Matucana

ENSAYOS DE CALIDAD DE LA CANTERA SAN JUAN.

OBRA : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA COCACHACRA-MATUCANA
(Km. 63+000-Km. 66+000)

PROG.	LADO	MUESTRA	PROF.	% QUE PASA		Humedad Natural %	CONSTANTES FISICAS		CLASIFICACION		C.B.R. (*)				PESO ESPECIFICO gr/cm3			
				4	200		LL	IP	AASHTO	SUCS	0.1"	0.1"	0.2"	0.2"	Grueso	Abs.	Fino	Abs.
							%	%			100%	95%	100%	95%				
69+860	D	1	0.00-2.50	41.26	1.3	4.5	17	NP	A-1-a	GP		30	77	38	2.646	0.4	-	-
69+860	D	2	0.00-2.50	36.27	3.2	5.1	16.25	NP	A-1-a	GP	62	-	-	-	-	0.43	-	-
69+860	D	3	0.00-2.50	40.54	3.1	4.9	15.65	NP	A-1-a	GP	-	-	-	-	-	-	-	-

PROG.	% Piedras Angulosas	% Piedras chatas y largas	PESO UNITARIO kg./cm3				% Piedras Angulosas	% Piedras chatas y largas
			compacto		suelto			
			grueso	fino	grueso	fino		
69+860	28%	16%					28%	16%
69+860	35%	15%	1853	1823	1721	1648	35%	15%
69+860	32%	15%					32%	15%

(*) Las pruebas de CBR han sido efectuadas sobre muestras no chancadas totalmente (29 % de caras fracturadas)

NORMAS DE CALIDAD PARA CONCRETO ASFALTICO**REQUERIMIENTOS PARA AGREGADOS GRUESOS**

ENSAYOS	REQUERIMIENTO
Durabilidad (Sulfato de Sodio)	12 % max.
Abrasion (Los Angeles)	40 % max.
Particulas chatas y alargadas	10 % max.
Absorcion de agua	1 % max.

REQUERIMIENTOS PARA AGREGADOS FINOS

ENSAYOS	REQUERIMIENTO
Durabilidad (Sulfato de Sodio)	12 % max.
Equivalente de arena	50 % max.
Adhesividad (Riedel Weber)	4 % max.
Indice de Plasticidad	NP
Absorcion de agua	1 % max.

NORMAS DE CALIDAD PARA CONCRETO PORTLAND**REQUERIMIENTOS PARA AGREGADOS GRUESOS**

Fragmentos blandos	5% max.
Carbon y Lignito	0.5 % max.
Material que pasa la malla N° 200	1 % max.
Particulas delgadas y alargadas	10 % max.
Durabilidad (Sulf. de sodio/magnesio)	0.12
Abrasion (Los Angeles)	40 % max.

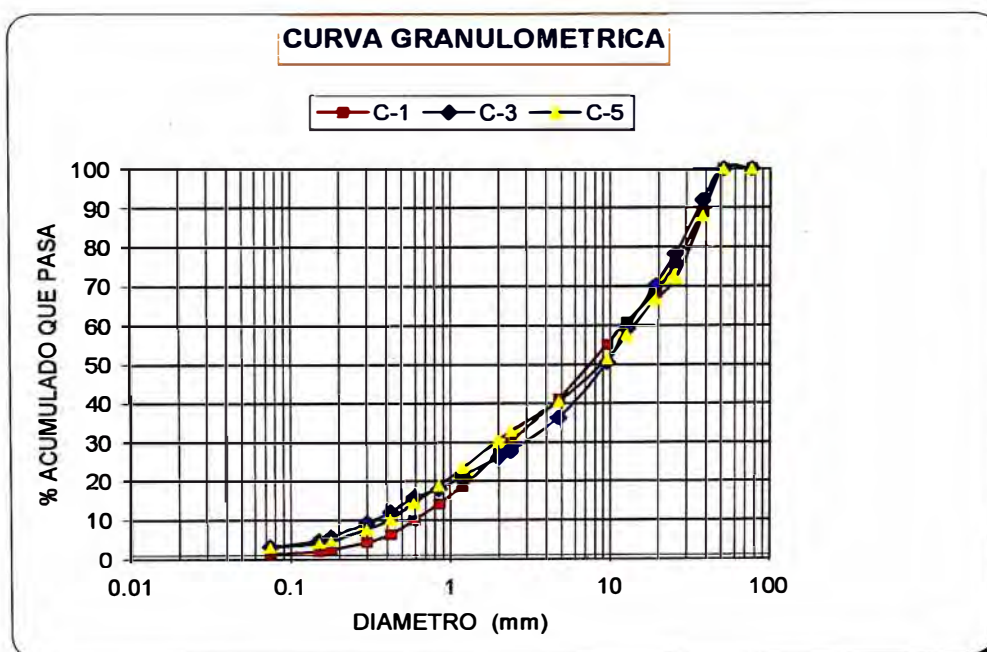
REQUERIMIENTOS PARA AGREGADOS FINOS

Arcilla ó terrones de arcilla	1% max.
Carbon y Lignito	1% max.
Material que pasa la malla N° 200	5% max.
Durabilidad (Sul. de sodio/magnesio)	15% max.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
COCACHACRA - MATUCANA (Km 63+000 - Km 66+000)
UBICACIÓN : CANTERA SAN JUAN

Progresiva	69+860	69+860	69+860		
Sondaje	1	3	5		
Muestra	1	1	1		
Profundidad (m)	0.0 - 2.50	0.0 - 3.0	0.0 - 2.60		
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION ASTM D422-D2216-D854-D4318-D427-D3282- D2487	TAMICES	DIAMETRO	% ACUMULADO QUE PASA		
	3"	76.200	100.00	100.00	100.00
	2"	50.800	100.00	100.00	100.00
	1 1/2"	38.100	88.90	91.80	88.10
	1"	25.400	75.90	78.20	71.90
	3/4"	19.100	68.40	70.20	66.60
	1/2"	12.700	60.80	59.20	57.50
	3/8"	9.520	55.10	50.60	51.40
	Nº 4	4.760	41.30	36.30	40.60
	Nº 8	2.380	30.00	27.90	32.90
	Nº 10	2.000	27.20	26.20	30.80
	Nº 16	1.190	18.70	21.40	23.40
	Nº 20	0.840	14.30	18.09	18.90
	Nº 30	0.590	10.20	15.90	14.50
	Nº 40	0.420	6.40	12.10	10.40
	Nº 50	0.297	4.40	9.40	7.70
	Nº 80	0.177	2.40	5.80	4.70
Nº 100	0.149	2.00	4.80	4.10	
Nº 200	0.074	1.30	3.20	3.10	
Contenido de Humedad	%	4.50	5.10	4.90	
Límite Líquido (LL)	%	17.06	16.32	15.66	
Límite Plástico (LP)	%	NP	NP	NP	
Índice Plástico (IP)	%	NP	NP	NP	
Clasificación (SUCS)		GP	GW	GP	
Clasificación (AASHTO)		A-1-a	A-1-a	A-1-a	
Índice de Grupo		0.00	0.00	0.00	



PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
COCACHACRA - MATUCANA (Km 63+000 - Km 66+000)

CANTERA SAN JUAN

CONTENIDO DE HUMEDAD

DATOS DE LAS MUESTRAS				
Progresiva		SAN JUAN	SAN JUAN	SAN JUAN
Sondaje		1	3	5
Muestra		1	1	1
Leyenda de la muestra		C-1	C-3	C-5
Profundidad	M.	0.0 - 2.50	0.0 - 3.00	0.0 - 2.60

CONTENIDO DE HUMEDAD				
Numero de la tara				
Peso tara (gr.)		34.2	37.4	31.4
Peso tara + suelo humedo (gr.)		144.97	145.44	229.66
Peso tara + suelo seco (gr.)		140.2	140.2	220.4

LIMITES DE CONSISTENCIA

Muestra	C - 1					
	Limite Liquido			Limite Plastico		
Limites de consistencia						
Nº de golpes	27	11				
Peso tara (gr.)	9.8	9.95				
Peso tara + suelo humedo (gr.)	20.44	21.98				
Peso tara + suelo seco (gr.)	18.9	20.10				
Humedad %	16.92	18.52				
Limite Liquido 25 golpes	17.06					

Muestra	C - 3					
	Limite Liquido			Limite Plastico		
Limites de consistencia						
Nº de golpes	28	12				
Peso tara (gr.)	9.72	10.10				
Peso tara + suelo humedo (gr.)	24.67	23.90				
Peso tara + suelo seco (gr.)	22.60	21.80				
Humedad %	16.07	17.95				
Limite Liquido 25 golpes	16.32					

Muestra	C - 5					
	Limite Liquido			Limite Plastico		
Limites de consistencia						
Nº de golpes	27	11				
Peso tara (gr.)	7.90	7.98				
Peso tara + suelo humedo (gr.)	24.30	22.80				
Peso tara + suelo seco (gr.)	22.10	20.60				
Humedad %	15.49	17.43				
Limite Liquido 25 golpes	15.66					

PROCTOR MODIFICADO

OBRA : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
COCACHACRA-MATUCANA (Km 63+000-Km 66+000)

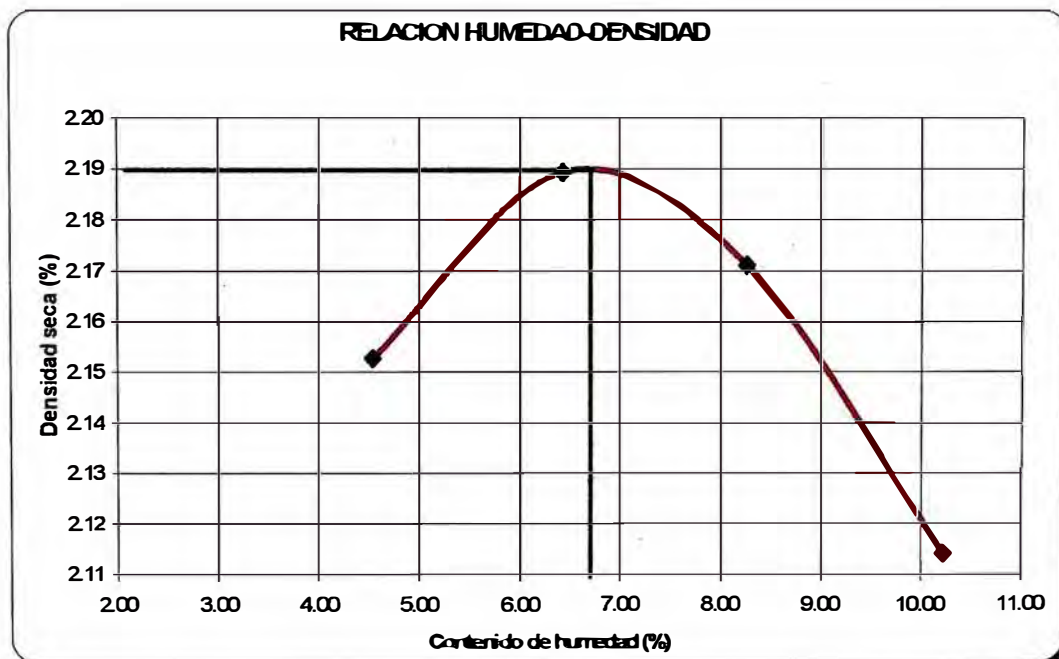
DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN : CANTERA SAN JUAN **PROGRESIVA** : Km 69+860

Peso suelo + molde	gr.	11960	12128	12130	12128
Peso molde	gr.	7230	7230	7230	7230
Peso suelo húmedo compactado	gr.	4730	4898	4940	4898
Volumen del molde	cm ³	2102	2102	2102	2102
Peso volumetrico húmedo	gr/cm ³	2.25	2.33	2.35	2.33
Recipiente	Nº				
Peso del suelo húmedo+tara	gr.	429.20	415.70	455.30	419.50
Peso del suelo seco+tara	gr.	410.60	390.60	420.60	380.60
Peso de tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	gr.	18.60	25.10	34.70	38.90
Peso del suelo seco	gr.	410.60	390.60	420.60	380.60
Contenido de agua	%	4.53	6.43	8.25	10.22
Peso volumetrico seco	gr/cm ³	2.15	2.19	2.17	2.11

Max Densidad seca (gr./cm³) : 2.19

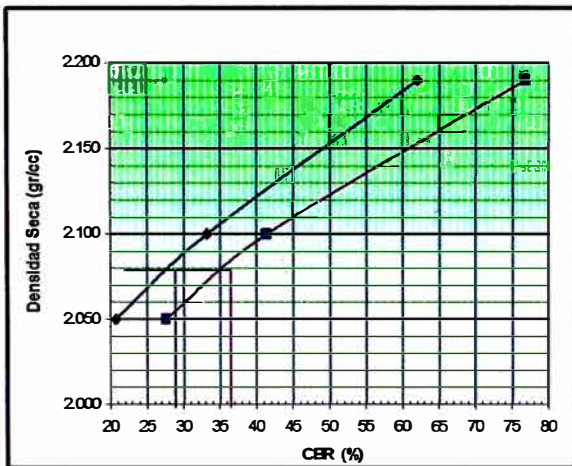
Optimo cont de humedad (%) : 6.40



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO ASTM - D 1883

CANTERA SAN JUAN

CALICATA	ENSAYO
Mt : Km 69+000	ASTM D1883
MUESTRA	

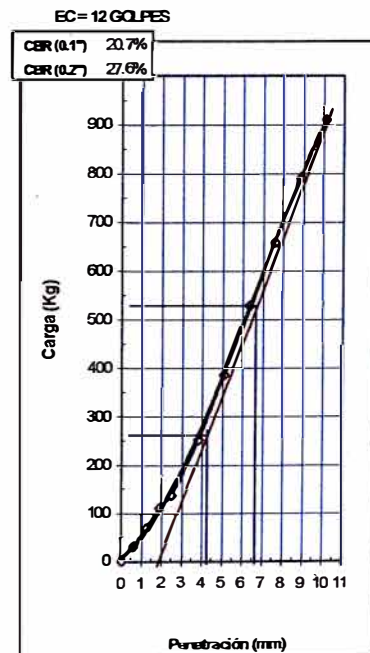
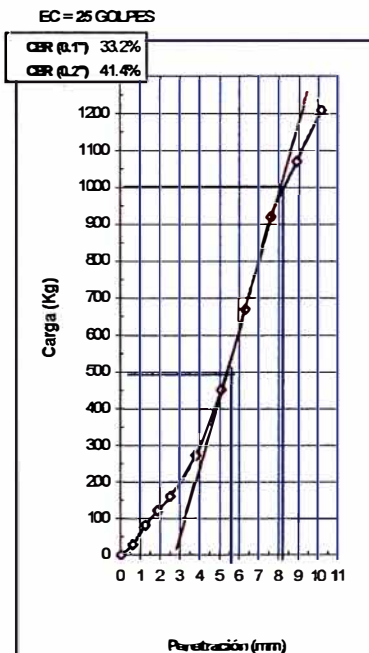
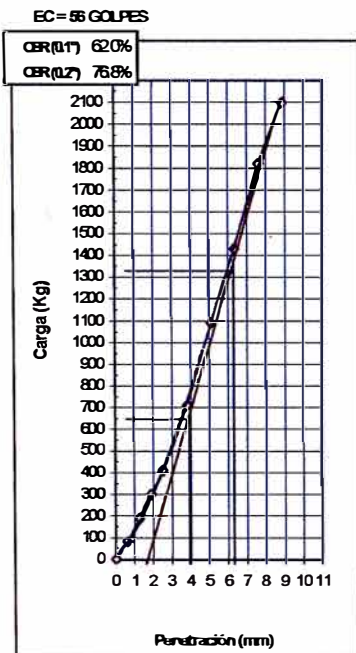


METODO DE COMPACTACION : AASHTO MODIFICADA
 MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc): 2.190
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD (%): 6.4

SUCS: GWGM
 AASHTO: A-1-a

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 62.0	0.2": 77.0
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 28.0	0.2": 35.0

OBSERVACIONES:



II.- CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRAMO DEL KM 63+000 – KM 66+000 DE LA CARRETERA HEROES DE LA BREÑA”.

Fuente: PCI – CESEL del año 2000, para la Carretera Héroes de La Breña “Puente Ricardo Palma – La Oroya”, Tramo 2: Cocachacra – Matucana

RESUMEN DE ENSAYOS DE SUELOS

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA COCACHACRA - MATUCANA (KM 63+000 - KM 66+000)
 ZONA : COCACHACRA - MATUCANA
 TRAMO : KM 63+000 - KM 66+000

N° CALICATA	UBICACIÓN	LADO	N° MUESTRA	PROFUNDIDAD	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL							
					LIMITE LIQUIDO	INDICE PLASTICO	% HUMEDAD NATURAL	% MATERIAL QUE PASA				CLASIFIC AASHTO
								MALLA # 4	MALLA #10	MALLA # 40	MALLA # 200	
C-1	62+900	I	1	0.15-0.35	17	NP	4	44.2	38.6	24.1	7.1	A-1-a
			2	0.35-1.10	16	NP	4	31.2	30.5	18.9	10.2	A-1-a
C-2	63+400	D	1	0.15-0.55	17	2	3	23.9	21.0	13.8	6.2	A-1-a
			2	0.55-1.50	18	2	4	40.3	34.0	19.9	7.9	A-1-a
C-3	63+900	I	1	0.15-0.40	12	NP	3	33.5	28.4	18.5	8.3	A-1-a
			2	0.40-1.50	18	1	5	39.2	35.3	23.4	9.2	A-1-a
C-4	64+200	I	1	0.17-0.42	17	2	5	39.3	33.4	19.3	11.2	A-1-a
			2	0.42-1.50	19	3	5	49.0	37.6	19.3	7.6	A-1-a
C-5	64+400	I	1	0.15-0.55	18	3	3	36.6	30.0	18.3	8.3	A-1-a
			2	0.55-1.50	20	3	5	31.0	28.0	18.7	8.9	A-1-a
C-6	64+900	D	1	0.15-0.55	22	5	5	28.0	22.3	14.4	8.1	A-1-a
			2	0.55-1.50	18	3	6	48.0	42.0	26.9	13.9	A-1-a
C-7	65+220	I	1	0.15-0.45	21	7	4	40.3	29.6	17.6	9.6	A-2-4
			2	0.45-1.50	19	3	4	42.8	35.7	24.1	17.5	A-1-b
C-8	65+500	I	1	0.10-0.30	19	4	4	48.7	41.4	27.5	15.1	A-1-a
			2	0.30-0.80	20	3	4	19.0	14.3	8.3	4.0	A-1-a
			3	0.80-1.50	18	2	6	46.3	39.9	23.8	10.4	A-1-a
C-9	65+900	D	1	0.10-0.50	20	5	4	27.2	19.7	11.3	6.5	A-1-a
			2	0.50-1.10	17	1	3	24.9	19.3	10.4	2.1	A-1-a
C-10	66+400	I	1	0.10-0.50	18	3	4	31.0	21.9	12.2	6.8	A-1-a
			2	0.50-1.50	18	3	5	37.7	27.9	15.5	8.3	A-1-a

RESUMEN DE ENSAYOS CBR

PROYECTO: REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA COCACACHACRA - MATUCANA (KM 63+000 - KM 66+000)

ZONA : COCACACHACRA - MATUCANA

TRAMO : KM 63+000 - KM 66+000

Calicata	Progresiva	Muestra	Profundidad	SUCS	AASHTO	Proctor Modificado		comp.campo %	CBR					
						MDS	OCH		Densidad campo		95%		100%	
									0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
C-1	62+900	2	0.35-1.10	GP-GM	A-1-a	2.26	6.8	94	25	30	30	36	59	69
C-2	63+400	2	0.55-1.50	GP-GM	A-1-a	2.28	6.2	94	18	22	27	33	64	69
C-3	63+900	2	0.40-1.50	GP-GM	A-1-a	2.29	6.7	93	24	33	36	50	71	79
C-4	64+200	2	0.42-1.50	GP-GM	A-1-a	2.28	6.2	94	18	22	27	33	64	69
C-5	64+400	2	0.55-1.50	GV-GM	A-1-a	2.27	5.3	94	32	44	49	65	69	85
C-6	64+800	2	0.55-1.50	GM	A-1-a	2.21	7.5	94	34	45	38	50	59	82
C-7	65+220	2	0.45-1.50	GM	A-1-b	2.23	5.3	90	33	40	45	55	71	71
C-8	65+500	3	0.80-1.50	GP-GM	A-1-a	2.19	6.5	94.5	18	19	19	21	41	41
C-9	65+900	2	0.50-1.10	GP	A-1-a	2.22	6.5	94	48	57	56	67	80	93
C-10	66+400	2	0.50-1.50	GV-GM	A-1-a	2.20	7.2	95	18	20	18	20	56	56

MODULOS RESILIENTES CALCULADOS USANDO EL CBR DE LABORATORIO

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA COCACHACRA - MATUCANA (KM 63+000 - KM 66+000)

ZONA : COCACHACRA - MATUCANA

TRAMO : KM 63+000 - KM 66+000

Callcata	Progresiva	Muestra	Profundidad	SUCS	AASHTO	Proctor Modificado		comp.campo %	CBR (%)	MR (psi)
						MDS	OCH			
C-1	62+900	2	0.35-1.10	GP-GM	A-1-a	2.26	6.8	94	30	14,955
C-2	63+400	2	0.55-1.50	GP-GM	A-1-a	2.28	6.2	94	22	13,613
C-3	63+900	2	0.40-1.50	GP-GM	A-1-a	2.29	6.7	93	33	15,367
C-4	64+200	2	0.42-1.50	GP-GM	A-1-a	2.28	6.2	94	22	13,613
C-6	64+400	2	0.55-1.50	GW-GM	A-1-a	2.27	5.3	94	44	16,611
C-6	64+900	2	0.55-1.50	GM	A-1-a	2.21	7.5	94	45	16,709
C-7	65+220	2	0.45-1.50	GM	A-1-b	2.23	5.3	90	40	16,199
C-8	65+500	3	0.80-1.50	GP-GM	A-1-a	2.19	6.5	94.5	19	12,979
C-9	65+900	2	0.50-1.10	GP	A-1-a	2.22	6.5	94	57	17,731
C-10	66+400	2	0.50-1.50	GW-GM	A-1-a	2.20	7.2	95	20	13,201

Promedio Total
Desviacion Estandar

15,098
1,687

III.- TABLAS DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE BONDAD DE AJUSTE DE LAS ESTACIONES SELECCIONADAS PARA DIFERENTES DISTRIBUCIONES PROBABILISTICAS.

ESTACION SANTA EULALIA

DISTRIBUCION NORMAL

Station: 1
 N = 35, Mean = 10.63, Std. Dev. = 9.12
 At-site : Cv = 0.86, Cs = 1.02, Ck = 3.29
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Normal Distribution, ML Method

Parameter	mu	sigma
At-Site	10.628571	9.116648
Regional	10.628571	5.468792

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	17.64	22.31	28.48	2.08
20.00	5.00	19.62	25.62	30.16	2.36
50.00	2.00	21.86	29.35	NaN	2.72
100.00	1.00	23.35	31.84	NaN	2.97
200.00	0.50	24.72	34.11	NaN	3.20

Test

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	18.26	0.011	Rejected at 95% level
Klonoogorov-Smirnov	0.19	0.154	Accepted at 95% level

Method: Maximum Likelihood | Distribution: Normal (N)

Moments: Biased | Plotting Position: a=0, b=1 | Station No.: 1 | Return Period: [10 20 50 100 200]

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION GUMBEL

Station: 1
 N = 35, Mean = 10.63, Std. Dev. = 9.12
 At-site : Cv = 0.86, Cs = 1.02, Ck = 3.29
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

EVI Distribution, ML Method

Parameter	u	alpha
At-Site	6.634427	6.390617
Regional	8.172862	4.446447

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	18.18	21.02	28.48	2.50
20.00	5.00	21.38	25.62	30.16	3.05
50.00	2.00	25.52	31.57	NaN	3.80
100.00	1.00	28.63	36.03	NaN	4.37
200.00	0.50	31.72	40.48	NaN	4.94

Test

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	4.09	0.770	Accepted at 95% level
Klonoogorov-Smirnov	0.10	0.844	Accepted at 95% level

Method: Maximum Likelihood | Distribution: Extreme Value Type I (EVI)

Moments: Biased | Plotting Position: a=0, b=1 | Station No.: 1 | Return Period: [10 20 50 100 200]

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION LOGNORMAL DE DOS PARAMETROS

Station: 1
 N = 35, Mean = 10.63, Std. Dev. = 9.12
 At-site : Cv = 0.86, Cs = 1.02, Ck = 3.29
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Normal (2) Distribution, ML Method

Parameter	au	sigma
At-Site	1.849421	1.212688
Regional	2.195202	0.689935

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	21.75	30.07	28.48	8.32
20.00	5.00	27.94	46.72	30.16	14.69
50.00	2.00	37.05	76.71	NaN	27.72
100.00	1.00	44.71	106.76	NaN	42.13
200.00	0.50	53.11	144.47	NaN	61.53

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	4.54	0.716	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.13	0.299	Accepted at 95% level

Method: Maximum Likelihood | Distribution: Two-Parameter Lognormal (LN2)
 Moments: Biased | Plotting Position: a=0, b=1 | Station No.: 1 | Return Period: [10 20 50 100 200]

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION LOGNORMAL DE TRES PARAMETROS

Station: 1
 N = 35, Mean = 10.63, Std. Dev. = 9.12
 At-site : Cv = 0.86, Cs = 1.02, Ck = 3.29
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Normal (3) Distribution, ML Method

Parameter	a	au	sigma
At-Site	-1.937304	2.257452	0.775866
Regional	-9.913329	2.989653	0.254864

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	17.64	23.90	28.48	4.70
20.00	5.00	20.32	32.31	30.16	7.35
50.00	2.00	23.64	45.10	NaN	12.14
100.00	1.00	26.05	56.18	NaN	16.87
200.00	0.50	28.41	68.59	NaN	22.64

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	1.80	0.970	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.08	0.950	Accepted at 95% level

Method: Maximum Likelihood | Distribution: Three-parameter Lognormal (LN3)
 Moments: Biased | Plotting Position: a=0, b=1 | Station No.: 1 | Return Period: [10 20 50 100 200]

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

ESTACION AUTISHA

DISTRIBUCION NORMAL

Station: 2
 N = 16, Mean = 13.23, Std. Dev. = 6.82
 At-site : Cv = 0.52, Cs = 1.03, Ck = 4.31
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Normal Distribution, ML Method

Parameter	mu	sigaa
At-Site	13.231250	6.820139
Regional	13.231250	6.807966

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	21.96	21.97	25.22	2.30
20.00	5.00	24.43	24.45	NaN	2.62
50.00	2.00	27.21	27.24	NaN	3.01
100.00	1.00	29.07	29.10	NaN	3.28
200.00	0.50	30.77	30.80	NaN	3.54

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	4.00	0.780	Accepted at 95% level
Klomagorov-Snirnov	0.16	0.739	Accepted at 95% level

Method: Maximum Likelihood | Distribution: Normal (N) | Station No.: 2 | Return Period: [10 20 50 100 200]

Moments: Biased | Plotting Position: a=0, b=1

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION GUMBEL

Station: 2
 N = 16, Mean = 13.23, Std. Dev. = 6.82
 At-site : Cv = 0.52, Cs = 1.03, Ck = 4.31
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

EV1 Distribution, ML Method

Parameter	u	alpha
At-Site	10.255055	4.943548
Regional	10.174197	5.535273

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	22.63	21.38	25.22	2.86
20.00	5.00	26.62	24.94	NaN	3.50
50.00	2.00	31.77	29.54	NaN	4.35
100.00	1.00	35.64	33.00	NaN	5.00
200.00	0.50	39.49	36.44	NaN	5.65

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	3.00	0.885	Accepted at 95% level
Klomagorov-Snirnov	0.10	0.997	Accepted at 95% level

Method: Maximum Likelihood | Distribution: Extreme Value Type I (EV1) | Station No.: 2 | Return Period: [10 20 50 100 200]

Moments: Biased | Plotting Position: a=0, b=1

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION LOGNORMAL DE DOS PARAMETROS

Station: 2
 N = 16, Mean = 13.23, Std. Dev. = 6.82
 At-site : Cv = 0.52, Cs = 1.03, Ck = 4.31
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Normal (2) Distribution, ML Method

Parameter	mu	sigma
At-Site	2.460779	0.499688
Regional	2.414238	0.689935

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	27.07	22.22	25.22	3.75
20.00	5.00	34.78	26.65	NaN	5.11
50.00	2.00	46.12	32.69	NaN	7.20
100.00	1.00	55.66	37.46	NaN	9.01
200.00	0.50	66.11	42.43	NaN	11.01

Test

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	2.00	0.960	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.07	0.999	Accepted at 95% level

Method: Maximum Likelihood | Distribution: Two-Parameter Lognormal (LN2)
 Station No: 2 | Return Period: [10 20 50 100 200]
 Copyright © 1997-2004 Dr. K. H. Hamed, Cairo University Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION LOGNORMAL DE TRES PARAMETROS

Station: 2
 N = 16, Mean = 13.23, Std. Dev. = 6.82
 At-site : Cv = 0.52, Cs = 1.03, Ck = 4.31
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Normal (3) Distribution, ML Method

Parameter	a	mu	sigma
At-Site	0.138883	2.447227	0.506495
Regional	-12.340862	3.208689	0.254864

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	21.96	22.26	25.22	3.89
20.00	5.00	25.29	26.72	NaN	5.60
50.00	2.00	29.43	32.84	NaN	8.51
100.00	1.00	32.43	37.68	NaN	11.17
200.00	0.50	35.37	42.74	NaN	14.25

Test

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	2.00	0.960	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.07	0.999	Accepted at 95% level

Method: Maximum Likelihood | Distribution: Three-parameter Lognormal (LN3)
 Station No: 2 | Return Period: [10 20 50 100 200]
 Copyright © 1997-2004 Dr. K. H. Hamed, Cairo University Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION LOGPEARSON TIPO III

Station: 2
 N = 16, Mean = 13.23, Std. Dev. = 6.82
 At-site : Cv = 0.52, Cs = 1.03, Ck = 4.31
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Pearson III Distribution, ML Method

Parameter	gamma	alpha	beta
At-Site	9.551093	-0.035265	201.058175
Regional	3.984337	-0.254491	6.169563

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	23.35	22.06	25.22	3.68
20.00	5.00	26.86	26.12	NaN	5.47
50.00	2.00	30.80	31.49	NaN	8.74
100.00	1.00	33.35	35.59	NaN	11.88
200.00	0.50	35.59	39.75	NaN	15.60

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	2.00	0.960	Accepted at 95% level
Kolmogorov-Smirnov	0.08	1.000	Accepted at 95% level

Input File

Method: Maximum Likelihood

Distribution: Log Pearson Type III (LP-III)

Station No.: 2

Return Period: [10 20 50 100 200]

Moments: Biased

Plotting Position: a=0, b=1

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

Close

ESTACION CARAMPOMA

DISTRIBUCION NORMAL

Station: 3
 N = 34, Mean = 22.38, Std. Dev. = 5.76
 At-site : Cv = 0.26, Cs = 0.20, Ck = 2.58
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Normal Distribution, ML Method

Parameter	mu	sigma
At-Site	22.376471	5.755580
Regional	22.376471	11.513519

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	37.13	29.75	30.95	1.33
20.00	5.00	41.31	31.84	32.77	1.51
50.00	2.00	46.02	34.20	NaN	1.74
100.00	1.00	49.16	35.77	NaN	1.90
200.00	0.50	52.03	37.20	NaN	2.05

Test

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	3.65	0.819	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.07	0.938	Accepted at 95% level

Method: Maximum Likelihood | Distribution: Normal (N)

Moments: Biased | Plotting Position: a=0, b=1 | Station No: 3 | Return Period: [10 20 50 100 200]

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION GUMBEL

Station: 3
 N = 34, Mean = 22.38, Std. Dev. = 5.76
 At-site : Cv = 0.26, Cs = 0.20, Ck = 2.58
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

EVI Distribution, ML Method

Parameter	u	alpha
At-Site	19.603554	5.151373
Regional	17.206434	9.361162

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	38.27	31.20	30.95	2.04
20.00	5.00	45.01	34.90	32.77	2.50
50.00	2.00	53.73	39.70	NaN	3.11
100.00	1.00	60.27	43.30	NaN	3.57
200.00	0.50	66.78	46.88	NaN	4.04

Test

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	2.71	0.911	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.07	0.989	Accepted at 95% level

Method: Maximum Likelihood | Distribution: Extreme Value Type I (EVI)

Moments: Biased | Plotting Position: a=0, b=1 | Station No: 3 | Return Period: [10 20 50 100 200]

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION LOGNORMAL DE DOS PARAMETROS

Station: 3
 N = 34, Mean = 22.38, Std. Dev. = 5.76
 At-site : Cv = 0.26, Cs = 0.20, Ck = 2.58
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Normal (2) Distribution, ML Method

Parameter	mu	sigma
At-Site	3.074351	0.264119
Regional	2.939666	0.689935

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	45.78	30.35	30.95	1.86
20.00	5.00	58.82	33.41	32.77	2.32
50.00	2.00	77.99	37.22	NaN	2.97
100.00	1.00	94.13	40.00	NaN	3.49
200.00	0.50	111.81	42.72	NaN	4.02

Test

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	2.71	0.911	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.06	0.991	Accepted at 95% level

Method: Maximum Likelihood | Distribution: Two-Parameter Lognormal (LN2)
 Station No.: 3 | Return Period: [10 20 50 100 200]
 Copyright © 1997-2004 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION LOGNORMAL DE TRES PARAMETROS

Station: 3
 N = 34, Mean = 22.38, Std. Dev. = 5.76
 At-site : Cv = 0.26, Cs = 0.20, Ck = 2.58
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Normal (3) Distribution, ML Method

Parameter	a	mu	sigma
At-Site	-29.971250	3.952044	0.108379
Regional	-20.870660	3.734118	0.254864

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	37.15	29.82	30.95	1.53
20.00	5.00	42.78	32.23	32.77	1.95
50.00	2.00	49.77	35.04	NaN	2.63
100.00	1.00	54.85	36.99	NaN	3.21
200.00	0.50	59.82	38.83	NaN	3.83

Test

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	2.71	0.911	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.06	0.954	Accepted at 95% level

Method: Maximum Likelihood | Distribution: Three-parameter Lognormal (LN3)
 Station No.: 3 | Return Period: [10 20 50 100 200]
 Copyright © 1997-2004 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION LOGPEARSON TIPO III

Station: 3
 N = 34, Mean = 22.38, Std. Dev. = 5.76
 At-site : Cv = 0.26, Cs = 0.20, Ck = 2.58
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Pearson III Distribution, ML Method

Parameter	gamma	alpha	beta
At-Site	3.834070	-0.096068	7.908115
Regional	4.509766	-0.254491	6.169563

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	39.48	29.77	30.95	1.72
20.00	5.00	45.43	31.75	32.77	2.38
50.00	2.00	52.08	33.85	NaN	3.33
100.00	1.00	56.39	35.16	NaN	4.07
200.00	0.50	60.19	36.30	NaN	4.80

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	3.65	0.819	Accepted at 95% level
Klomonogorov-Smirnov	0.06	0.938	Accepted at 95% level

Input File

Method: Maximum Likelihood

Distribution: Log Pearson Type III (LP-III)

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

Moments: Biased

Plotting Position: a=0, b=1

Station No.: 3

Return Period: [10 20 50 100 200]

Close

ESTACION MATUCANA

DISTRIBUCION NORMAL

Station: 4
 N = 35, Mean = 18.07, Std. Dev. = 7.15
 At-site : Cv = 0.40, Cs = 0.68, Ck = 2.89
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Normal Distribution, ML Method

Parameter	mu	sigma
At-Site	18.068571	7.154422
Regional	18.068571	9.296946

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs.(approx.)	SE
10.00	10.00	29.98	27.24	30.38	1.63
20.00	5.00	33.36	29.84	32.40	1.85
50.00	2.00	37.16	32.76	NaN	2.13
100.00	1.00	39.70	34.71	NaN	2.33
200.00	0.50	42.02	36.50	NaN	2.51

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	5.46	0.604	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.11	0.811	Accepted at 95% level

Method: Maximum Likelihood | Distribution: Normal (N) | Station No.: 4 | Return Period: [10 20 50 100 200]

Moments: Biased | Plotting Position: a=0, b=1

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION GUMBEL

Station: 4
 N = 35, Mean = 18.07, Std. Dev. = 7.15
 At-site : Cv = 0.40, Cs = 0.68, Ck = 2.89
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

EVI Distribution, ML Method

Parameter	u	alpha
At-Site	14.788515	5.545225
Regional	13.893866	7.558959

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs.(approx.)	SE
10.00	10.00	30.90	27.27	30.38	2.17
20.00	5.00	36.35	31.26	32.40	2.65
50.00	2.00	43.39	36.43	NaN	3.30
100.00	1.00	48.67	40.30	NaN	3.79
200.00	0.50	53.92	44.15	NaN	4.28

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	2.71	0.910	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.08	0.967	Accepted at 95% level

Method: Maximum Likelihood | Distribution: Extreme Value Type I (EVI) | Station No.: 4 | Return Period: [10 20 50 100 200]

Moments: Biased | Plotting Position: a=0, b=1

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION LOGNORMAL DE DOS PARAMETROS

Station: 4
 N = 35, Mean = 18.07, Std. Dev. = 7.15
 At-site : Cv = 0.40, Cs = 0.68, Ck = 2.89
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Normal (2) Distribution, ML Method

Parameter	mu	sigma
At-Site	2.818802	0.390144
Regional	2.725830	0.689935

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	36.97	27.63	30.38	2.46
20.00	5.00	47.50	31.83	32.40	3.22
50.00	2.00	62.98	37.34	NaN	4.34
100.00	1.00	76.01	41.53	NaN	5.27
200.00	0.50	90.29	45.78	NaN	6.27

Test

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	3.63	0.821	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.08	0.986	Accepted at 95% level

Method: Maximum Likelihood | Distribution: Two-Parameter Lognormal (LN2)
 Station No: 4 | Return Period: [10 20 50 100 200]
 Moments: Biased | Plotting Position: a=0, b=1

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION LOGNORMAL DE TRES PARAMETROS

Station: 4
 N = 35, Mean = 18.07, Std. Dev. = 7.15
 At-site : Cv = 0.40, Cs = 0.68, Ck = 2.89
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Normal (3) Distribution, ML Method

Parameter	a	mu	sigma
At-Site	2.749416	2.620483	0.474463
Regional	-16.852658	3.520282	0.254864

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	30.00	27.99	30.38	2.81
20.00	5.00	34.54	32.74	32.40	4.01
50.00	2.00	40.18	39.16	NaN	6.03
100.00	1.00	44.29	44.19	NaN	7.87
200.00	0.50	48.30	49.40	NaN	9.98

Test

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	0.89	0.996	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.06	0.971	Accepted at 95% level

Method: Maximum Likelihood | Distribution: Three-parameter Lognormal (LN3)
 Station No: 4 | Return Period: [10 20 50 100 200]
 Moments: Biased | Plotting Position: a=0, b=1

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION LOGPEARSON TIPO III

Station: 4
 N = 35, Mean = 18.07, Std. Dev. = 7.15
 At-site : Cv = 0.40, Cs = 0.68, Ck = 2.89
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Pearson III Distribution, ML Method

Parameter	gamma	alpha	beta
At-Site	-20.428261	0.006548	3550.030850
Regional	4.295930	-0.254491	6.169563

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	31.88	27.67	30.38	2.55
20.00	5.00	36.68	31.95	32.40	3.62
50.00	2.00	42.06	37.60	NaN	5.57
100.00	1.00	45.54	41.93	NaN	7.44
200.00	0.50	48.60	46.34	NaN	9.67

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	2.71	0.910	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.07	0.987	Accepted at 95% level

Method:
Distribution:
Copyright © 1997-2004
Dr. K. H. Hamed, Cairo University
Prof. A. R. Rao, Purdue University

Moments:
Plotting Position: a b
Station No.:
Return Period:

ESTACION CHALILLA

DISTRIBUCION NORMAL

Station: 5
 N = 15, Mean = 27.89, Std. Dev. = 10.92
 At-site : Cv = 0.39, Cs = 0.09, Ck = 3.81
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Normal Distribution, ML Method

Parameter	mu	sigma
At-Site	27.893333	10.924250
Regional	27.893333	14.352148

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	46.29	41.89	43.54	3.81
20.00	5.00	51.50	45.86	NaN	4.33
50.00	2.00	57.37	50.33	NaN	4.97
100.00	1.00	61.28	53.31	NaN	5.43
200.00	0.50	64.86	56.03	NaN	5.86

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	2.60	0.919	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.12	0.974	Accepted at 95% level

Input File: [Maximum Likelihood] Distribution: [Normal (N)]
 Moments: [Biased] Plotting Position: a [0] b [1] Station No.: [5] Return Period: [10 20 50 100 200] Close

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION GUMBEL

Station: 5
 N = 15, Mean = 27.89, Std. Dev. = 10.92
 At-site : Cv = 0.39, Cs = 0.09, Ck = 3.81
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

EV1 Distribution, ML Method

Parameter	u	alpha
At-Site	22.643496	10.095107
Regional	21.448637	11.669133

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	47.71	45.36	43.54	6.03
20.00	5.00	56.11	52.63	NaN	7.37
50.00	2.00	66.98	62.03	NaN	9.17
100.00	1.00	75.13	69.08	NaN	10.54
200.00	0.50	83.25	76.11	NaN	11.91

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	5.80	0.563	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.11	0.762	Accepted at 95% level

Input File: [Maximum Likelihood] Distribution: [Extreme Value Type I (EV1)]
 Moments: [Biased] Plotting Position: a [0] b [1] Station No.: [5] Return Period: [10 20 50 100 200] Close

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION LOGNORMAL DE DOS PARAMETROS

Station: 5
 N = 15, Mean = 27.89, Std. Dev. = 10.92
 At-site : Cv = 0.39, Cs = 0.09, Ck = 3.81
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Normal (2) Distribution, ML Method

Parameter	mu	sigma
At-Site	3.238051	0.461004
Regional	3.160044	0.689935

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	57.07	46.01	43.54	7.39
20.00	5.00	73.32	54.40	NaN	9.93
50.00	2.00	97.22	65.68	NaN	13.79
100.00	1.00	117.34	74.48	NaN	17.07
200.00	0.50	139.38	83.56	NaN	20.67

Test

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	5.80	0.563	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.13	0.555	Accepted at 95% level

Method: Maximum Likelihood | Distribution: Two-Parameter Lognormal (LN2)
 Station No: 5 | Return Period: [10 20 50 100 200]
 Moments: Biased | Plotting Position: a=0, b=1

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION LOGNORMAL DE TRES PARAMETROS

Station: 5
 N = 15, Mean = 27.89, Std. Dev. = 10.92
 At-site : Cv = 0.39, Cs = 0.09, Ck = 3.81
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Normal (3) Distribution, ML Method

Parameter	a	mu	sigma
At-Site	-305.000238	5.807320	0.031698
Regional	-26.016269	3.954495	0.254864

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	46.30	41.52	43.54	3.90
20.00	5.00	53.32	45.53	NaN	4.83
50.00	2.00	62.04	50.11	NaN	6.37
100.00	1.00	68.37	53.19	NaN	7.68
200.00	0.50	74.57	56.03	NaN	9.07

Test

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	2.60	0.919	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.12	0.979	Accepted at 95% level

Method: Maximum Likelihood | Distribution: Three-parameter Lognormal (LN3)
 Station No: 5 | Return Period: [10 20 50 100 200]
 Moments: Biased | Plotting Position: a=0, b=1

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION LOGPEARSON TIPO III

Station: 5
 N = 15, Mean = 27.89, Std. Dev. = 10.92
 At-site : Cv = 0.39, Cs = 0.09, Ck = 3.81
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Pearson III Distribution, ML Method

Parameter	gamma	alpha	beta
At-Site	3.916516	-0.671044	1.011059
Regional	4.730143	-0.254491	6.169563

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	49.22	47.39	43.54	1.19
20.00	5.00	56.63	49.58	NaN	1.15
50.00	2.00	64.92	50.17	NaN	1.30
100.00	1.00	70.30	50.17	NaN	1.30
200.00	0.50	75.03	50.17	NaN	1.30

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	10.07	0.185	Accepted at 95% level
Kolmogorov-Smirnov	0.24	0.311	Accepted at 95% level

Input File

Method
Maximum Likelihood

Distribution
Log Pearson Type III (LP-III)

Station No.
5

Return Period
[10 20 50 100 200]

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

Moments
Biased

Plotting Position
a 0 b 1

Close

ESTACION SAN JOSE DE PARAC

DISTRIBUCION NORMAL

Station: 6
 N = 21, Mean = 21.74, Std. Dev. = 7.49
 At-site : Cv = 0.34, Cs = 0.79, Ck = 4.46
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Normal Distribution, ML Method

Parameter	mu	sigma
At-Site	21.738095	7.489825
Regional	21.738095	11.185051

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	36.07	31.34	29.04	2.21
20.00	5.00	40.14	34.06	40.71	2.51
50.00	2.00	44.71	37.12	NaN	2.88
100.00	1.00	47.76	39.16	NaN	3.15
200.00	0.50	50.55	41.03	NaN	3.40

Test

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	9.86	0.197	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.13	0.838	Accepted at 95% level

Method: Maximum Likelihood | Distribution: Normal (N) | Station No: 6 | Return Period: [10 20 50 100 200]

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION GUMBEL

Station: 6
 N = 21, Mean = 21.74, Std. Dev. = 7.49
 At-site : Cv = 0.34, Cs = 0.79, Ck = 4.46
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

EV1 Distribution, ML Method

Parameter	u	alpha
At-Site	18.325752	6.027061
Regional	16.715554	9.094099

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	37.18	31.89	29.04	3.04
20.00	5.00	43.73	36.23	40.71	3.72
50.00	2.00	52.20	41.84	NaN	4.63
100.00	1.00	58.55	46.05	NaN	5.32
200.00	0.50	64.88	50.24	NaN	6.01

Test

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	7.57	0.372	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.11	0.962	Accepted at 95% level

Method: Maximum Likelihood | Distribution: Extreme Value Type I (EV1) | Station No: 6 | Return Period: [10 20 50 100 200]

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

DISTRIBUCION LOGPEARSON TIPO III

Station: 6
 N = 21, Mean = 21.74, Std. Dev. = 7.49
 At-site : Cv = 0.34, Cs = 0.79, Ck = 4.46
 Regional: Cv = 0.51, Cs = 1.18, Ck = 5.67

Log-Pearson III Distribution, ML Method

Parameter	gamma	alpha	beta
At-Site	6.435173	-0.033680	101.316854
Regional	4.480822	-0.254491	6.169563

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
10.00	10.00	38.36	31.48	29.04	3.08
20.00	5.00	44.13	35.19	40.71	4.35
50.00	2.00	50.60	39.74	NaN	6.54
100.00	1.00	54.79	43.02	NaN	8.53
200.00	0.50	58.47	46.19	NaN	10.75

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	7.57	0.372	Accepted at 95% level
Kolmogorov-Smirnov	0.10	0.969	Accepted at 95% level

Input File

Method: Maximum Likelihood

Distribution: Log Pearson Type III (LP-III)

Copyright © 1997-2004
 Dr. K. H. Hamed, Cairo University
 Prof. A. R. Rao, Purdue University

Moments: Biased

Plotting Position: a=0, b=1

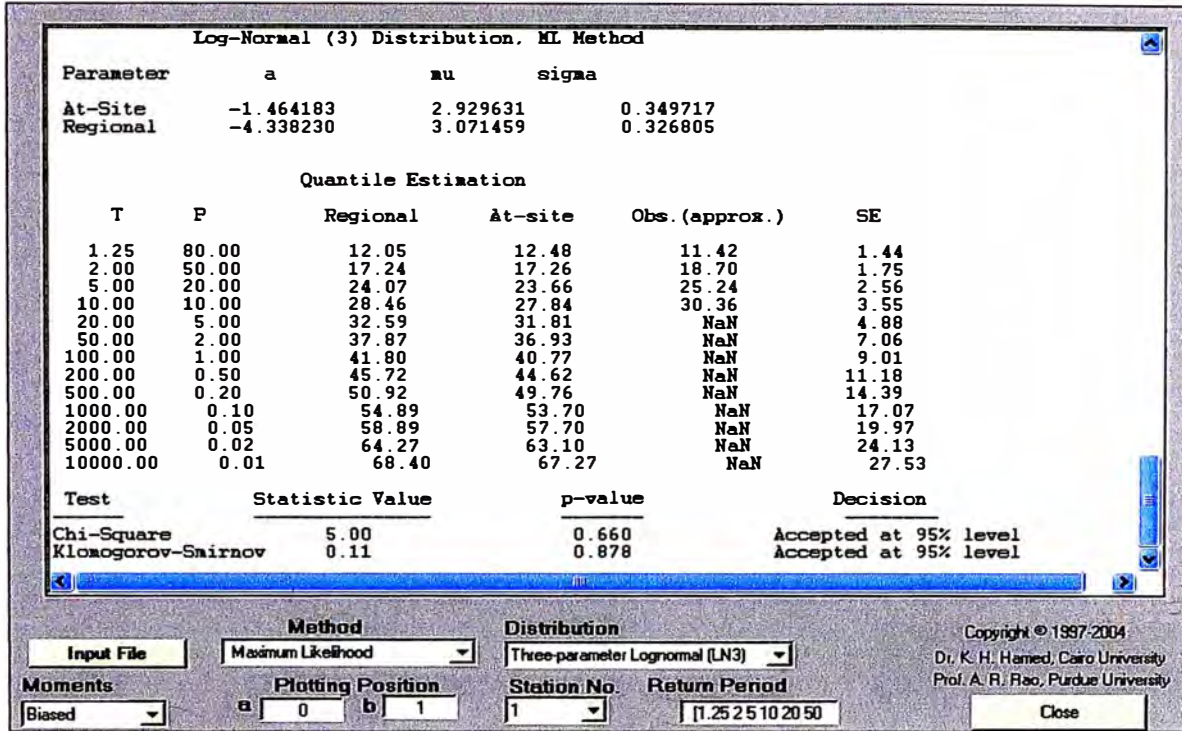
Station No.: 6

Return Period: [10 20 50 100 200]

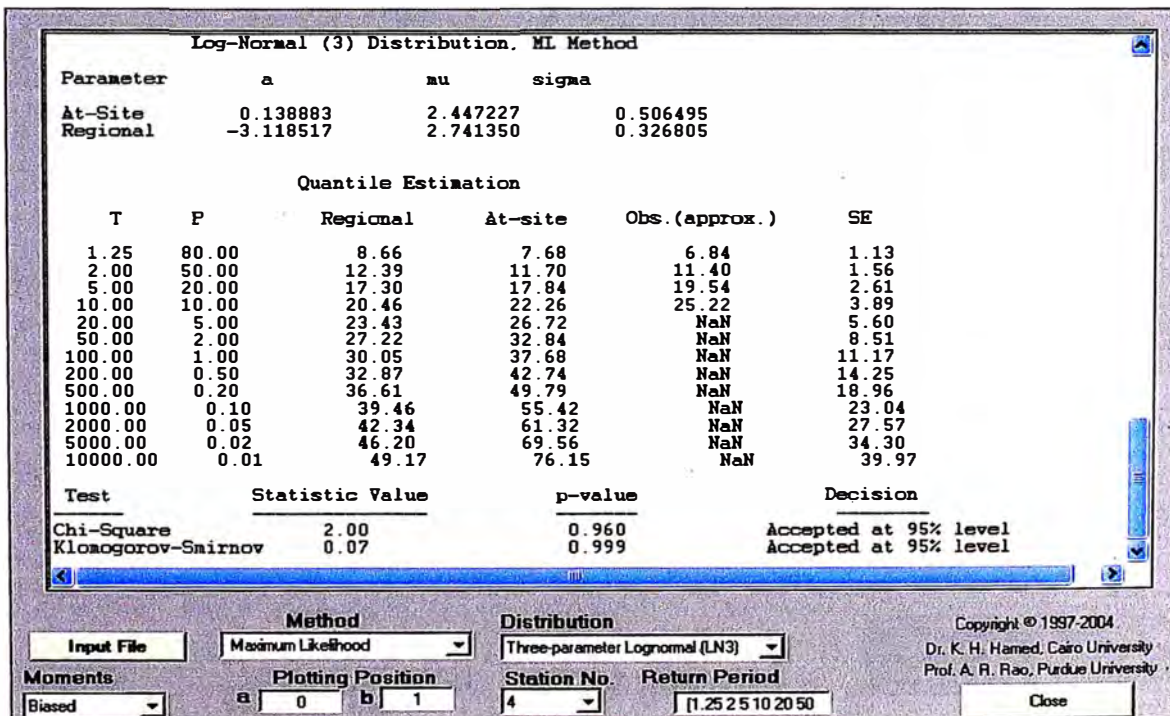
Close

IV.- TABLAS DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE BONDAD DE AJUSTE DE LAS ESTACIONES CON PERIODOS DE REGISTRO CORTO – DISTRIBUCION LOGNORMAL DE 3 PARAMETROS

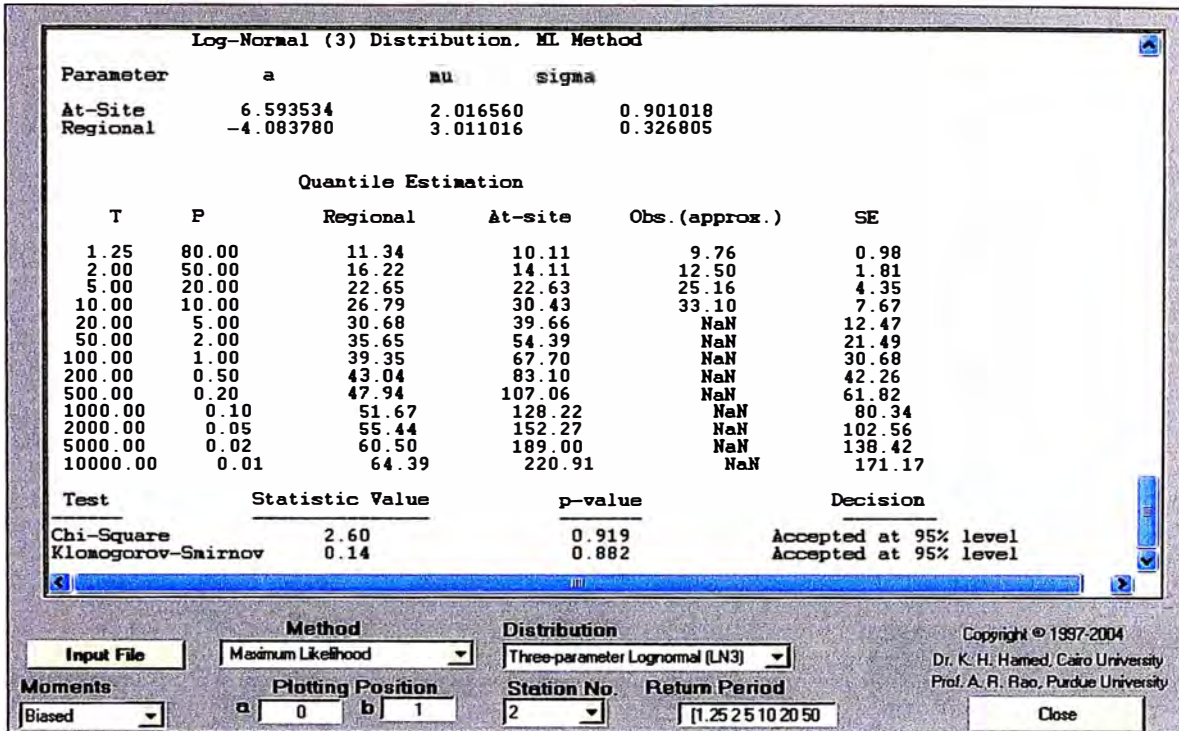
ESTACION MATUCANA CON PERIODO DE REGISTRO CORTO PARA COMPENSAR LA ESTACION AUTISHA



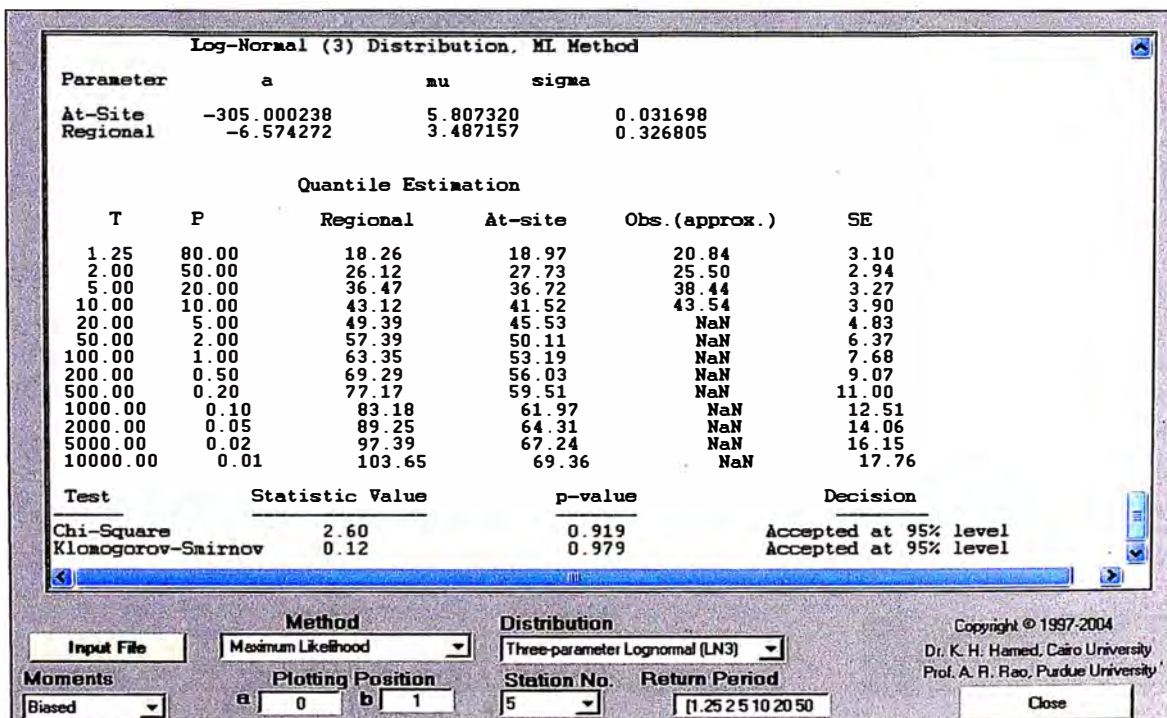
ESTACION AUTISHA



ESTACION MATUCANA CON PERIODO DE REGISTRO CORTO PARA COMPENSAR LA ESTACION CHALILLA



ESTACION CHALILLA



ESTACION MATUCANA CON PERIODO DE REGISTRO CORTO PARA COMPENSAR LA ESTACION SAN JOSE DE PARAC

Log-Normal (3) Distribution. ML Method

Parameter	a	mu	sigma
At-Site	-3.079249	3.011692	0.311821
Regional	-4.297868	3.062112	0.326805

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
1.25	80.00	11.94	12.55	12.10	1.29
2.00	50.00	17.07	17.24	17.35	1.52
5.00	20.00	23.84	23.34	24.46	2.14
10.00	10.00	28.19	27.23	29.99	2.93
20.00	5.00	32.29	30.86	30.49	3.97
50.00	2.00	37.52	35.48	NaN	5.69
100.00	1.00	41.41	38.90	NaN	7.20
200.00	0.50	45.30	42.29	NaN	8.88
500.00	0.20	50.45	46.78	NaN	11.35
1000.00	0.10	54.38	50.19	NaN	13.39
2000.00	0.05	58.35	53.62	NaN	15.58
5000.00	0.02	63.67	58.21	NaN	18.70
10000.00	0.01	67.76	61.72	NaN	21.24

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	3.20	0.866	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.09	0.987	Accepted at 95% level

Input File

Method Maximum Likelihood

Moments Biased

Plotting Position a b

Distribution Three-parameter Lognormal (LN3)

Station No. 3 **Return Period** [1.25 2.5 10 20 50]

Close

Copyright © 1997-2004
Dr. K. H. Hamed, Cairo University
Prof. A. R. Rao, Purdue University

ESTACION SAN JOSE DE PARAC

Log-Normal (3) Distribution. ML Method

Parameter	a	mu	sigma
At-Site	-0.545300	3.034776	0.329705
Regional	-5.045016	3.222393	0.326805

Quantile Estimation

T	P	Regional	At-site	Obs. (approx.)	SE
1.25	80.00	14.01	15.21	15.08	1.37
2.00	50.00	20.04	20.25	19.25	1.64
5.00	20.00	27.99	26.90	28.34	2.36
10.00	10.00	33.09	31.19	29.07	3.24
20.00	5.00	37.90	35.22	41.35	4.43
50.00	2.00	44.04	40.39	NaN	6.37
100.00	1.00	48.61	44.24	NaN	8.09
200.00	0.50	53.17	48.07	NaN	10.01
500.00	0.20	59.22	53.17	NaN	12.83
1000.00	0.10	63.83	57.06	NaN	15.18
2000.00	0.05	68.49	60.99	NaN	17.70
5000.00	0.02	74.74	66.27	NaN	21.32
10000.00	0.01	79.54	70.33	NaN	24.27

Test	Statistic Value	p-value	Decision
Chi-Square	4.80	0.684	Accepted at 95% level
Klomagorov-Smirnov	0.09	0.977	Accepted at 95% level

Input File

Method Maximum Likelihood

Moments Biased

Plotting Position a b

Distribution Three-parameter Lognormal (LN3)

Station No. 6 **Return Period** [1.25 2.5 10 20 50]

Close

Copyright © 1997-2004
Dr. K. H. Hamed, Cairo University
Prof. A. R. Rao, Purdue University

V.- TABLA DE CAPACIDAD DE ALCANTARILAS

**CAPACIDAD DE LAS ALCANTARILLAS CON DESCARGA LIBRE Y CON SUPERFICIE DEL AGUA EN LA ENTRADA A LA MISMA ELEVACION QUE LA CORONA DEL TUBO
(Valores en metros cúbicos por segundo)**

Pendiente en (%)	Diámetro del Tubo en Centímetros																				
	20	25	30	38	46	53	61	76	91	107	122	137	152	167	185	198	215	229	244	274	305
01	0.006	0.011	0.017	0.037	<u>0.059</u>	<u>0.093</u>	0.133	0.227	0.340	<u>0.567</u>	<u>0.708</u>	<u>1.020</u>	<u>1.300</u>	<u>1.900</u>	2.410	<u>3.110</u>	<u>3.680</u>	<u>4.530</u>	<u>5.380</u>	<u>7.650</u>	<u>9.350</u>
02	0.008	0.017	<u>0.028</u>	<u>0.057</u>	0.088	0.133	0.192	0.340	<u>0.539</u>	0.850	1.190	<u>1.614</u>	<u>2.180</u>	<u>2.830</u>	<u>3.680</u>	<u>4.530</u>	<u>5.380</u>	<u>6.510</u>	<u>7.650</u>	<u>10.76</u>	<u>14.16</u>
03	0.011	<u>0.023</u>	0.037	0.068	0.110	0.167	0.235	<u>0.425</u>	0.710	1.050	<u>1.500</u>	<u>2.040</u>	<u>2.750</u>	<u>3.400</u>	<u>4.250</u>	<u>5.380</u>	<u>6.510</u>	<u>7.930</u>	<u>9.350</u>	<u>12.74</u>	<u>17.00</u>
04	<u>0.014</u>	<u>0.025</u>	0.042	0.080	0.125	0.192	<u>0.270</u>	<u>0.481</u>	0.793	<u>1.190</u>	<u>1.760</u>	<u>2.350</u>	<u>3.110</u>	<u>3.965</u>	<u>5.100</u>	<u>6.230</u>	<u>7.650</u>	<u>9.060</u>	<u>10.76</u>	<u>14.44</u>	<u>18.97</u>
05	0.017	0.028	0.048	0.085	0.139	<u>0.212</u>	0.283	0.538	<u>0.878</u>	1.300	1.925	<u>2.550</u>	<u>3.400</u>	4.250	5.380	<u>6.800</u>	<u>8.210</u>	9.630	11.61	<u>15.86</u>	20.67
0.6	0.017	0.031	0.054	0.093	<u>0.153</u>	0.230	0.311	<u>0.595</u>	0.934	1.420	<u>2.040</u>	2.750	3.680	<u>4.530</u>	<u>5.950</u>	7.080	<u>8.500</u>	<u>10.20</u>	<u>12.18</u>	16.43	21.81
0.8	<u>0.023</u>	0.034	0.059	<u>0.105</u>	0.173	0.255	<u>0.368</u>	0.651	1.050	<u>1.560</u>	2.180	<u>2.830</u>	<u>3.970</u>	5.100	<u>6.230</u>	<u>7.650</u>	9.060	11.00	13.03	17.56	22.94
1.0	0.023	0.040	<u>0.065</u>	0.113	0.184	<u>0.272</u>	0.396	0.680	<u>1.100</u>	1.610	<u>2.265</u>	3.110	<u>3.970</u>	<u>5.100</u>	6.510	7.930	9.350	11.33	13.31	17.84	22.94
1.2	0.023	0.042	0.068	0.122	0.192	0.283	0.396	<u>0.708</u>	1.130	<u>1.670</u>	2.322	3.110	4.250	5.380	6.510	7.930	9.350	11.33	13.31	17.84	22.94
1.4	0.025	<u>0.045</u>	0.071	0.125	<u>0.198</u>	0.283	0.425	0.708	<u>1.130</u>	1.670	<u>2.350</u>	<u>3.110</u>	4.250	5.380	6.510	7.930	9.350	11.33	13.31	17.84	22.94
1.6	0.025	0.045	0.074	0.127	0.201	0.283	<u>0.425</u>	0.736	1.130	1.670	2.350	3.110	4.250	5.380	6.510	7.930	9.350	11.33	13.31	17.84	22.94
1.8	<u>0.025</u>	0.045	0.074	<u>0.130</u>	0.201	0.311	0.425	0.736	1.130	<u>1.670</u>	2.350	3.110	4.250	5.380	6.510	7.930	9.350	11.33	13.31	17.84	22.94
2.0	0.025	0.045	0.074	0.130	0.201	<u>0.311</u>	0.425	<u>0.736</u>	1.130	1.670	2.350	3.110	4.250	5.380	6.510	7.930	9.350	11.33	13.31	17.84	22.94
2.2	0.025	0.045	0.074	0.130	0.201	0.311	0.425	0.736	<u>1.130</u>	1.670	2.350	3.110	4.250	5.380	6.510	7.930	9.350	11.33	13.31	17.84	22.94
2.4	0.025	0.045	0.074	0.130	0.201	0.311	0.425	0.736	1.130	1.670	2.350	3.110	4.250	5.380	6.510	7.930	9.350	11.33	13.31	17.84	22.94
				1.5	2.0	2.5	3														

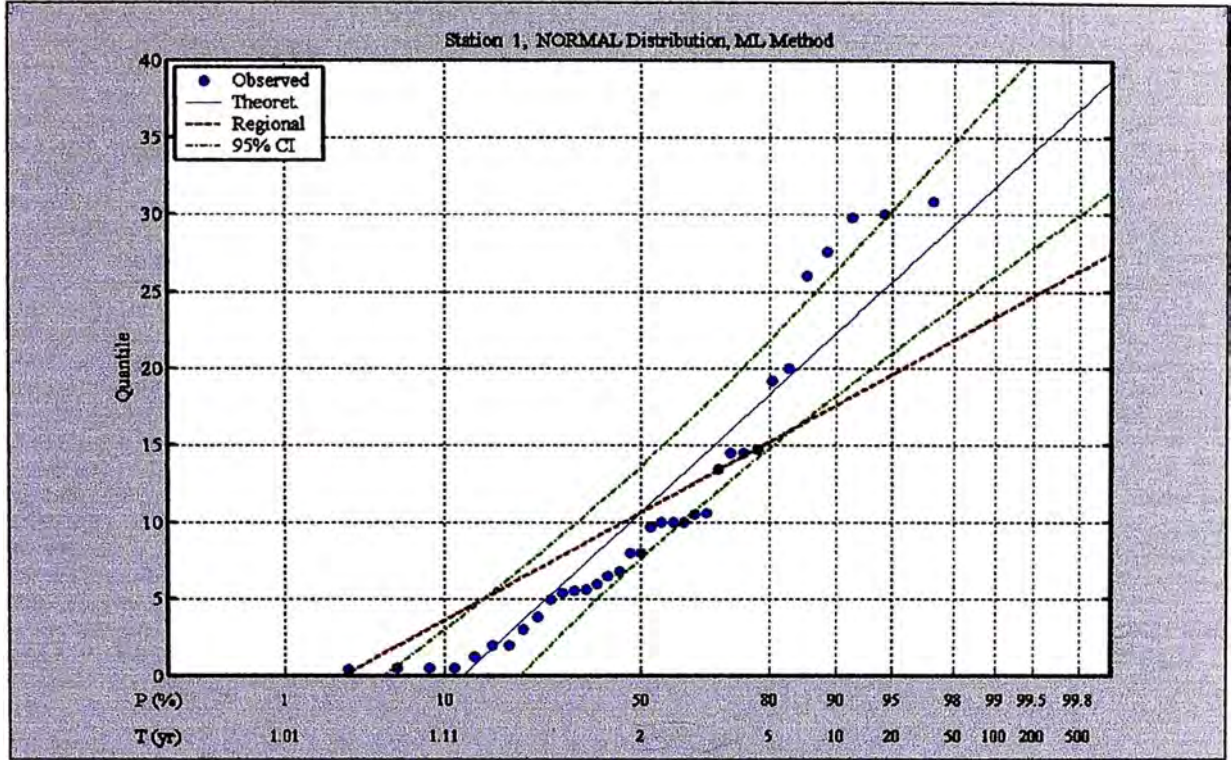
Nota: Los valores en relieve indican la descarga aproximada con "pendiente crítica" cuando $n=0.021$. Pendientes mayores que la "Crítica" no aumentan la descarga. Las "escaleras" de líneas horizontales indican velocidades aproximadas de 0.5 – 1.0 – 2.0 – 2.5 y 3.0 metros por segundo.

ANEXO "B" – FIGURAS

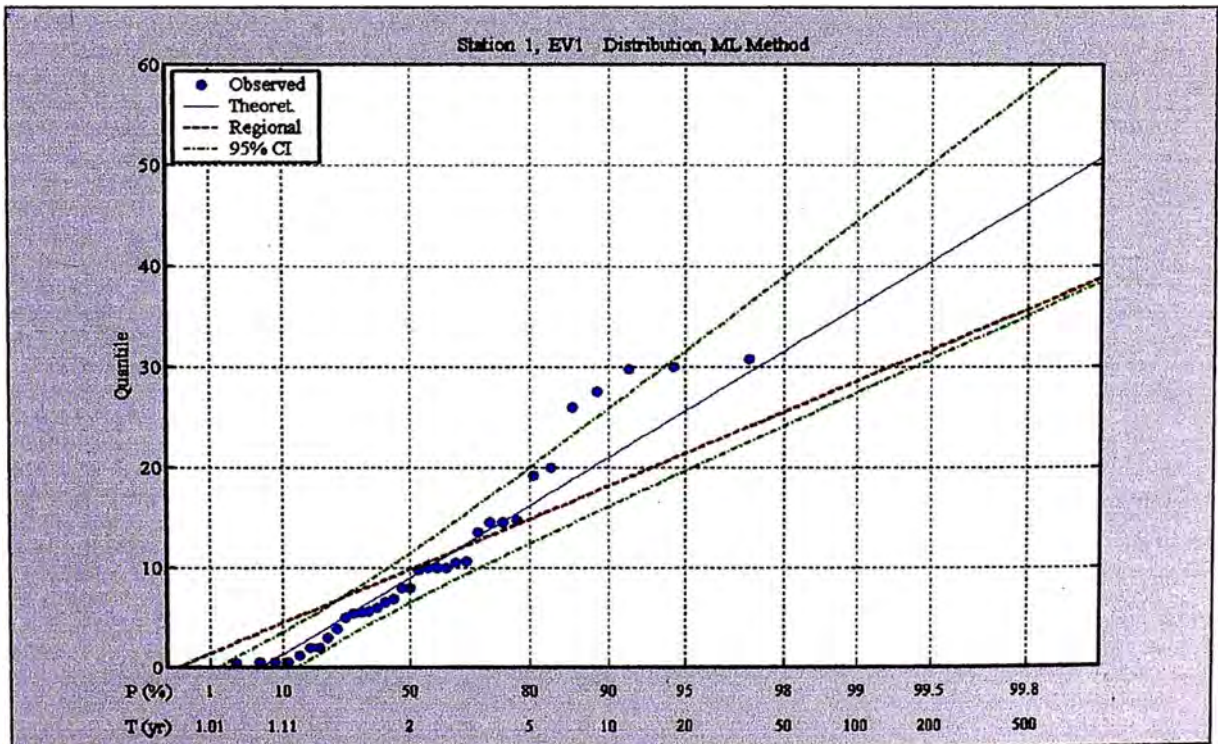
I.- GRAFICAS DE LOS RESULTADOS DEL ANALISIS DE BONDAD DE AJUSTE DE LAS ESTACIONES SELECCIONADAS PARA DIFERENTES DISTRIBUCIONES PROBABILISTICAS.

ESTACION SANTA EULALIA

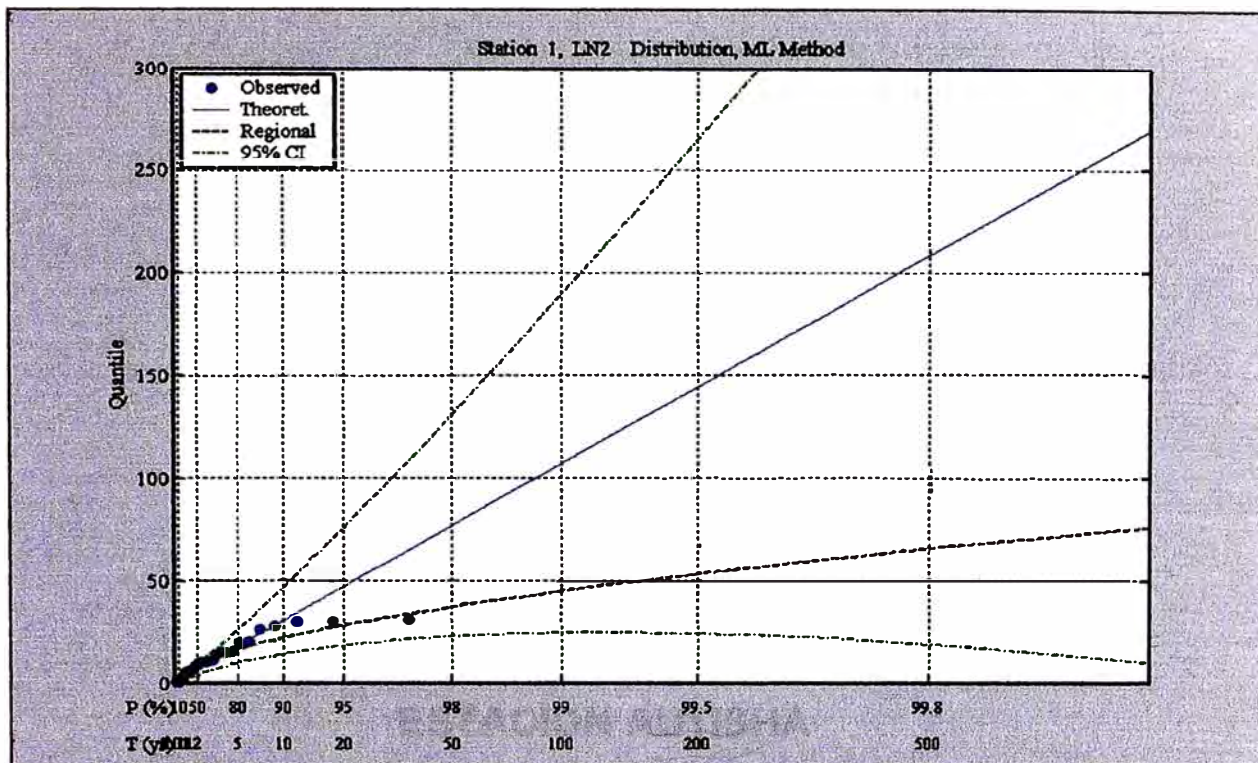
DISTRIBUCION NORMAL



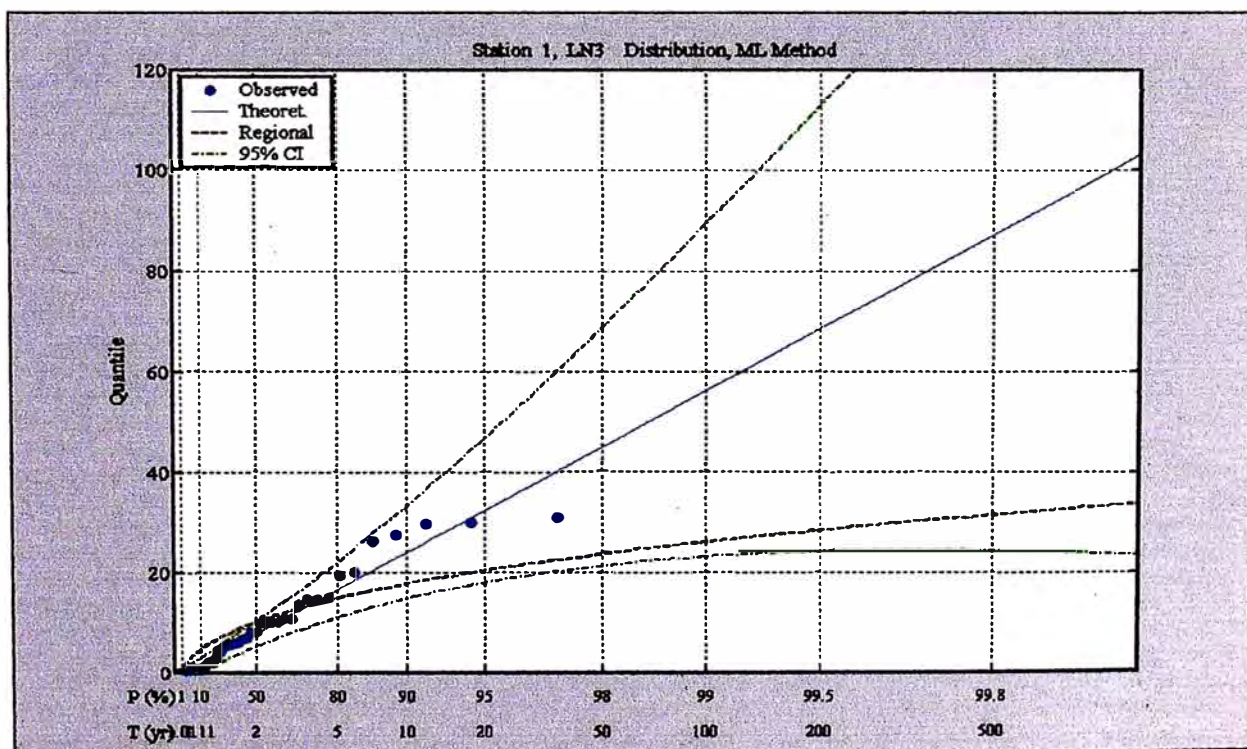
DISTRIBUCION GUMBEL



DISTRIBUCION LOGNORMAL DE DOS PARAMETROS

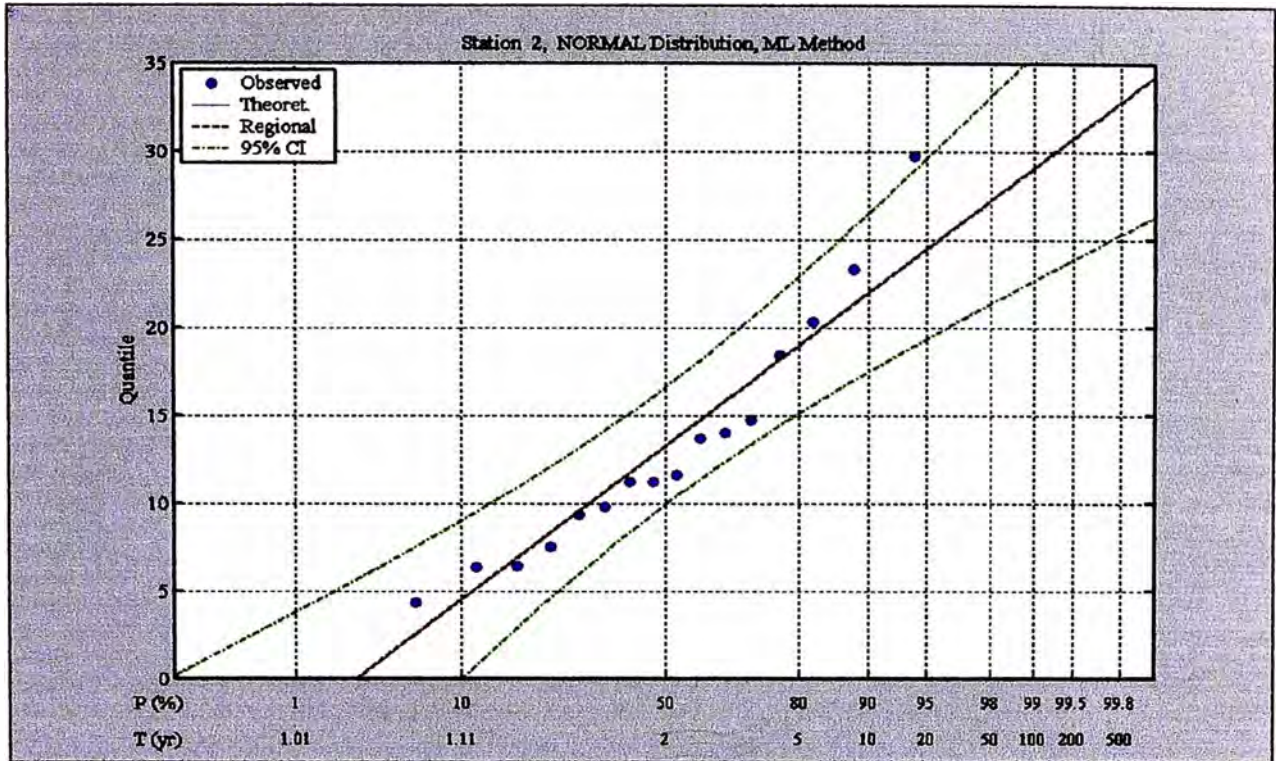


DISTRIBUCION LOGNORMAL DE TRES PARAMETROS

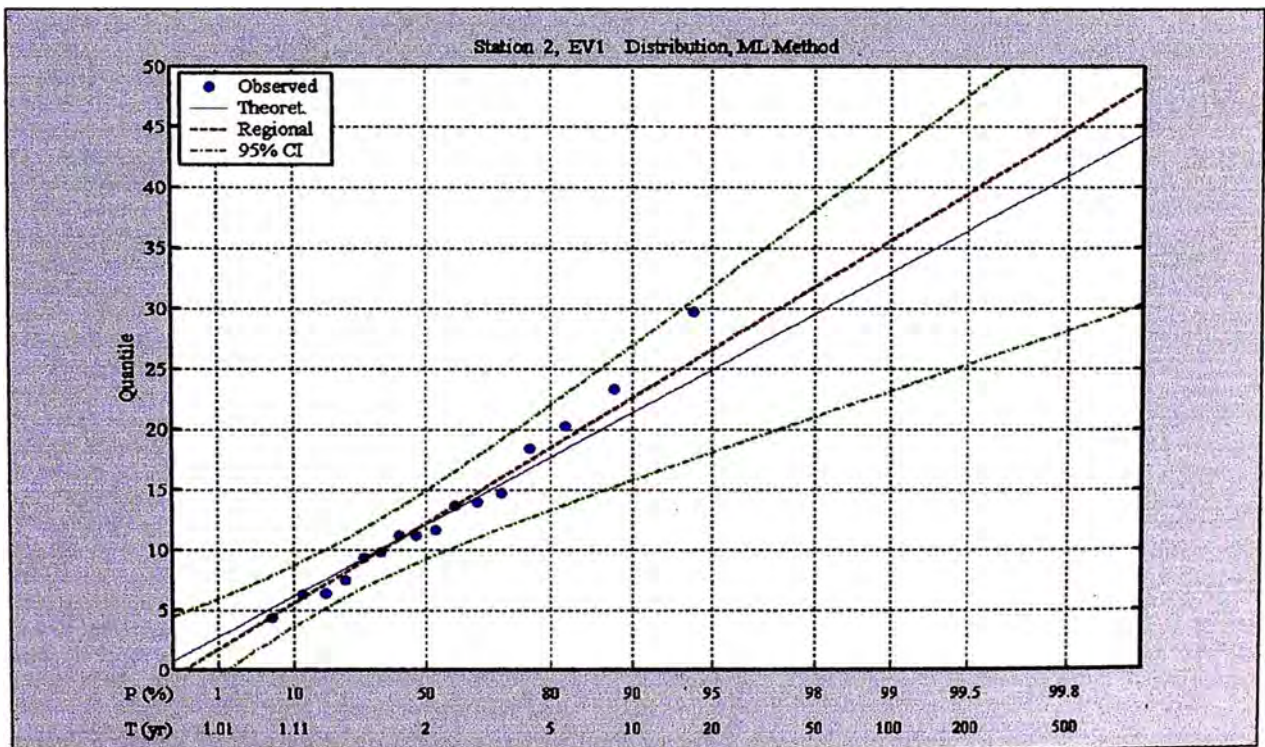


ESTACION AUTISHA

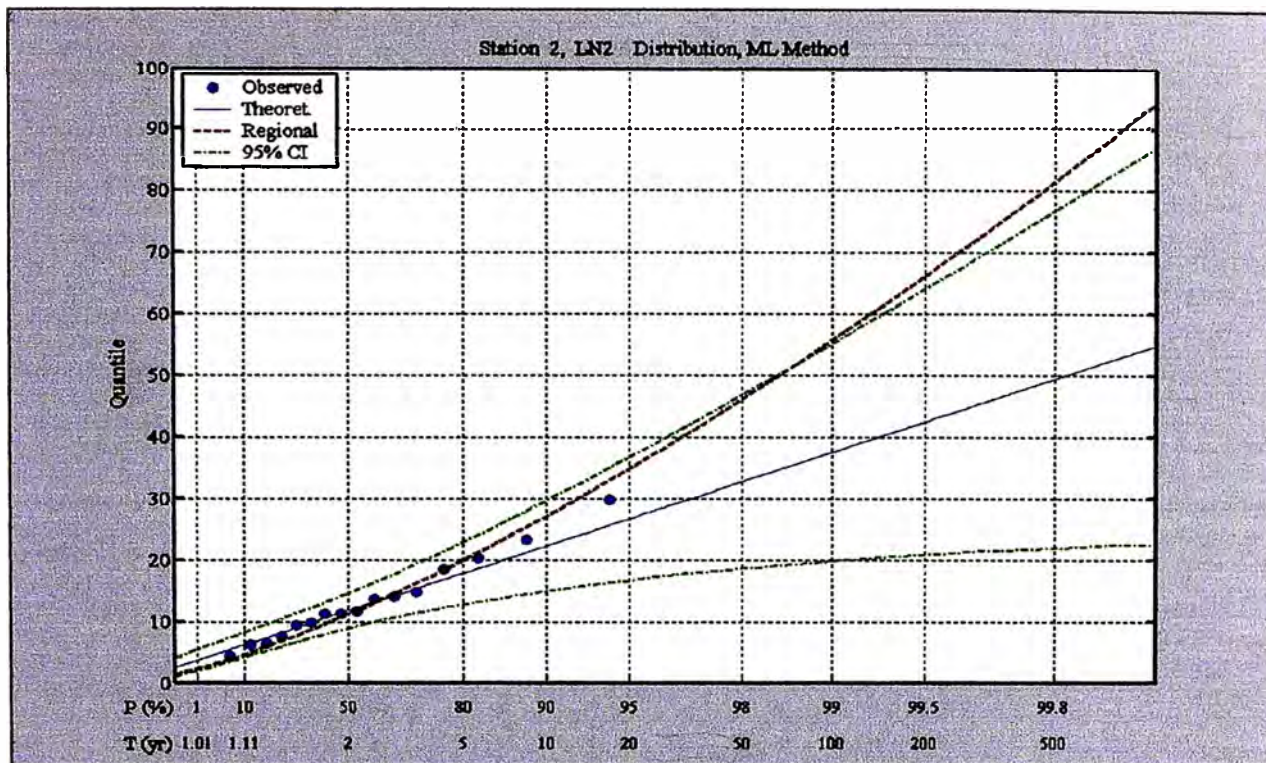
DISTRIBUCION NORMAL



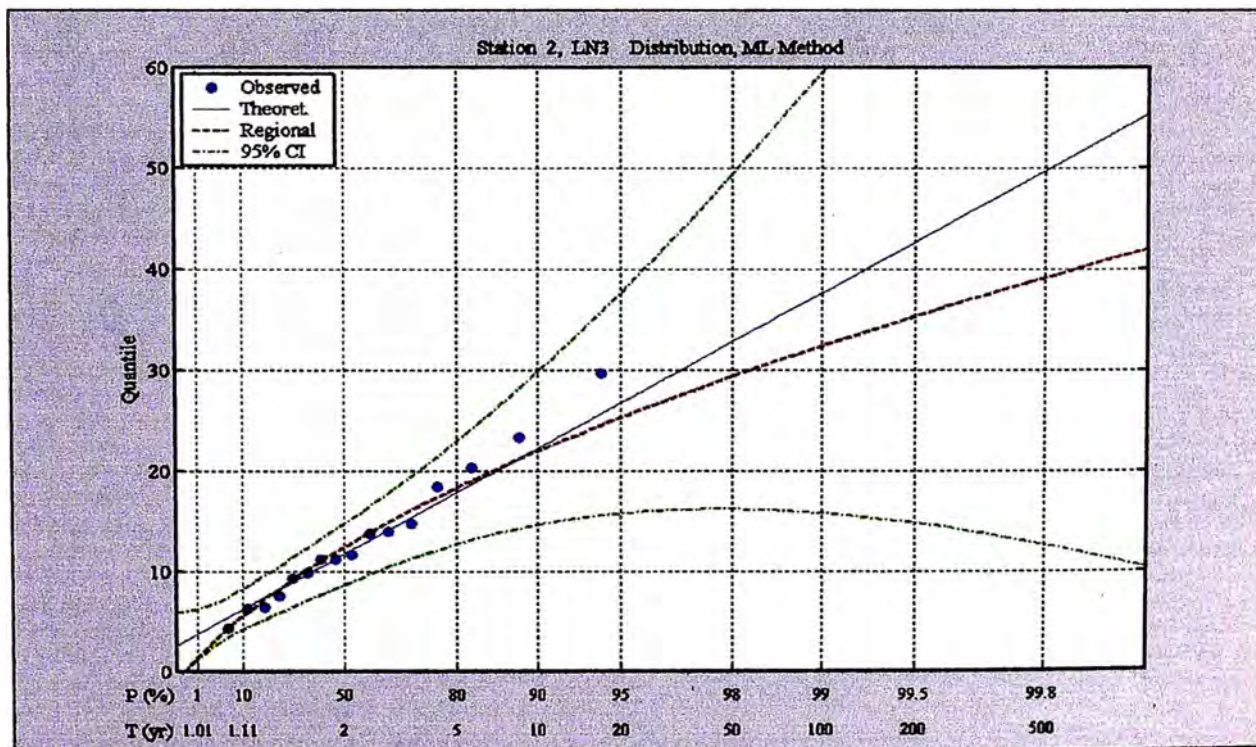
DISTRIBUCION GUMBEL



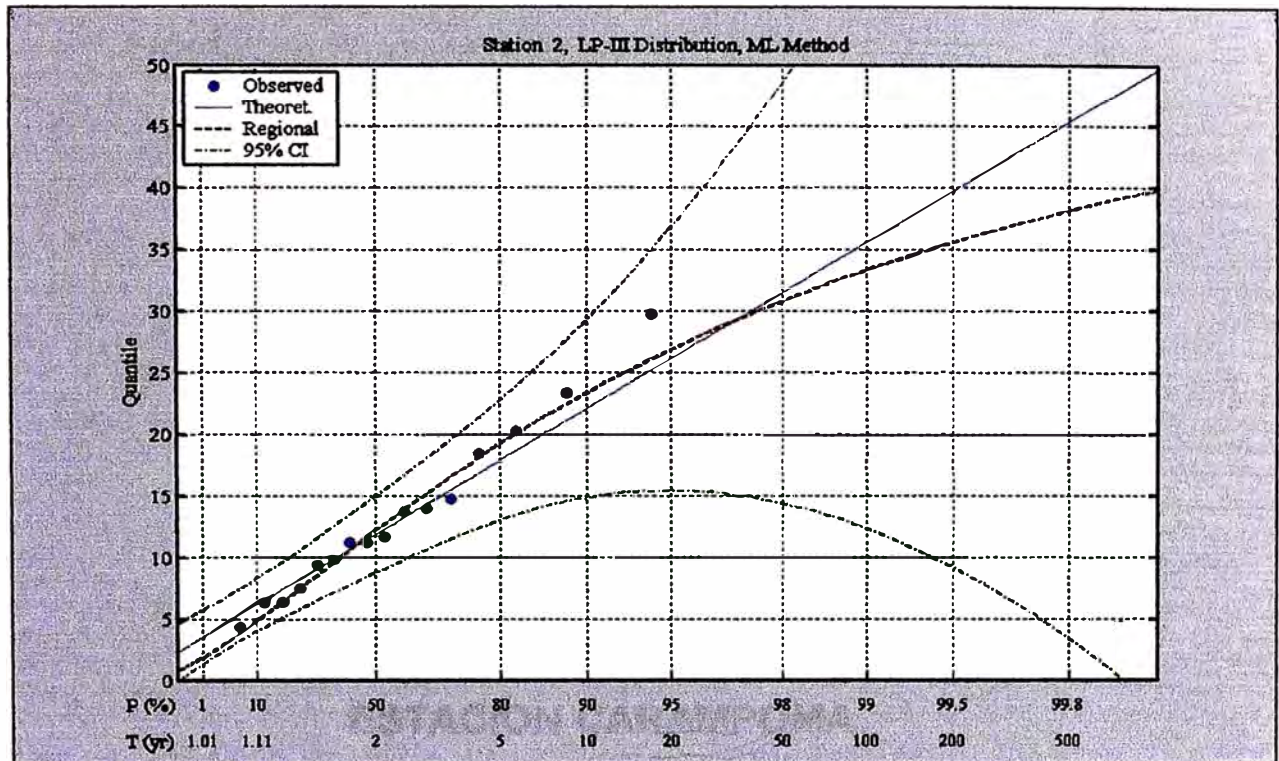
DISTRIBUCION LOGNORMAL DE DOS PARAMETROS



DISTRIBUCION LOGNORMAL DE TRES PARAMETROS

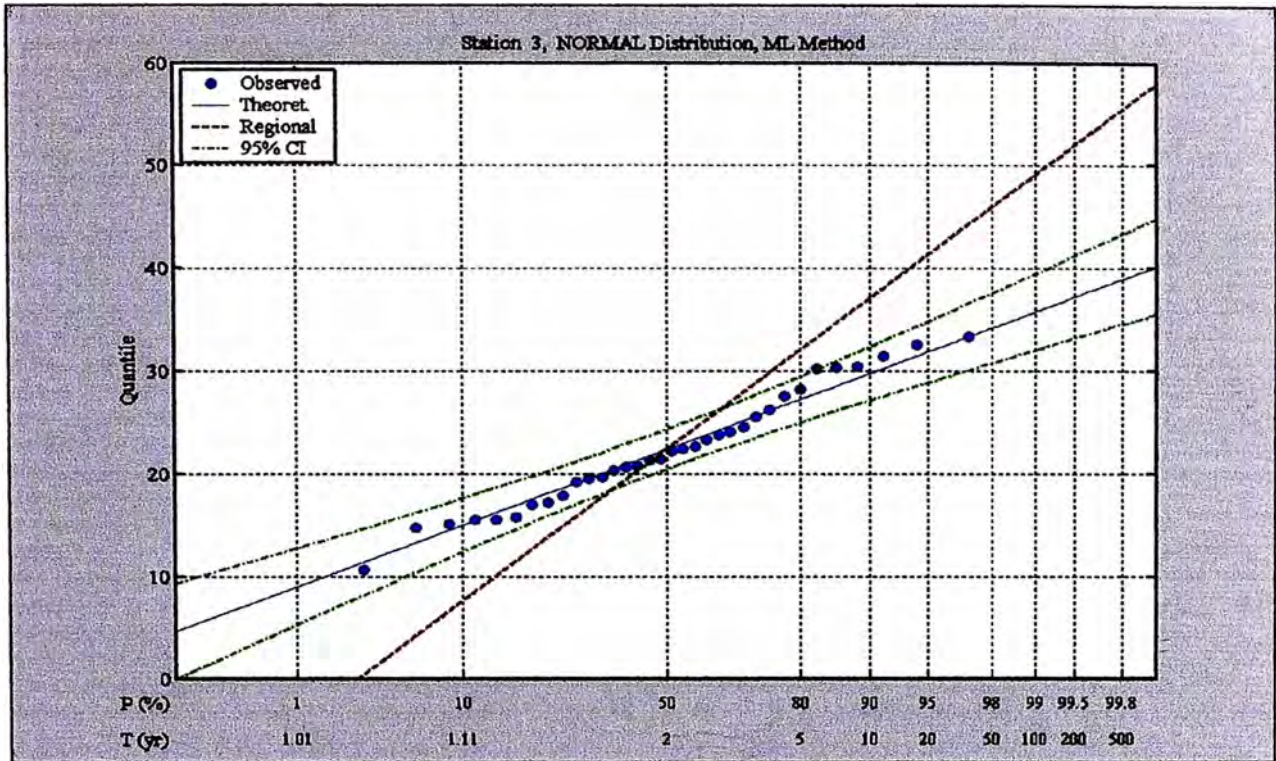


DISTRIBUCION LOGPEARSON TIPO III

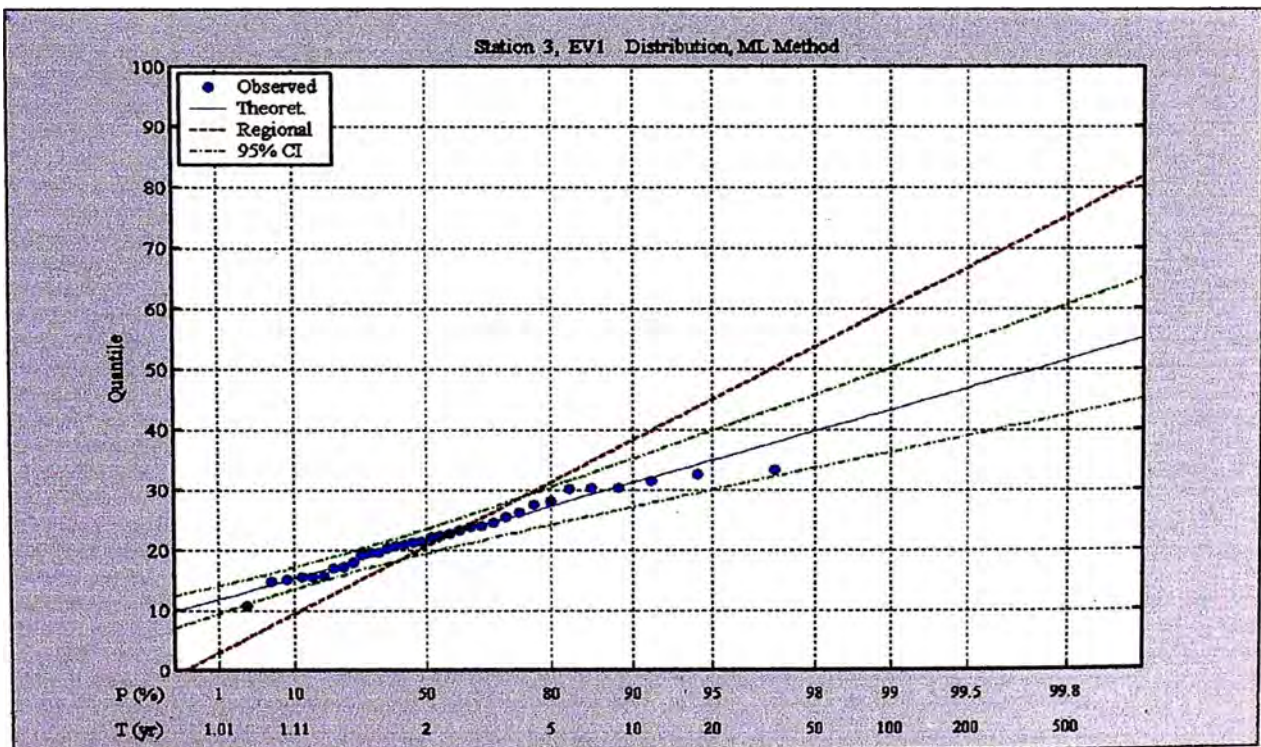


ESTACION CARAMPOMA

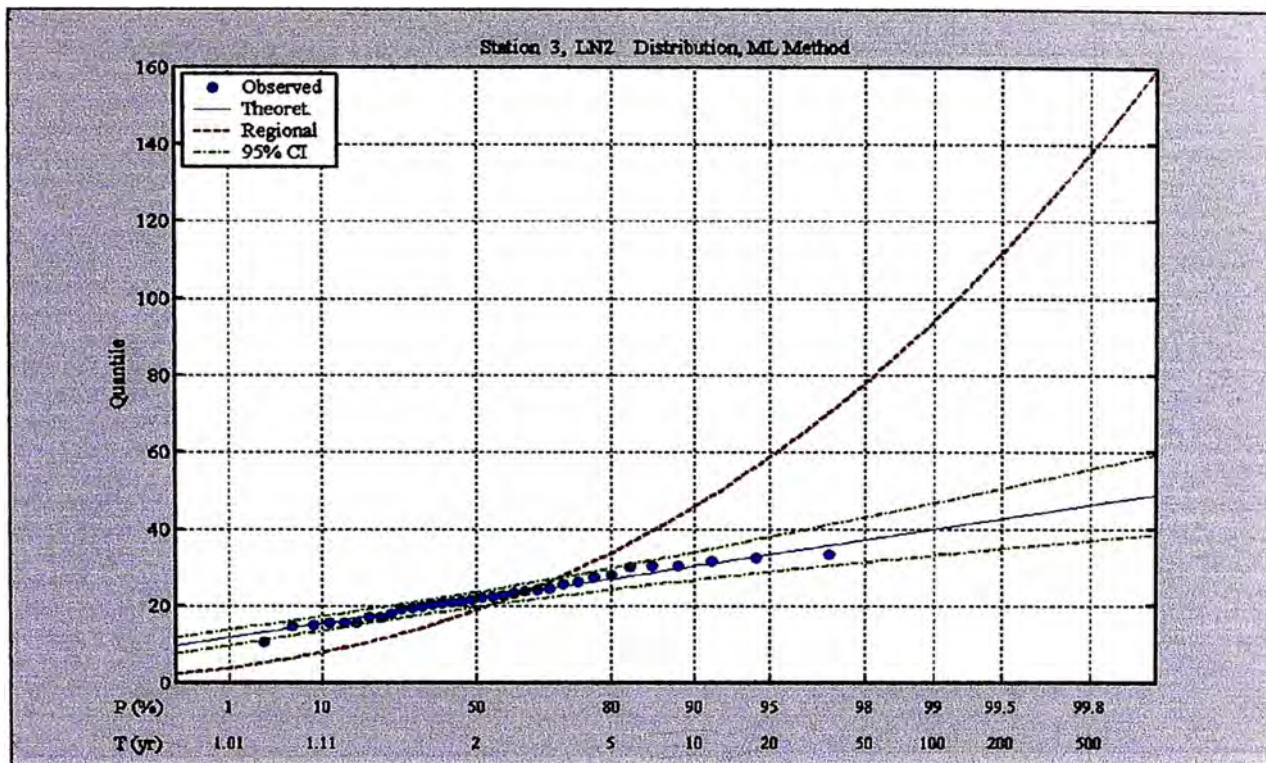
DISTRIBUCION NORMAL



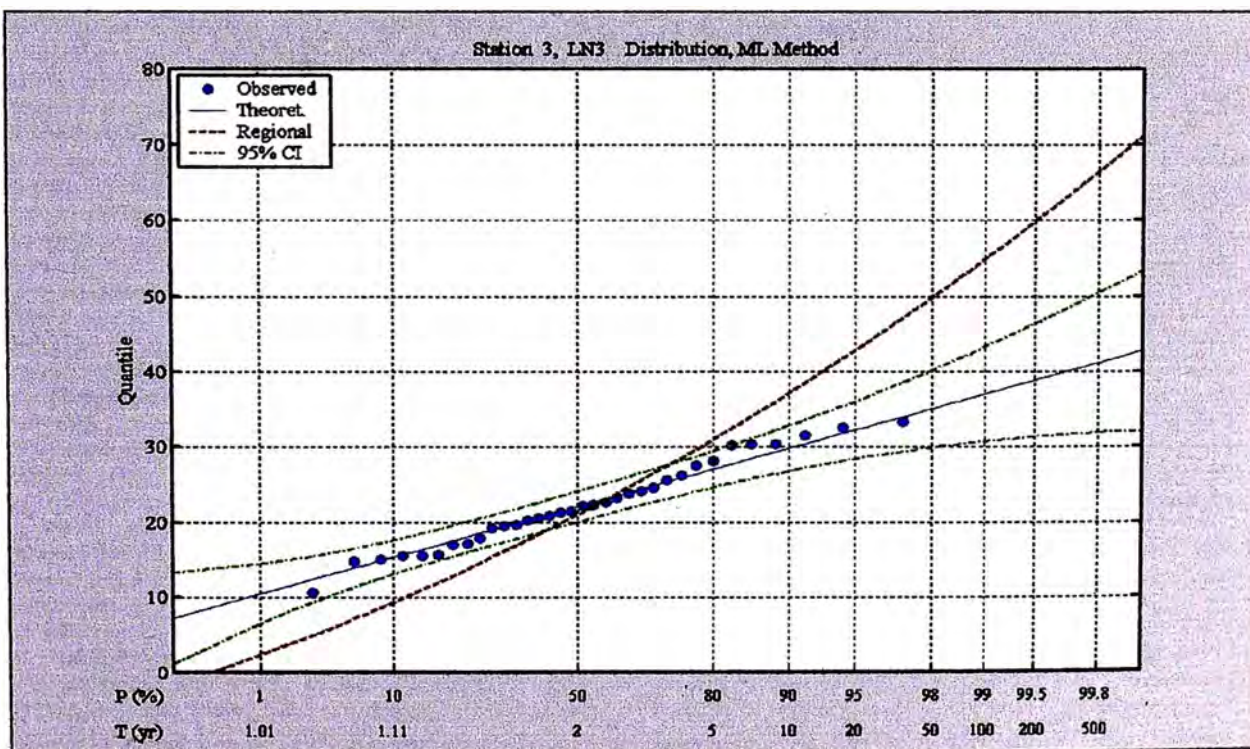
DISTRIBUCION GUMBEL



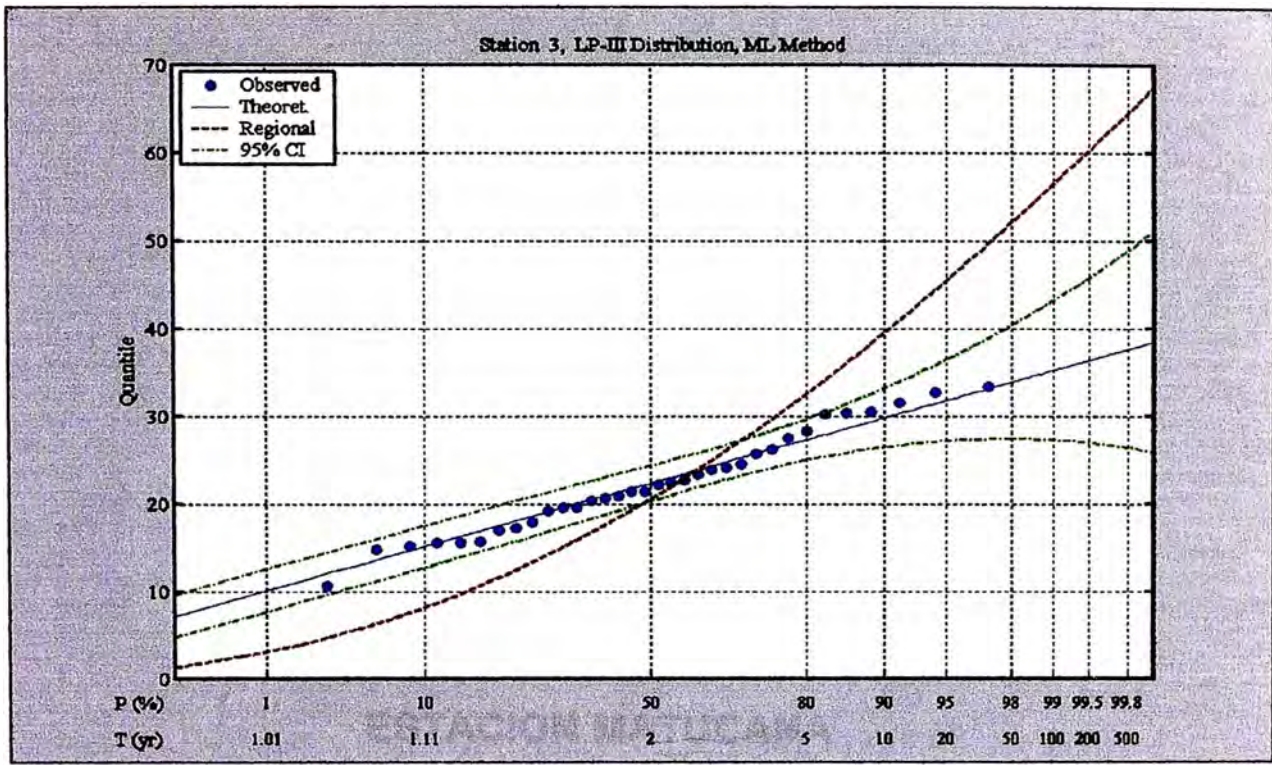
DISTRIBUCION LOGNORMAL DE DOS PARAMETROS



DISTRIBUCION LOGNORMAL DE TRES PARAMETROS

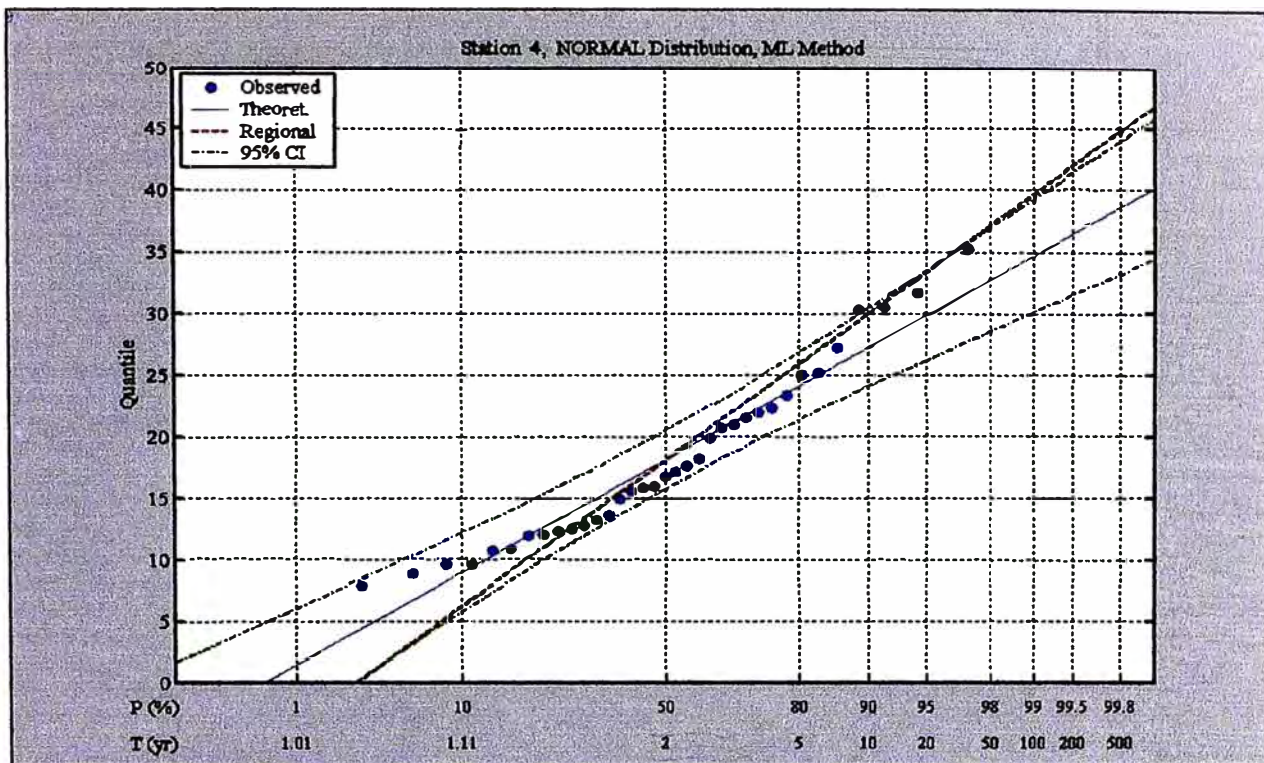


DISTRIBUCION LOGPEARSON TIPO III

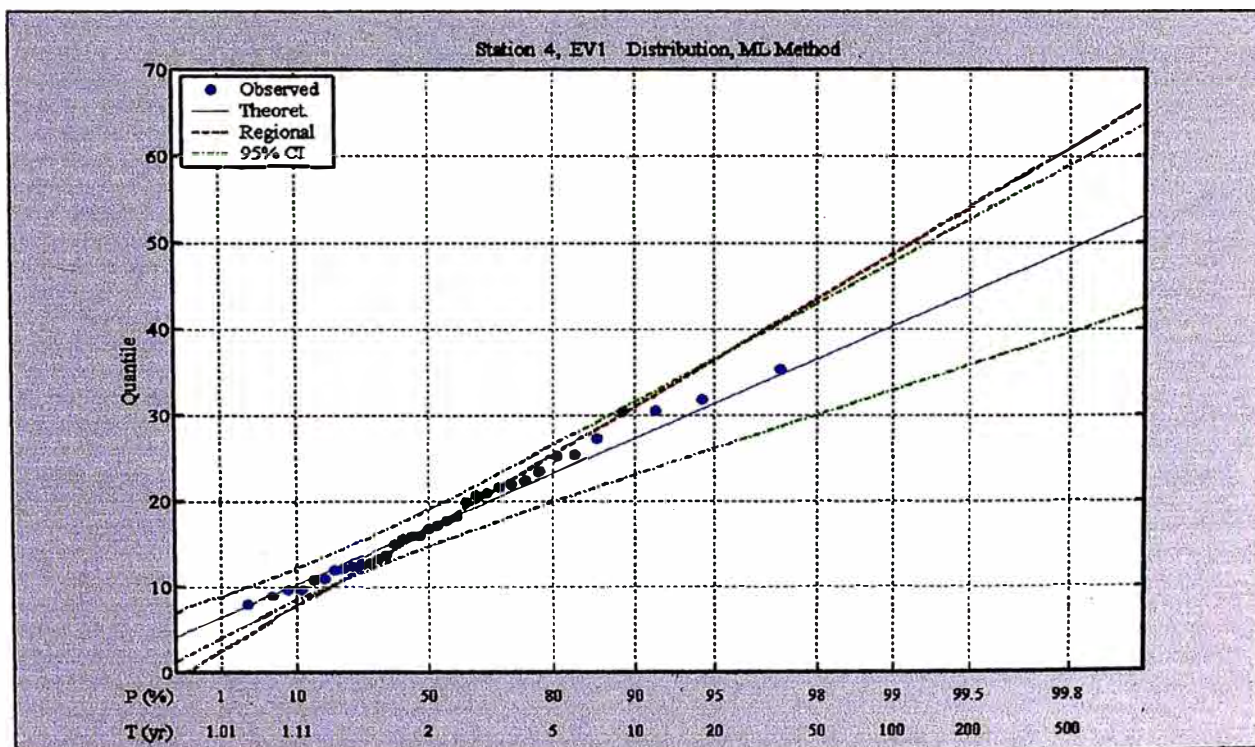


ESTACION MATUCANA

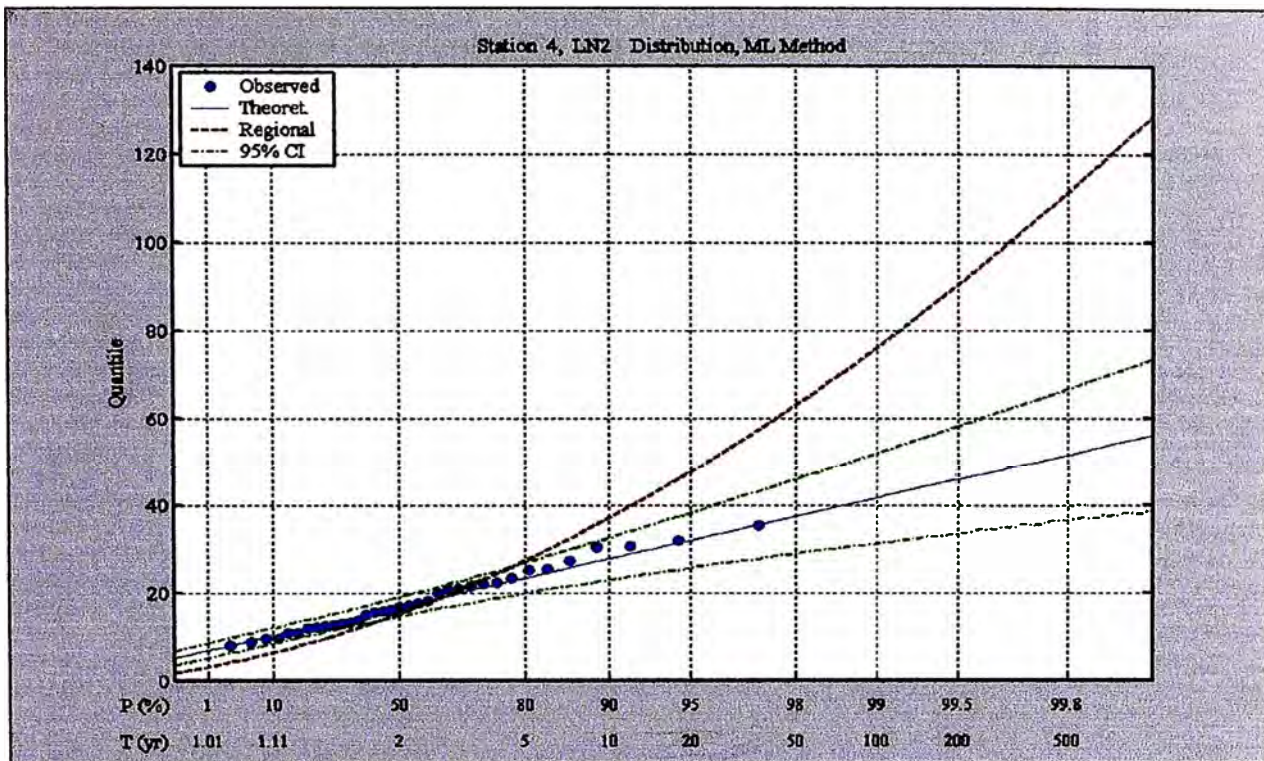
DISTRIBUCION NORMAL



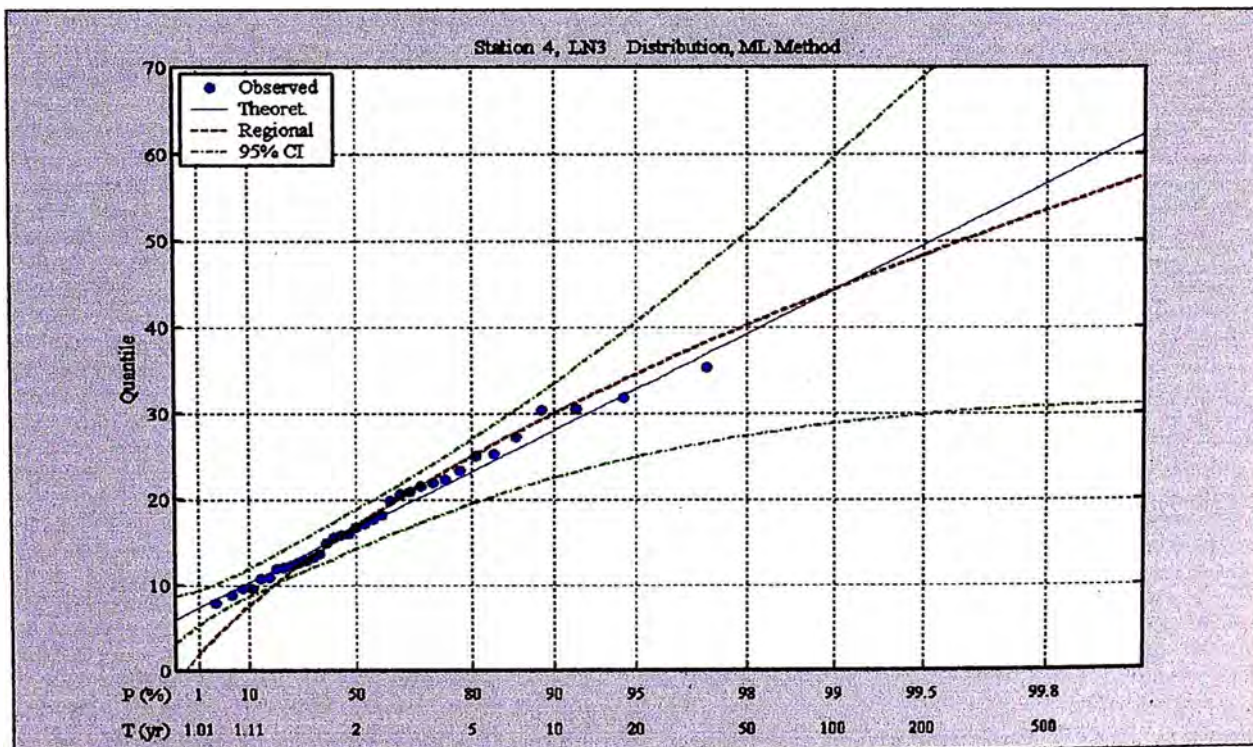
DISTRIBUCION GUMBEL



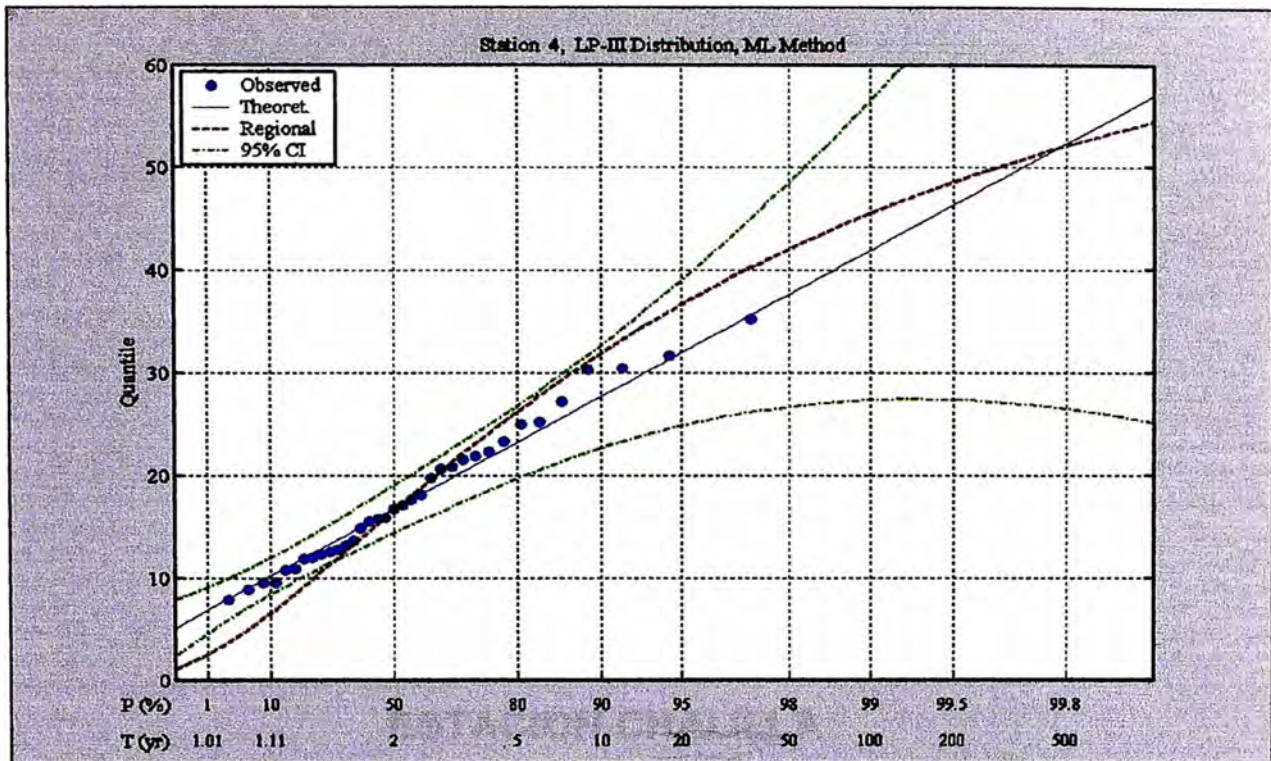
DISTRIBUCION LOGNORMAL DE DOS PARAMETROS



DISTRIBUCION LOGNORMAL DE TRES PARAMETROS

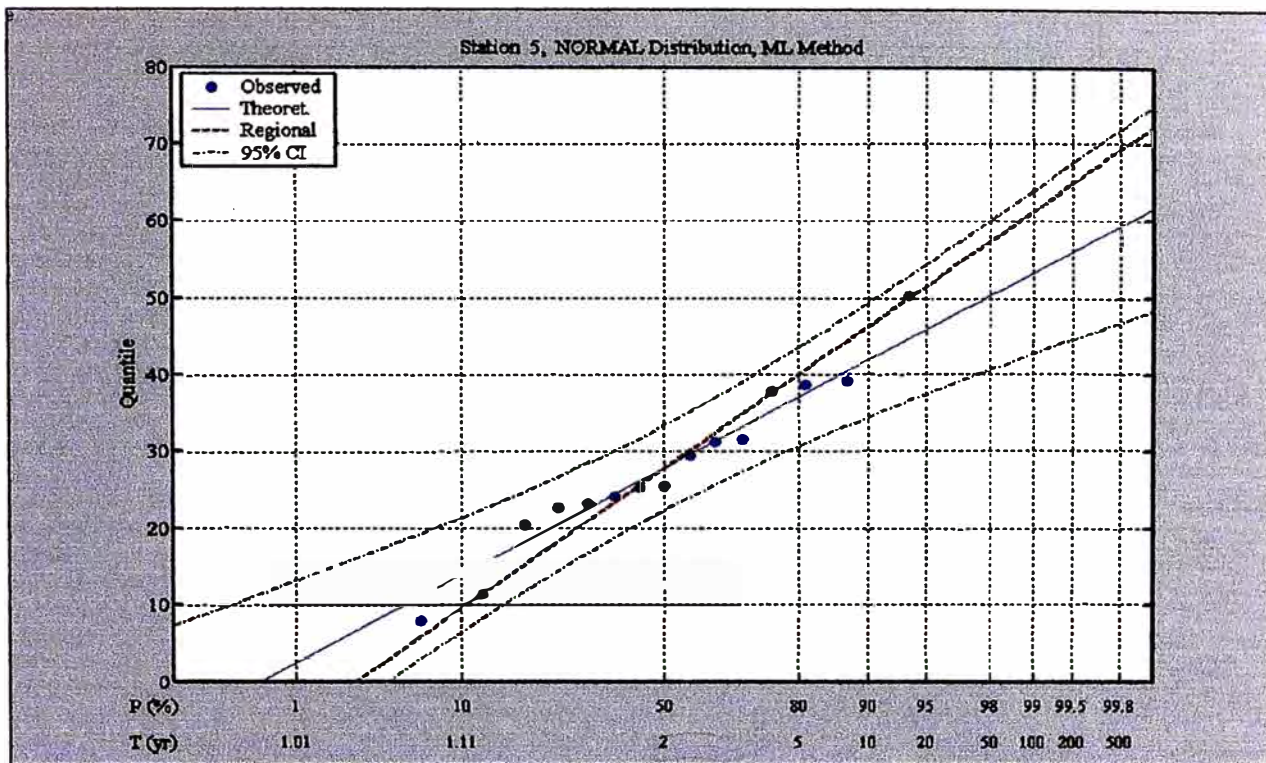


DISTRIBUCION LOGPEARSON TIPO III

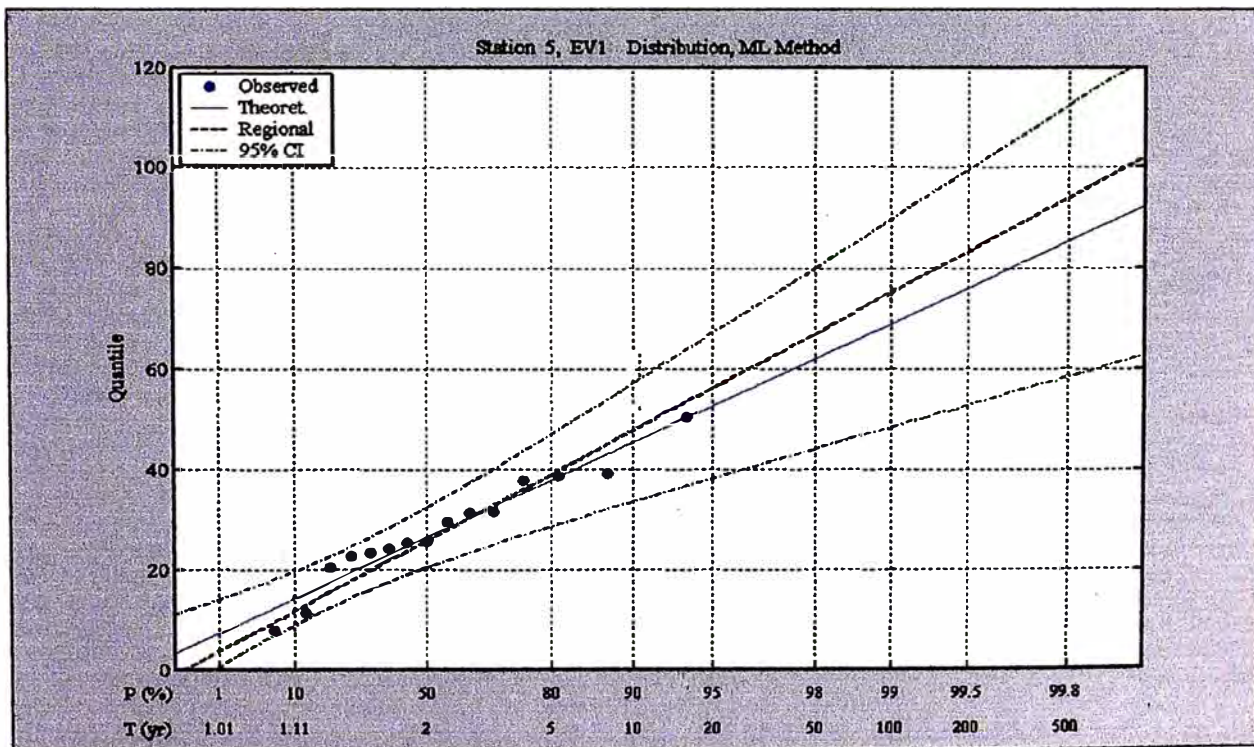


ESTACION CHALILLA

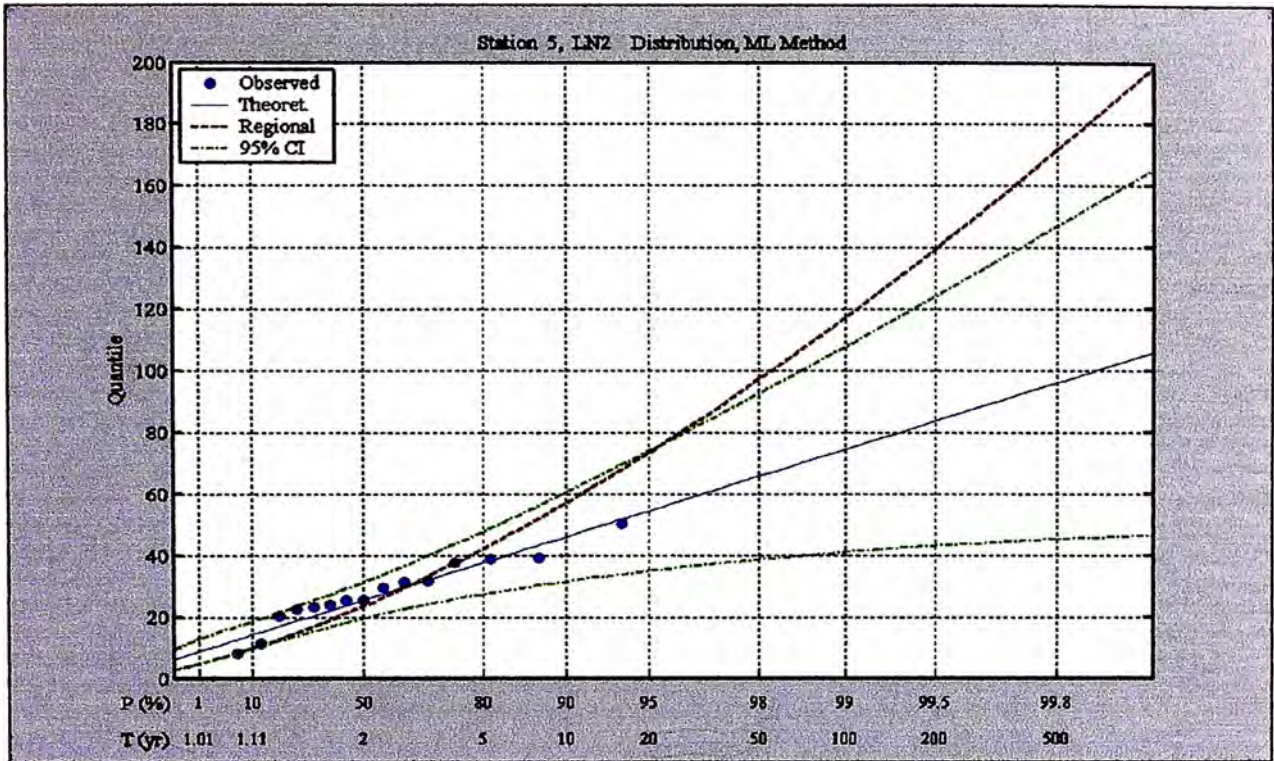
DISTRIBUCION NORMAL



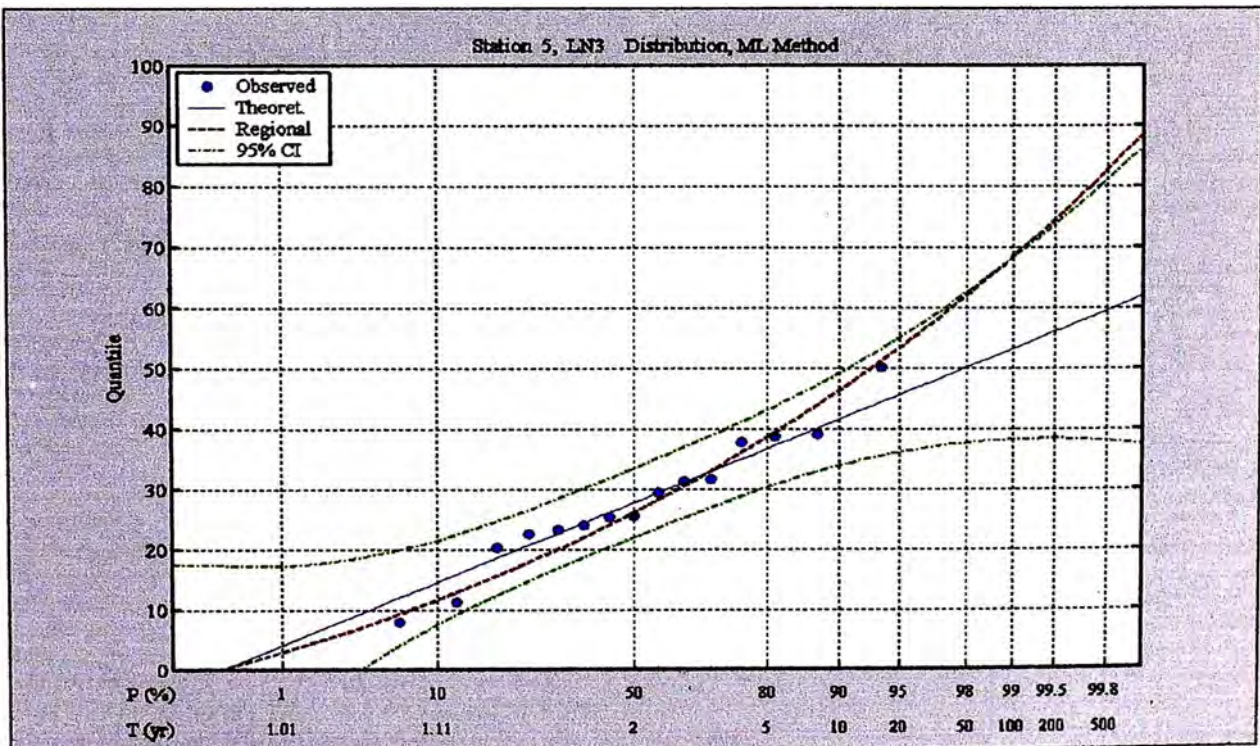
DISTRIBUCION GUMBEL



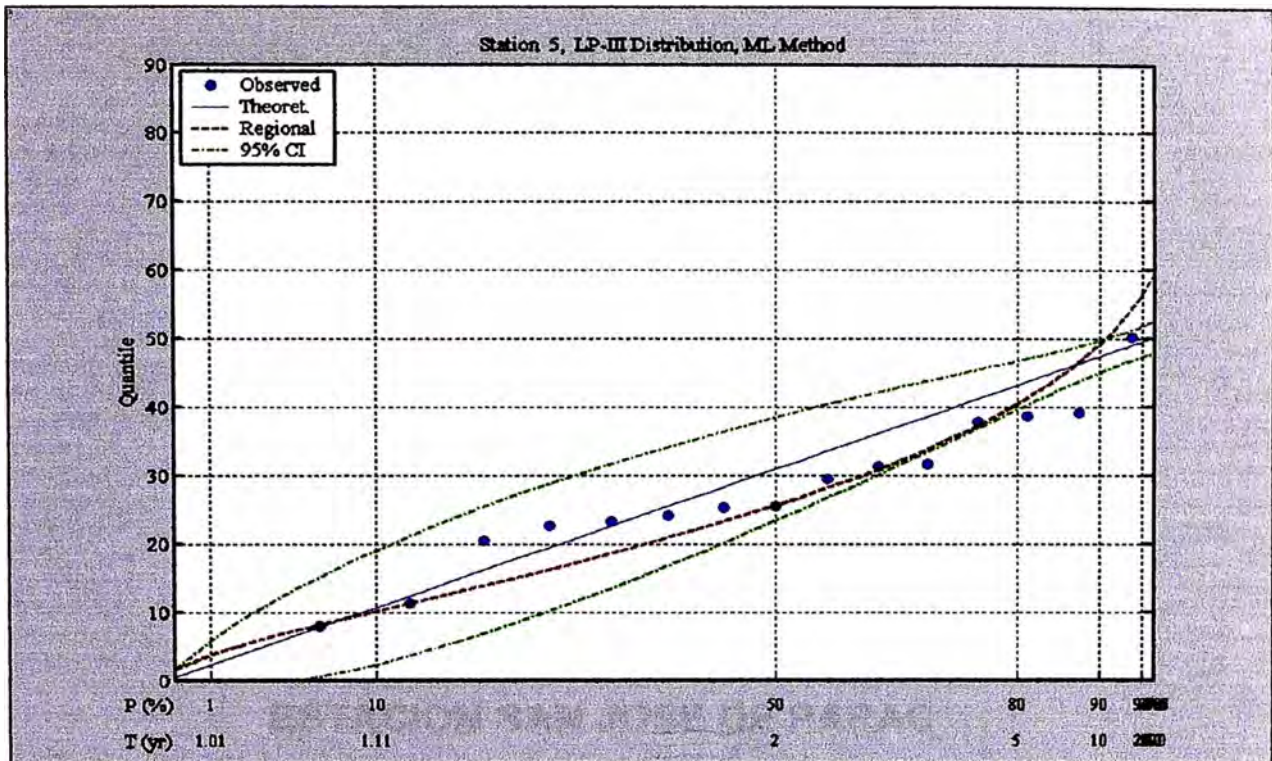
DISTRIBUCION LOGNORMAL DE DOS PARAMETROS



DISTRIBUCION LOGNORMAL DE TRES PARAMETROS

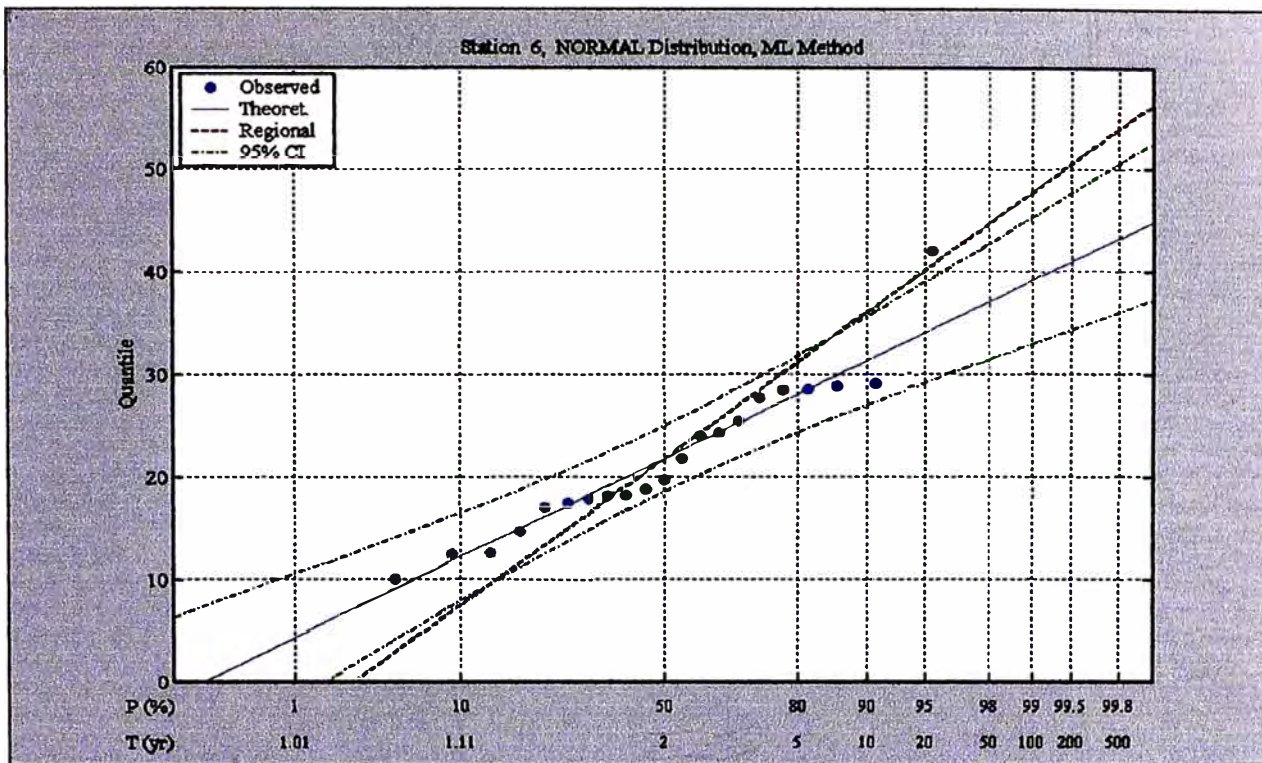


DISTRIBUCION LOGPEARSON TIPO III

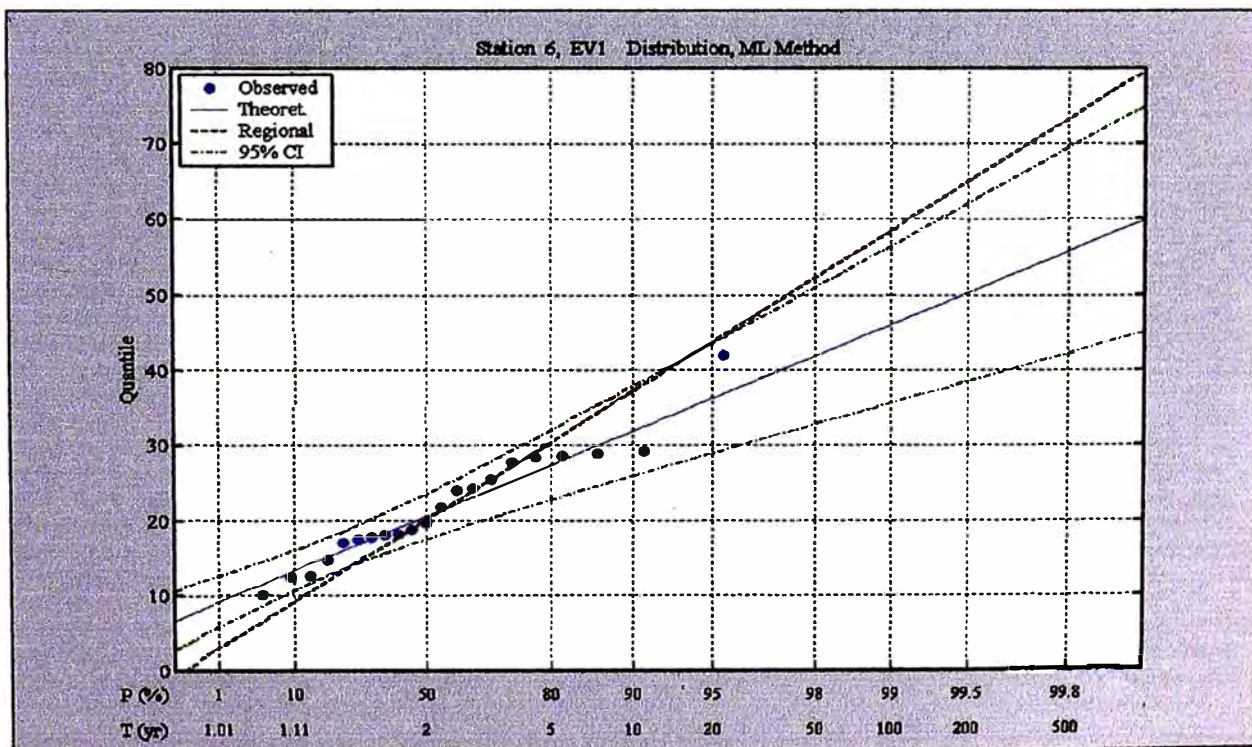


ESTACION SAN JOSE DE PARAC

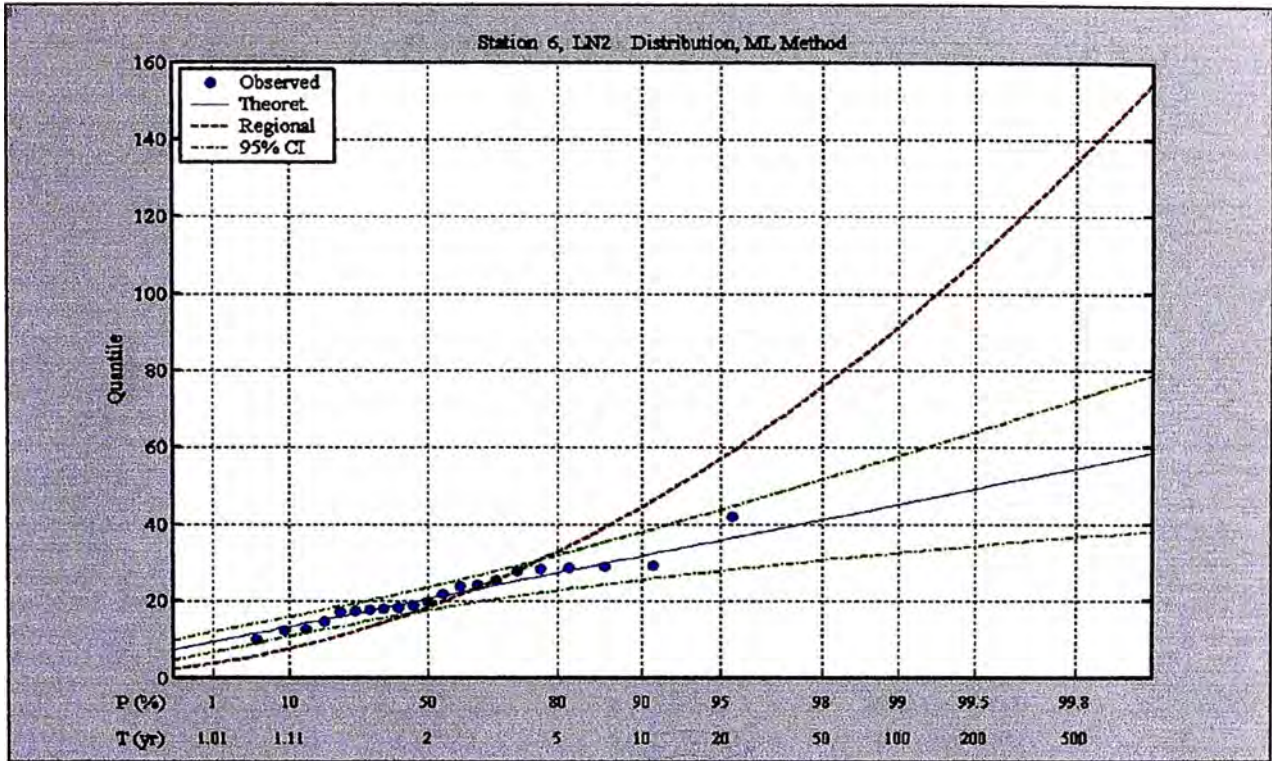
DISTRIBUCION NORMAL



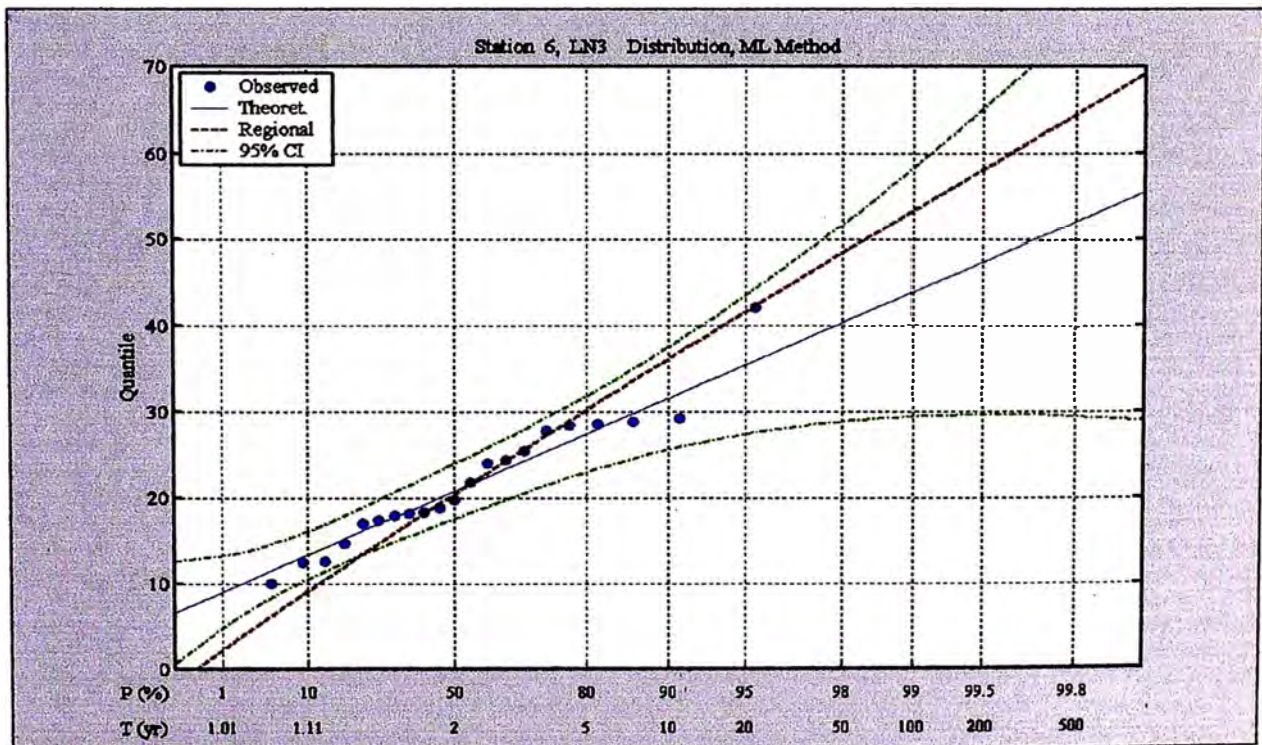
DISTRIBUCION GUMBEL



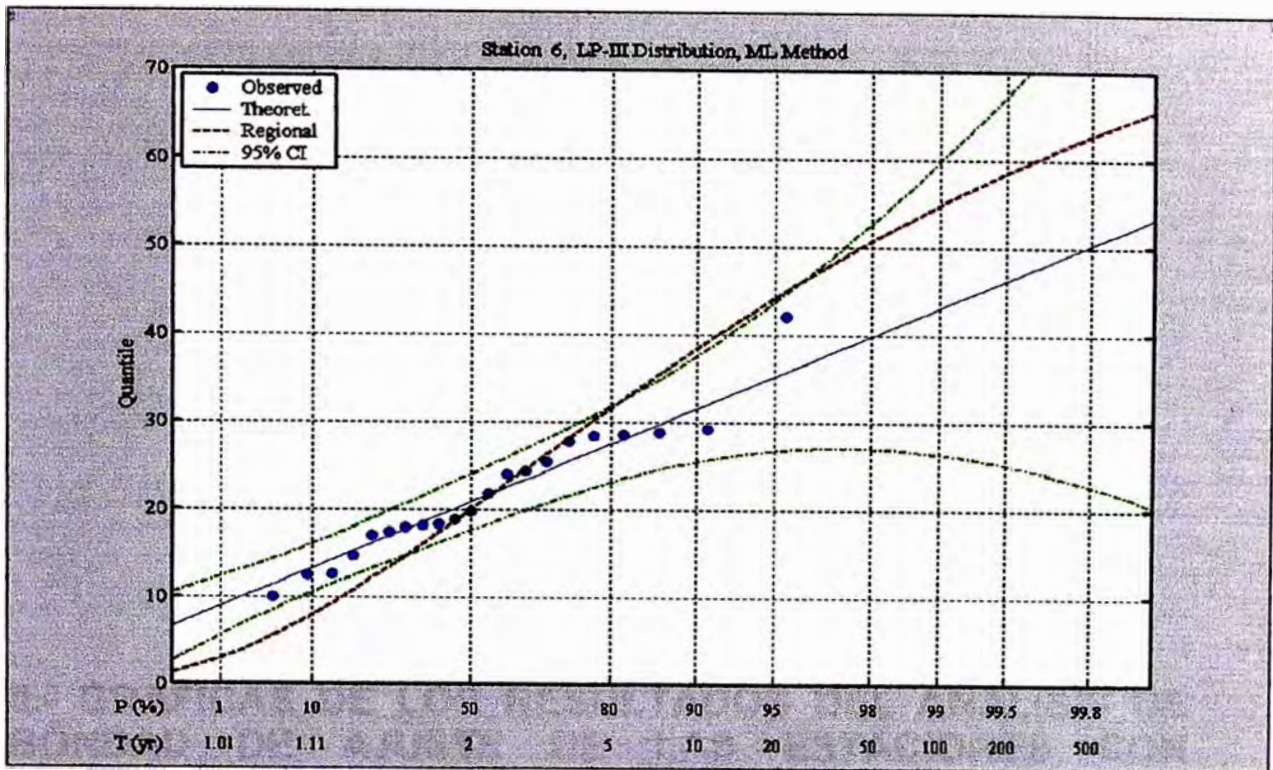
DISTRIBUCION LOGNORMAL DE DOS PARAMETROS



DISTRIBUCION LOGNORMAL DE TRES PARAMETROS

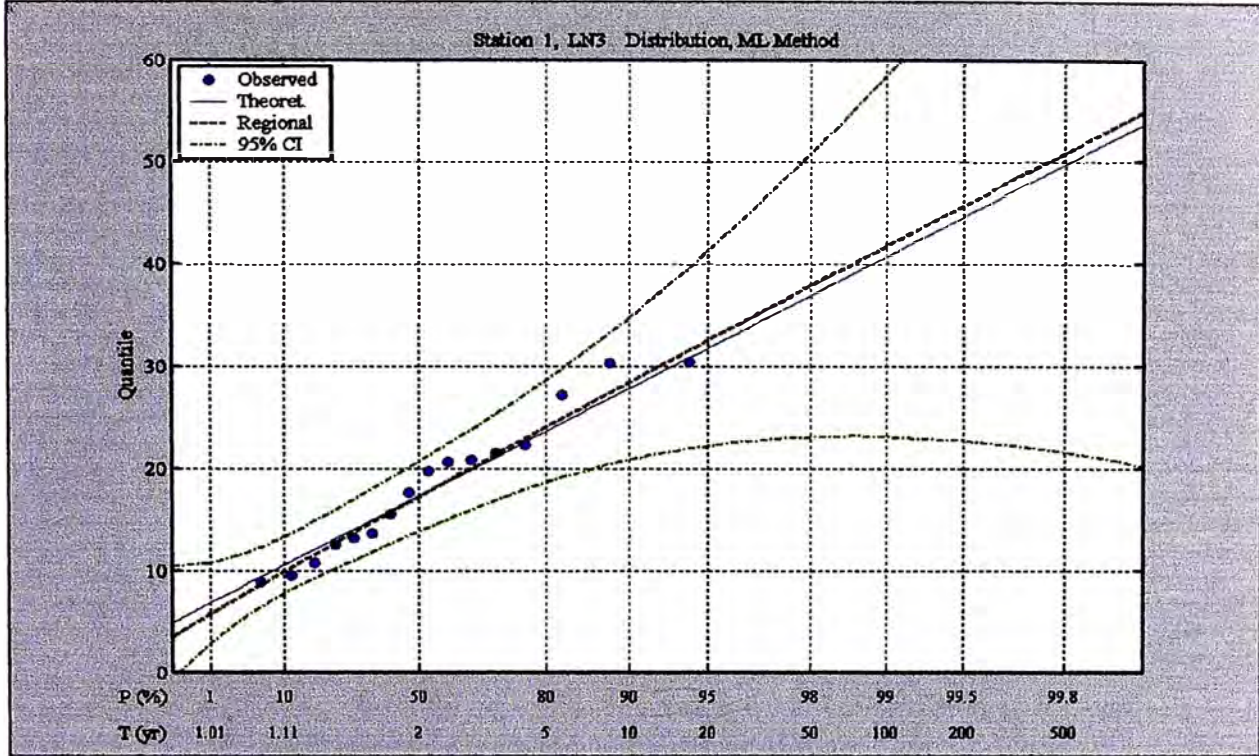


DISTRIBUCION LOGPEARSON TIPO III

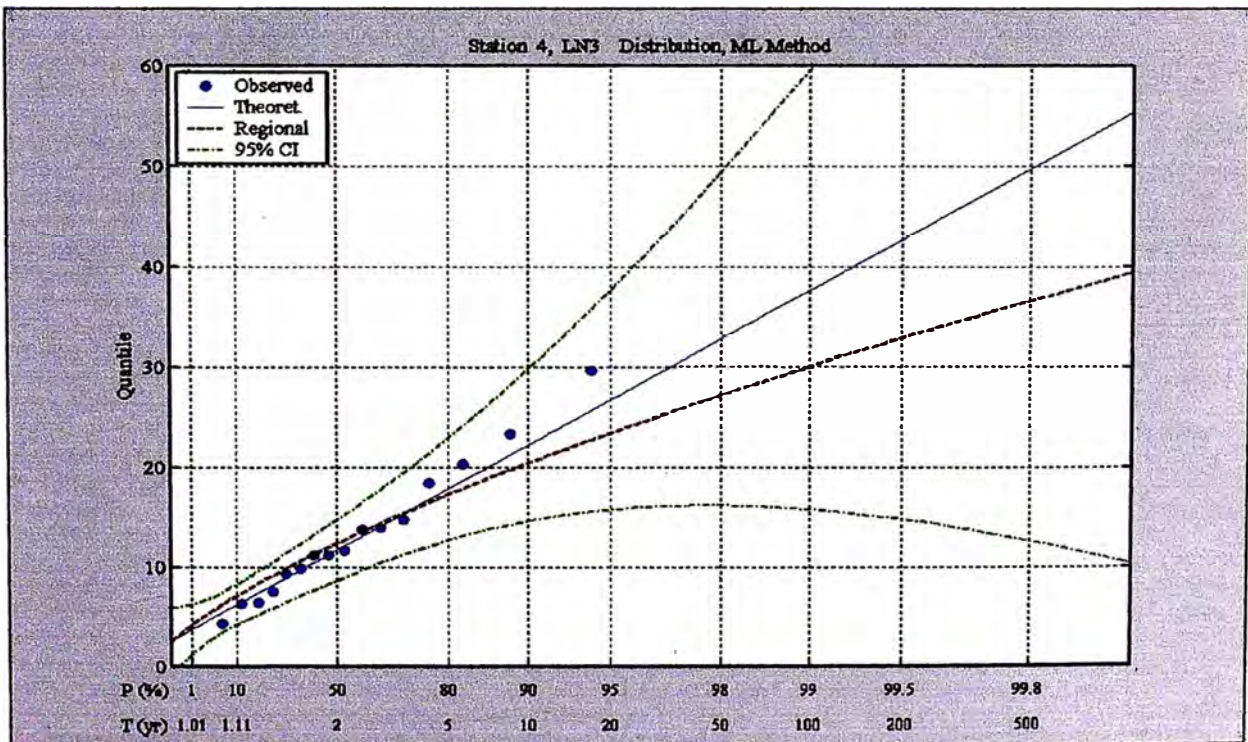


II.- GRAFICAS DE LOS RESULTADOS DEL ANALISIS DE BONDAD DE AJUSTE DE LAS ESTACIONES CON PERIODOS DE REGISTRO CORTO – DISTRIBUCION LOGNORMAL DE 3 PARAMETROS

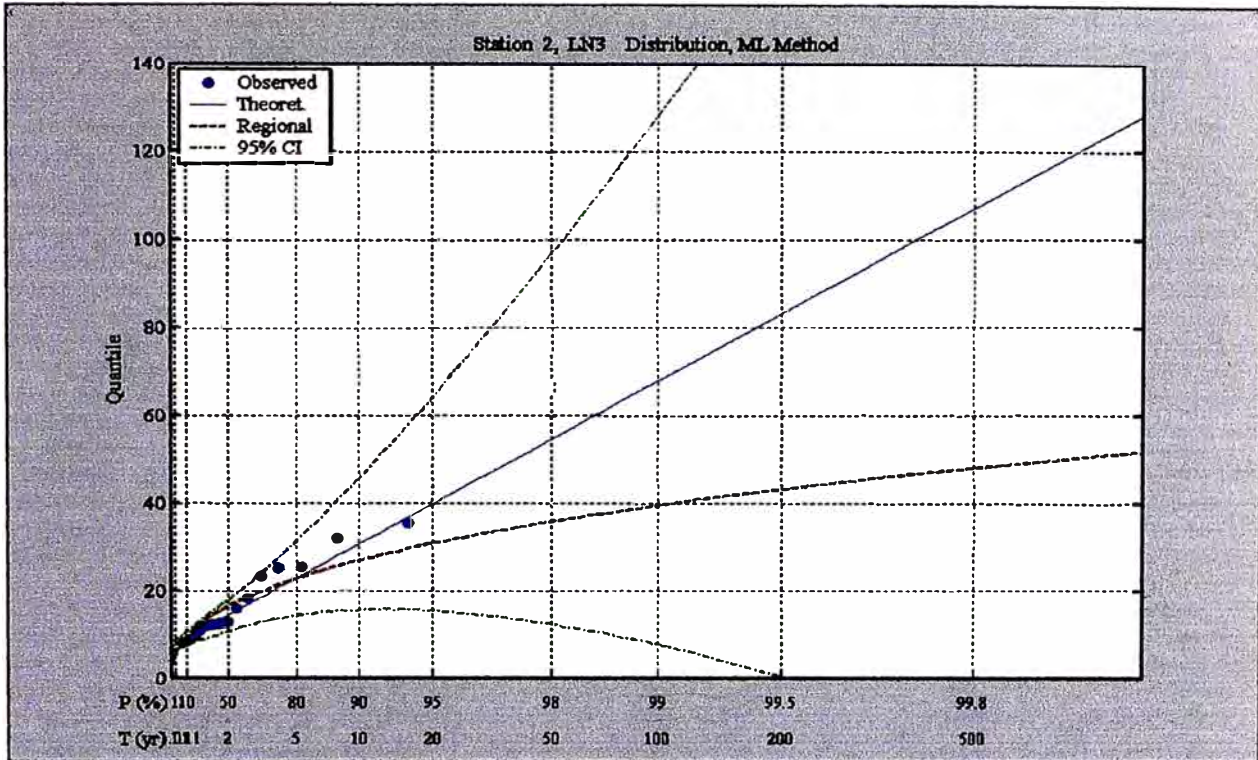
ESTACION MATUCANA CON PERIODO DE REGISTRO CORTO PARA COMPENSAR LA ESTACION AUTISHA



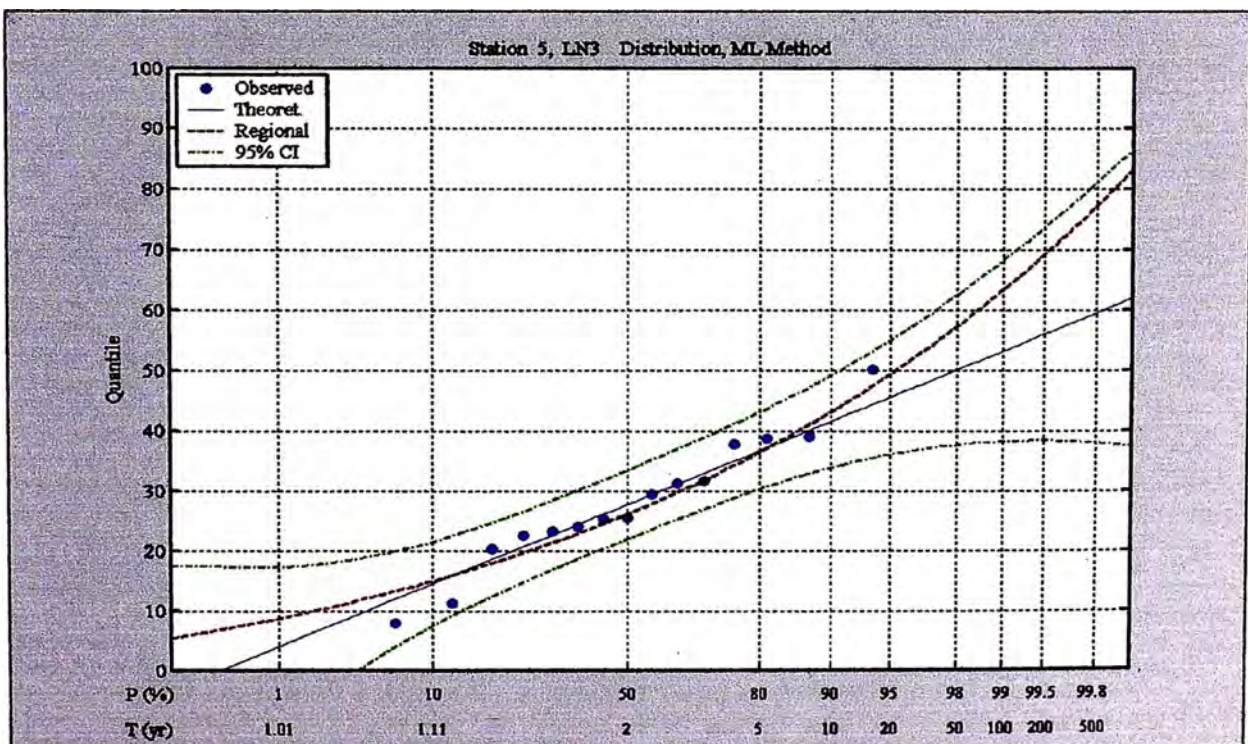
ESTACION AUTISHA



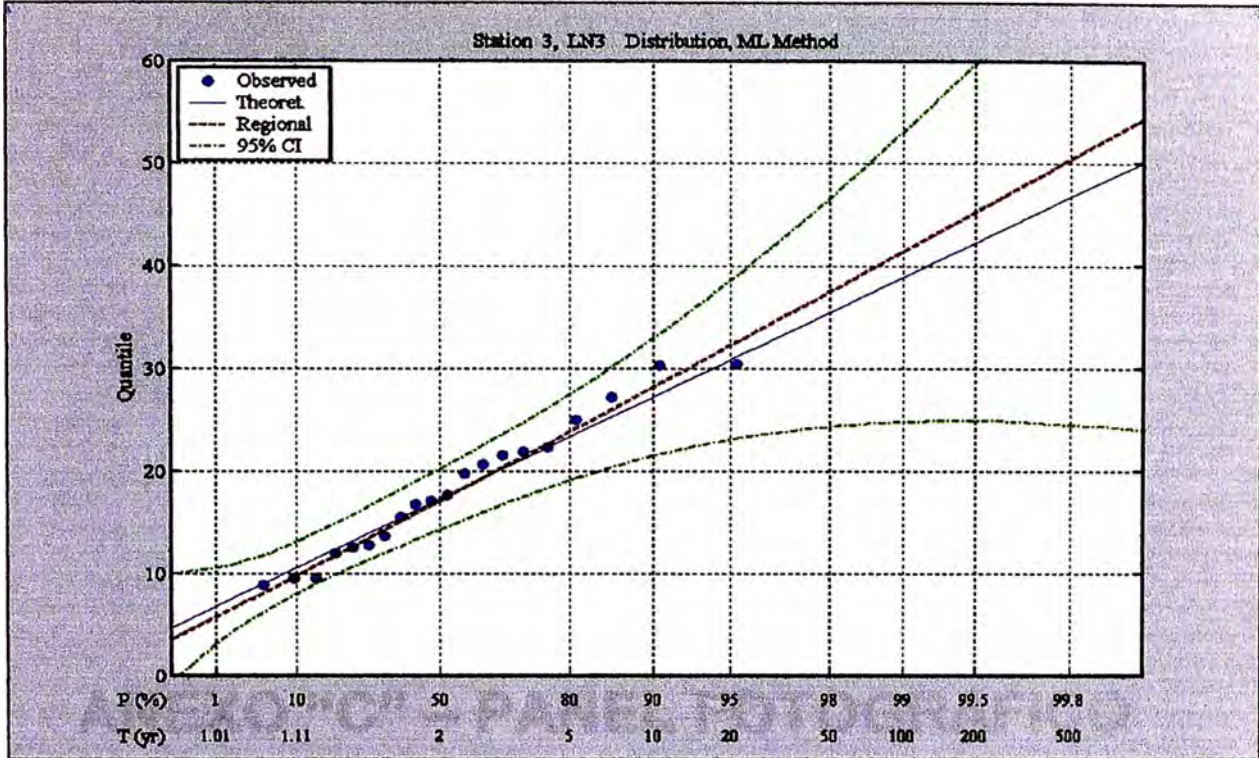
ESTACION MATUCANA CON PERIODO DE REGISTRO CORTO PARA COMPENSAR LA ESTACION CHALILLA



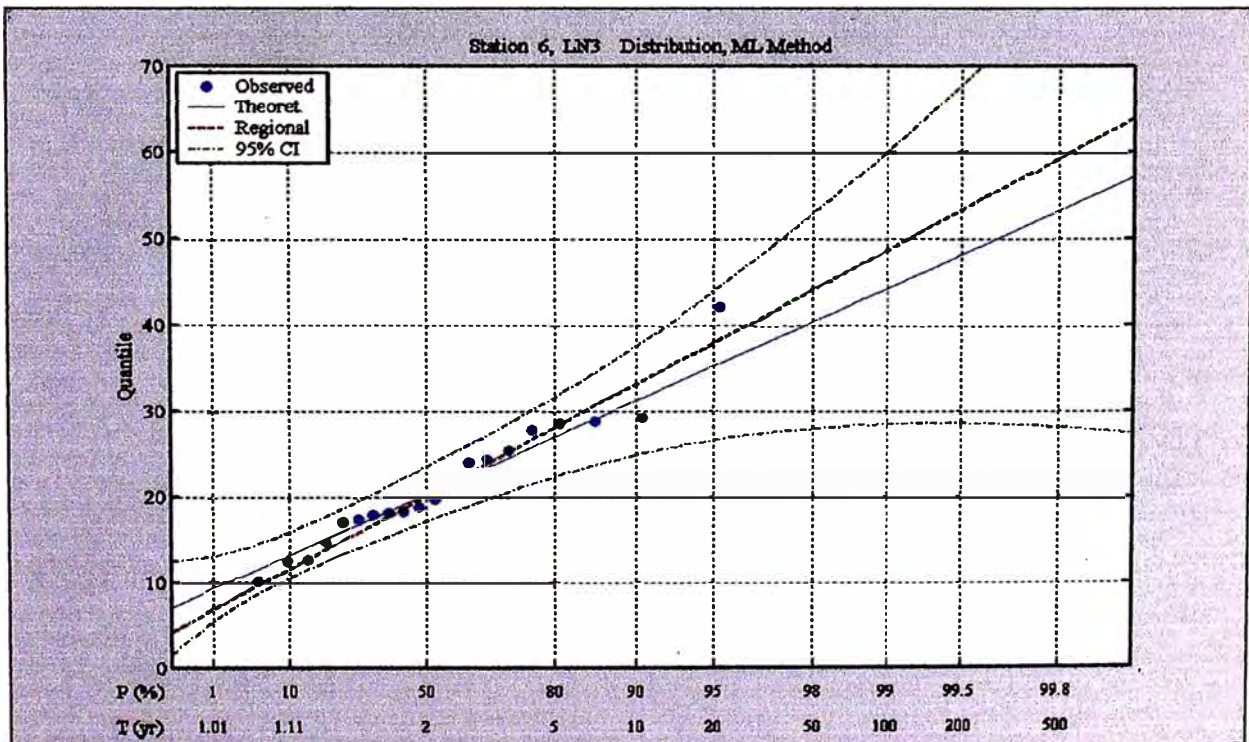
ESTACION CHALILLA



ESTACION MATUCANA CON PERIODO DE REGISTRO CORTO PARA COMPENSAR LA ESTACION SAN JOSE DE PARAC



ESTACION SAN JOSE DE PARAC



ANEXO "C" – PANEL FOTOGRAFICO

**FOTO H-1**

Alcantarilla del tipo Marco 2.00 x 2.00 m ubicada en el Km 64+670, se encarga de evacuar las aguas y el material proveniente de la quebrada Huacre, presenta al ingreso una estructura del tipo alero recto, protegidos con enrocados ver fotografía y se encuentra en buen estado.

**FOTO H-2**

En la fotografía se muestra el ancho de la quebrada, la altura del tirante y el tipo de vegetación temporal que se encontró en la parte de aguas arriba de la quebrada Huacre.

**FOTO H-3**

La fotografía nos muestra la parte alta de la quebrada Huacre, que se encuentra cubierta de vegetación temporal, encontrándose árboles y arbustos.

**FOTO H-4**

En la fotografía H-4 se puede apreciar la erosión en la base del muro de contención a la salida de la alcantarilla tipo marco de 2.00x2.00 m, ubicada en la quebrada Huacre en el Km 64+670, la erosión es producida por las corrientes del río que en épocas de avenidas alcanzan grandes velocidades ocasionando la socavación de la base de las estructuras expuestas a las corrientes.

**FOTO H-5**

En la fotografía H-5 se puede apreciar en la parte superior, parte de la estructura del muro de contención de concreto, que ha sido reforzada con un muro de contención de gaviones que descansa sobre una base de enrocado, la base de enrocado se encuentra también socavado por las corrientes del río tanto aguas arriba como aguas abajo, lo cual podría ocasionar el colapso de la estructura conjunta que cumple la función de brindar estabilidad al terraplén de la carretera ver fotografía H-6 y H-7.

**FOTO H-6**

**FOTO H-7****FOTO H-8**

En la fotografía H-8 se puede apreciar la fuerza que ejercen las corrientes al impactar con las estructuras de protección de la rivera del río, producto de este impacto se genera el deterioro de los elementos de confinamiento de los gaviones tal como se aprecia en la fotografía H-9. Generar estructura mixta de protección y refuerzo con enrocado y gaviones.

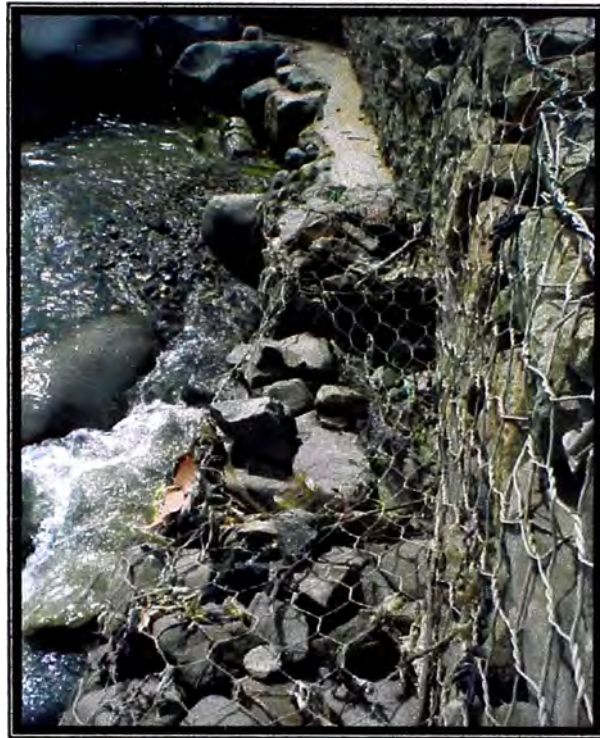


FOTO H-9



FOTO H-10

Alcantarilla del tipo TMC Ø 36" ubicada en la progresiva del Km 63+107, que presenta una estructura de ingreso del tipo buzón de concreto.

**FOTO H-11**

Alcantarilla del tipo TMC Ø 36" ubicada en la progresiva del Km 63+107, que presenta una estructura de ingreso del tipo buzón de concreto y en la salida una estructura del tipo alero recto, la alcantarilla entrega las aguas evacuadas mediante terreno natural, encontrándose presencia de desechos siendo necesaria su limpieza y mantenimiento. Fotografías H-10 y H-11.

**FOTO H-12**

**FOTO H-13**

Alcantarilla del tipo TMC Ø 36" ubicada en la progresiva del Km 63+337, presenta una estructura de ingreso del tipo buzón de concreto y en la salida una estructura del tipo alero recto, la alcantarilla entrega las aguas mediante una transición de concreto, presencia de desechos siendo necesaria su limpieza y mantenimiento. Fotografías H-12 y H-13.

**FOTO H-14**

Se aprecia la entrega a la salida de la alcantarilla, siendo esta transición de concreto, garantizando la estabilidad y protección de la estructura del pavimento, realizar limpieza.

**FOTO H-15**

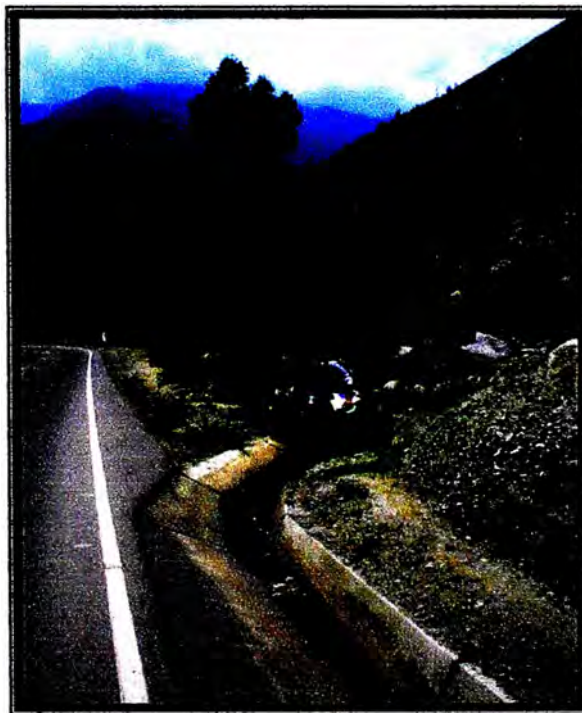
Alcantarilla del tipo TMC Ø 36" ubicada en la progresiva del Km 63+640, estructura de ingreso del tipo buzón de concreto, presencia de desechos y maleza siendo necesaria su limpieza.

**FOTO H-16**

Alcantarilla del tipo TMC Ø 36", que presenta en la salida una estructura del tipo alero recto, la alcantarilla entrega las aguas mediante una transición de terreno natural, realizar emboquillado de piedra en la salida.

**FOTO H-17**

Alcantarilla del tipo TMC Ø 48" ubicada en la progresiva del Km 63 + 827.40, que presenta una estructura de ingreso del tipo alero recto, la alcantarilla entrega las aguas mediante una transición de terreno natural.

**FOTO H-18**

Cuneta de concreto triangular que entrega las aguas a terreno natural a la altura del Km 63+980.70, la presencia de vegetación causa el estancamiento de las aguas.

**FOTO H-19**

Cuneta de concreto triangular ubicada en el tramo del Km 63+830 – Km 64+109, presenta flujo constante de agua, presenta obstrucciones por material proveniente de los desprendimientos de los taludes, tal como se aprecia en las fotografías H-19 y H-20.

**FOTO H-20**

**FOTO H-21**

Alcantarilla TMC Ø 24" ubicada en el Km 64+109 se encuentra colmatada, presenta una estructura de salida del tipo alero recto, la alcantarilla entrega las aguas mediante una transición de terreno natural.

**FOTO H-22**

Alcantarilla del tipo TMC Ø 36" ubicada en el Km 64+367, entrega las aguas mediante una transición de terreno natural. Podemos notar que dicha alcantarilla necesita mantenimiento, ya que a la entrada y salida se encuentra vegetación obstruyendo y dificultando el drenaje. Fotografía H-22 y H-23.



FOTO H-23

Se puede apreciar el cruce de tuberías de desagüe por el interior de la alcantarilla.

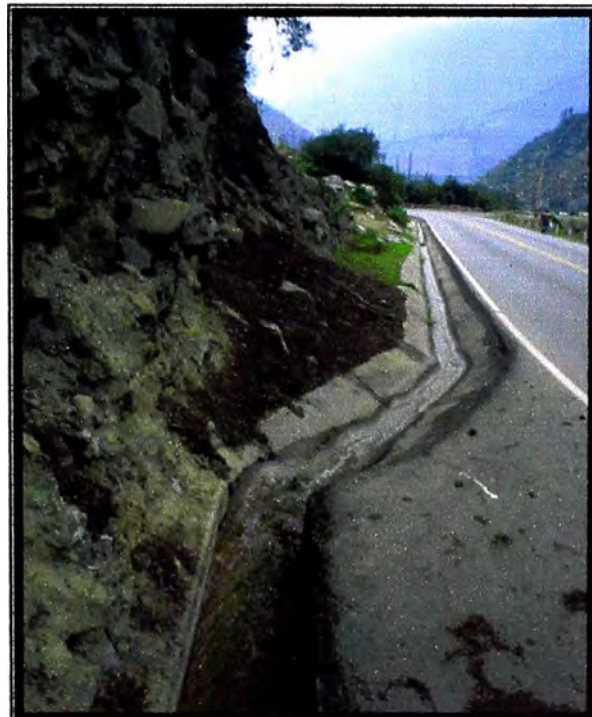


FOTO H-24

La fotografía muestra el cambio de estructura, al pasar de una cuneta rectangular a una triangular.

**FOTO H-25**

La fotografía H-25 muestra la obstrucción al ingreso de una cuneta tapada.

**FOTO H-26**

En la fotografía H-26 y H-27 se puede apreciar el desgaste superficial de la cuneta y la caída de los cactus (Km 65+000 – Km 65+130) y (Km 65+327 – Km 65+420).



FOTO H-27



FOTO H-28

La fotografía muestra la salida de la alcantarilla tipo TMC Ø 24" ubicada en el Km 65+134.80, la que se encuentra con arbustos dificultando su mantenimiento.



FOTO H-29

La fotografía H-29 muestra la estructura de ingreso del tipo buzón, en la fotografía H-30 se puede apreciar que la cuneta no descarga sus aguas en la alcantarilla.



FOTO H-30

**FOTO H-31**

La fotografía H-31 muestra la entrega de la cuneta triangular de concreto en terreno natural ubicado en el Km 65+250, la vegetación existente ocasiona dificultades en la evacuación de las aguas transportadas.

**FOTO HD-32**

En la fotografía H-32 se aprecia parte del recorrido curvo de las cunetas en ambos márgenes de la carretera.

**FOTO H-33**

En la progresiva del Km 62+390 encontramos una alcantarilla del tipo arco de $\varnothing 36"$, la que se presenta una rápida en la estructura de entrega tal como se aprecia en la fotografía H-33.

**FOTO H-34**

**FOTO H-35**

La estructura de ingreso de la alcantarilla, es del tipo buzón y se encuentra colmatada encontrándose restos de animales y desperdicios tal como se aprecia en la fotografía H-34, la fotografía H-35 muestra la incomodidad de realizar la inspección y por ende el mantenimiento, la estructura de salida presenta un muro de enrocado dificultando la evacuación.

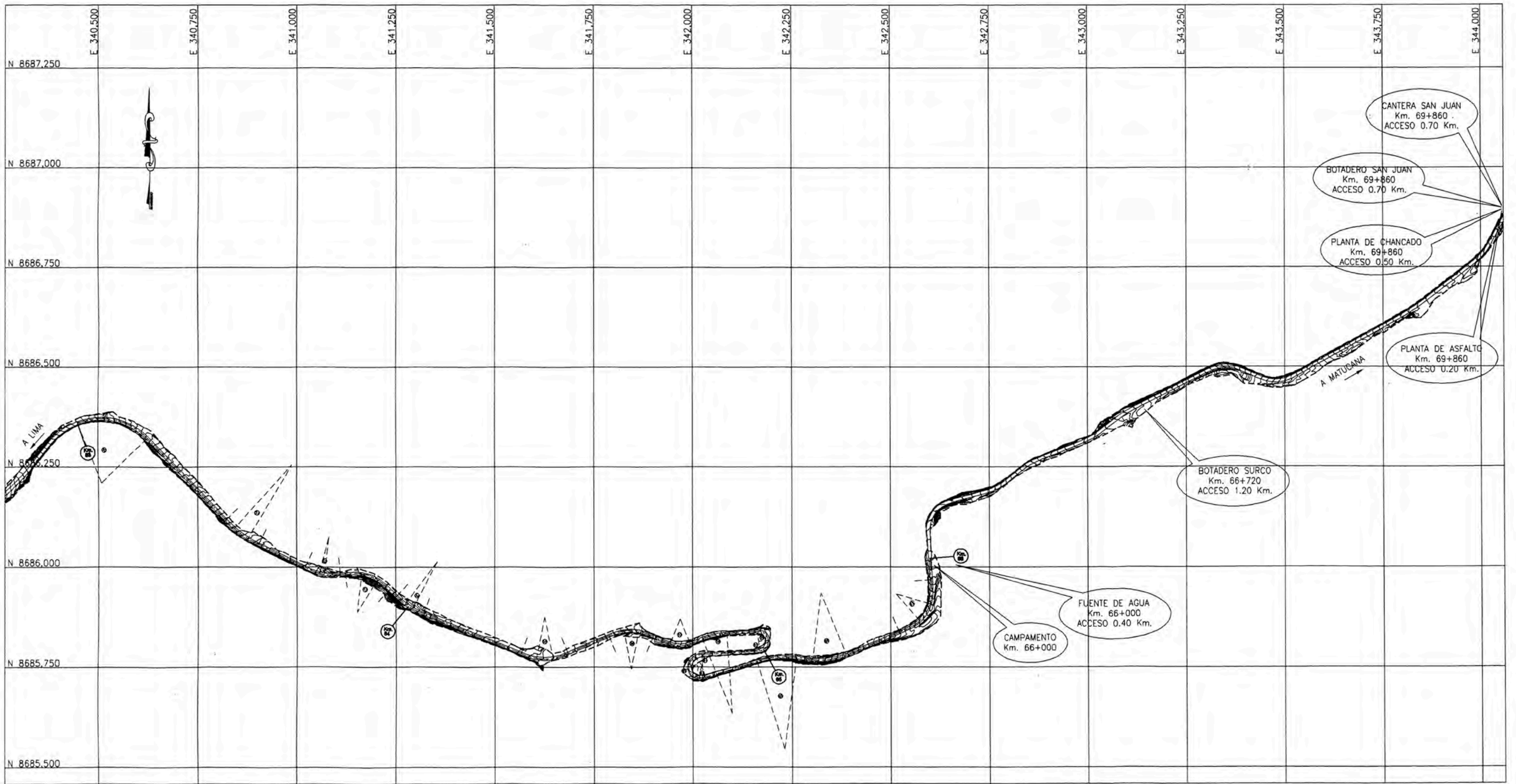
**FOTO H-36**

En el tramo de la progresiva del Km 65+728.25 al Km 65+770.50, encontramos una cuneta de terreno natural, que evacua las aguas sobrantes del regadío de las áreas de cultivo de la zona, tal como se aprecia en la fotografía H-36

**FOTO H-37**

En la fotografía H-37 se puede observar como es la entrega de la cuneta de tierra en la estructura de concreto, estas aguas producen deterioros a las capas del pavimento producto de las infiltraciones.

ANEXO "D" – PLANOS



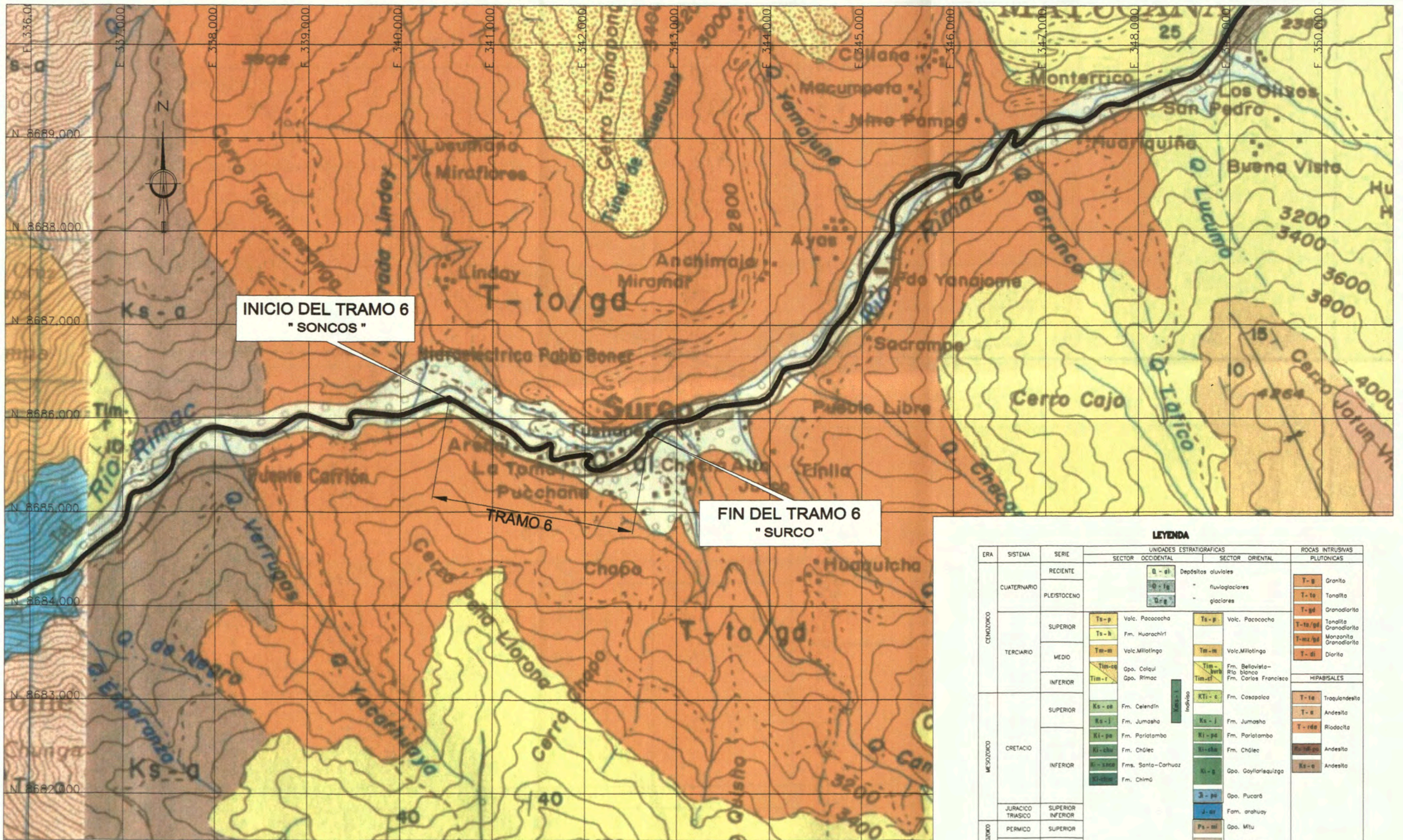
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

PROYECTISTA :	REV. N°:	FECHA:	DESCRIPCION:
GUIVER BASILIO SANTISTEBAN IBAÑEZ			

PROYECTO DE REHABILITACION Y
 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA COCACHACRA -MATUCANA
 TRAMO : KM 63+000 - km66+000

PLANO :
PLANO CLAVE
 DISEÑO GEOMETRICO

APROBADO POR JEFE DE PROYECTO:	REVISADO POR JEFE DE ZONA:	ESCALA:	FECHA:	DIBUJANTE:
		INDICADA	JUN 2006	MAN
OSERADO:	PROCESADO:	PLANO N°	PG-01	REV N°
				A



INICIO DEL TRAMO 6
"SONCOS"

FIN DEL TRAMO 6
"SURCO"

TRAMO 6

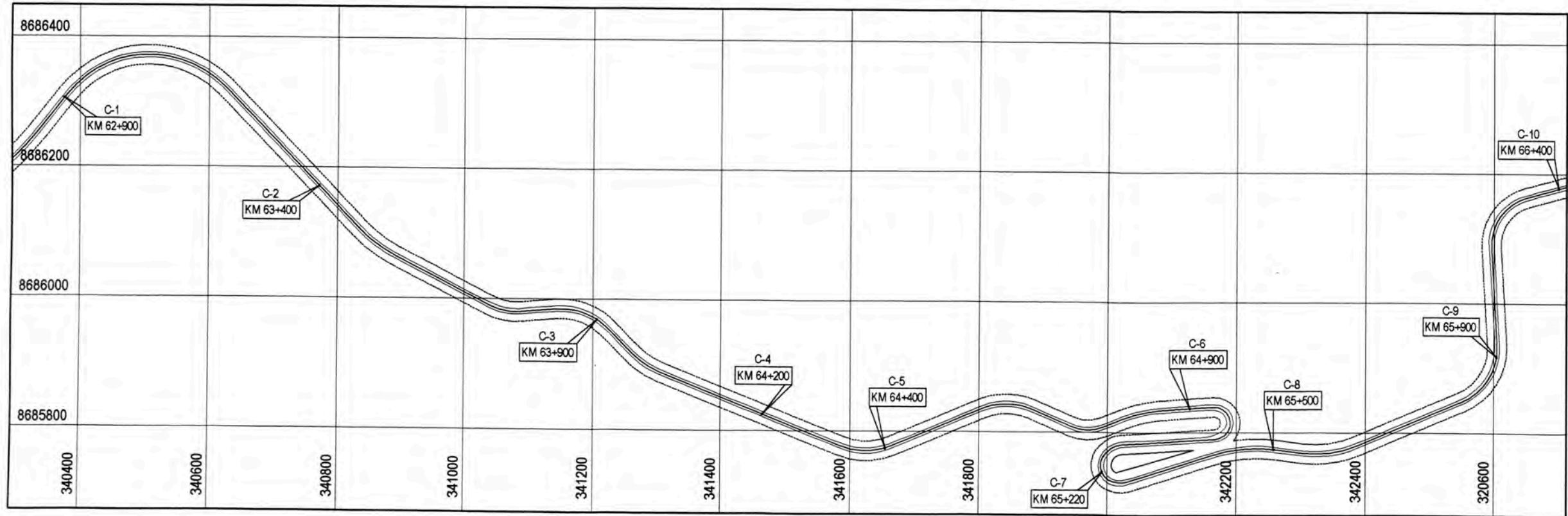
LEYENDA

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS		ROCAS INTRUSIVAS PLUTONICAS		
			SECTOR OCCIDENTAL	SECTOR ORIENTAL			
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Q - al	Depósitos aluviales	T - g		
		PLEISTOCENO	Q - lg	fluvioglaciares	T - to		
	TERCIARIO	SUPERIOR	Ts - p	Volc. Pacacocha	Ts - p	Granodiorita	
			Ts - h	Fm. Huarachiri		Tonolita	
		MEDIO	Tm - m	Volc. Milotingo	Tm - m	T - to / gd	
		INFERIOR	Tim - co	Gpo. Colqui	Tim - co	Tonolita Granodiorita	
MESOZOICO	CRETACIO	SUPERIOR	Ks - ce	Fm. Celendin	KTi - c	Fm. Cosapalca	T - di
			Ks - j	Fm. Jumasha	Ks - j	Fm. Jumasha	T - a
			Ki - pa	Fm. Parlatamba	Ki - pa	Fm. Parlatamba	T - rda
			Ki - ch	Fm. Chólec	Ki - ch	Fm. Chólec	Andesita
	INFERIOR	Ki - san	Fms. Santa-Carhuaz	Ki - g	Gpo. Goyllarisquiza	Andesita	
		Ki - ch	Fm. Chimo	J - pa	Gpo. Pucará		
JURASICO	SUPERIOR	J - ar	Fam. arahuay				
TRIASICO	INFERIOR	Ps - ml	Gpo. Mtu				
PALEOZOICO	PERMICO	PI - e	Gpo. Excelsior				
DEVONIANO	INFERIOR						

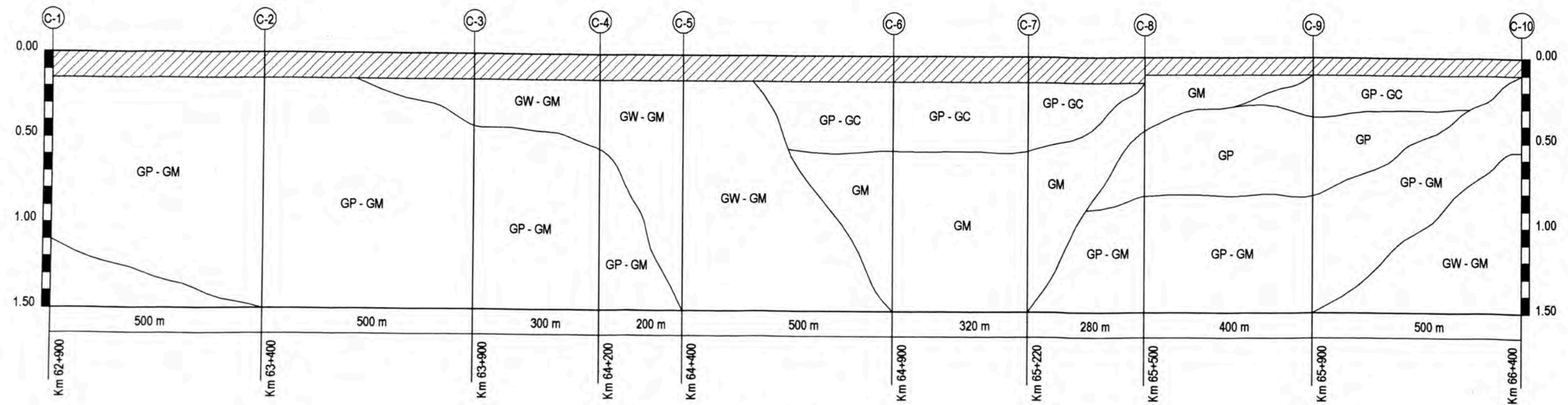
FUENTE: INOEMMET.

SIMBOLOGIA

- Rumbo y buzamiento de estrato
- Buzamiento moderado: Faltainterpretación
- Eje de sinclinal
- Eje de anticlinal
- Eje de anticlinal invertido
- Contacto conocido
- Contacto cubierto
- Falta conocida
- Falta probable
- Mina en trabajo
- Carretera asfaltada
- Carretera afirmada
- Camino carrozable
- Camino de herradura
- Sendero
- Señal geodésica
- Cola

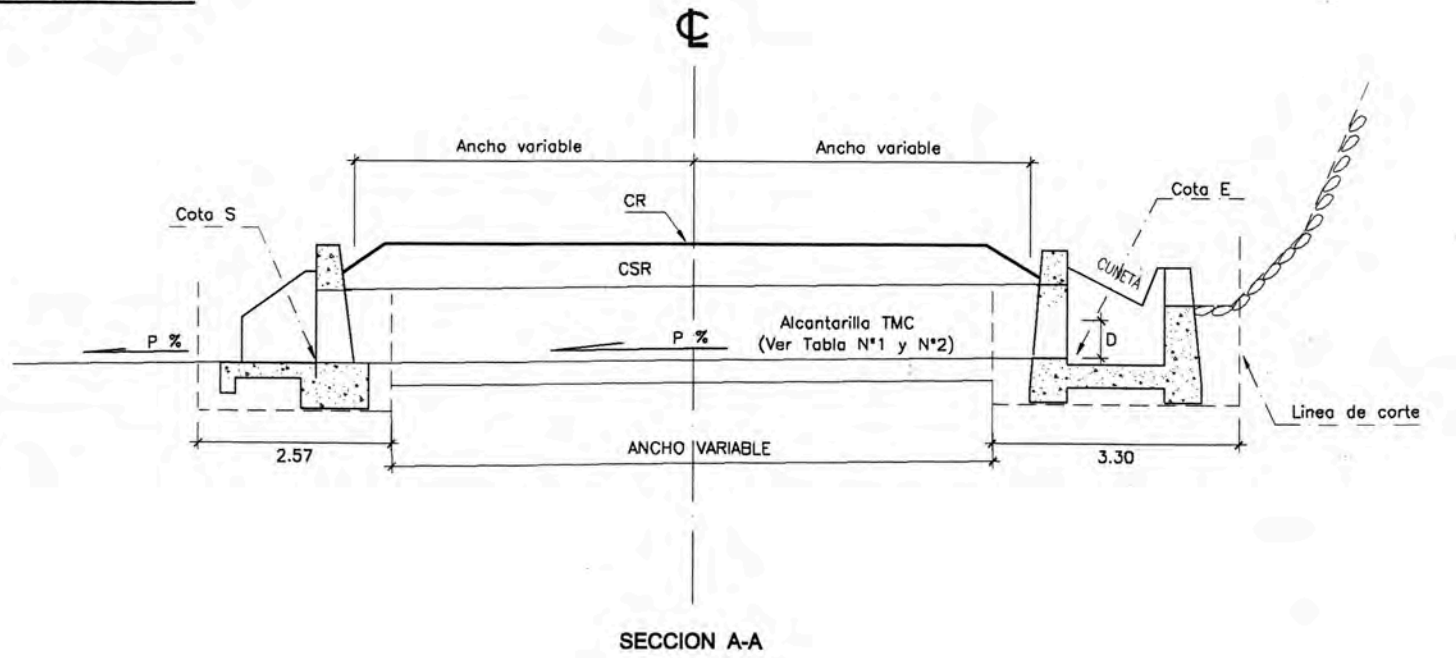
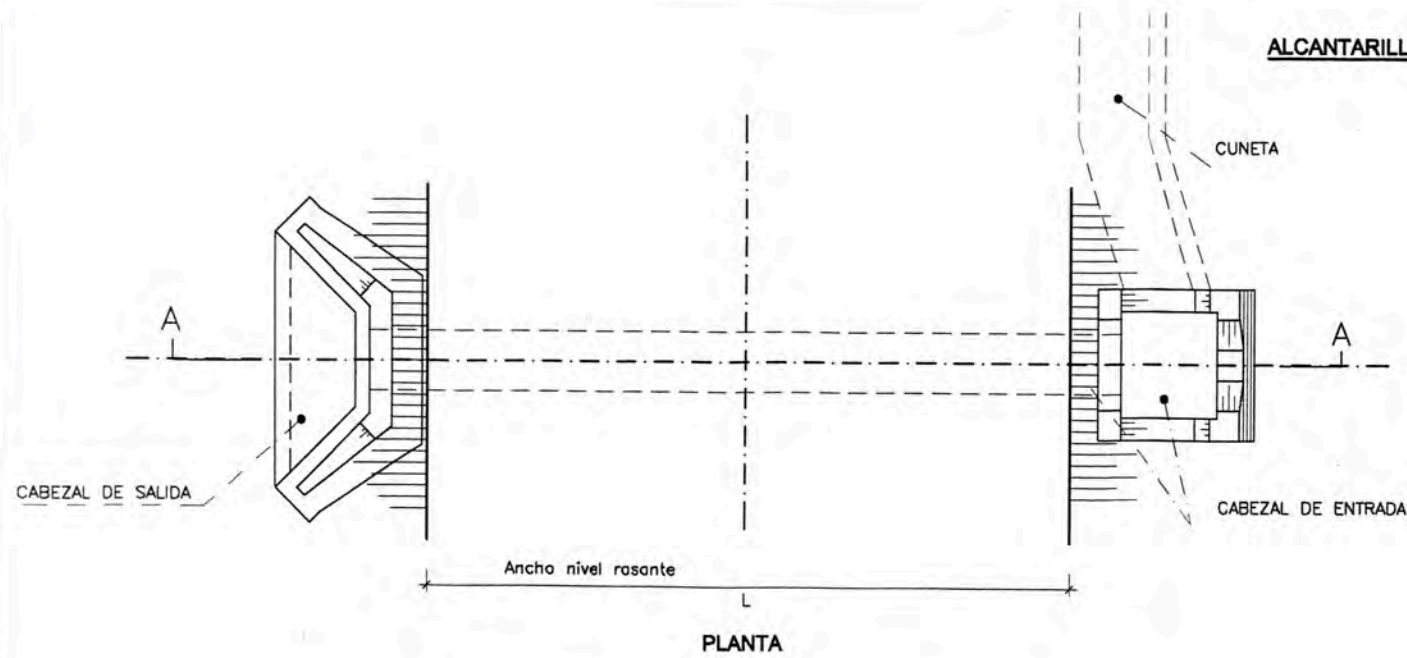


TRAZADO EN PLANTA
ESC 1:7500

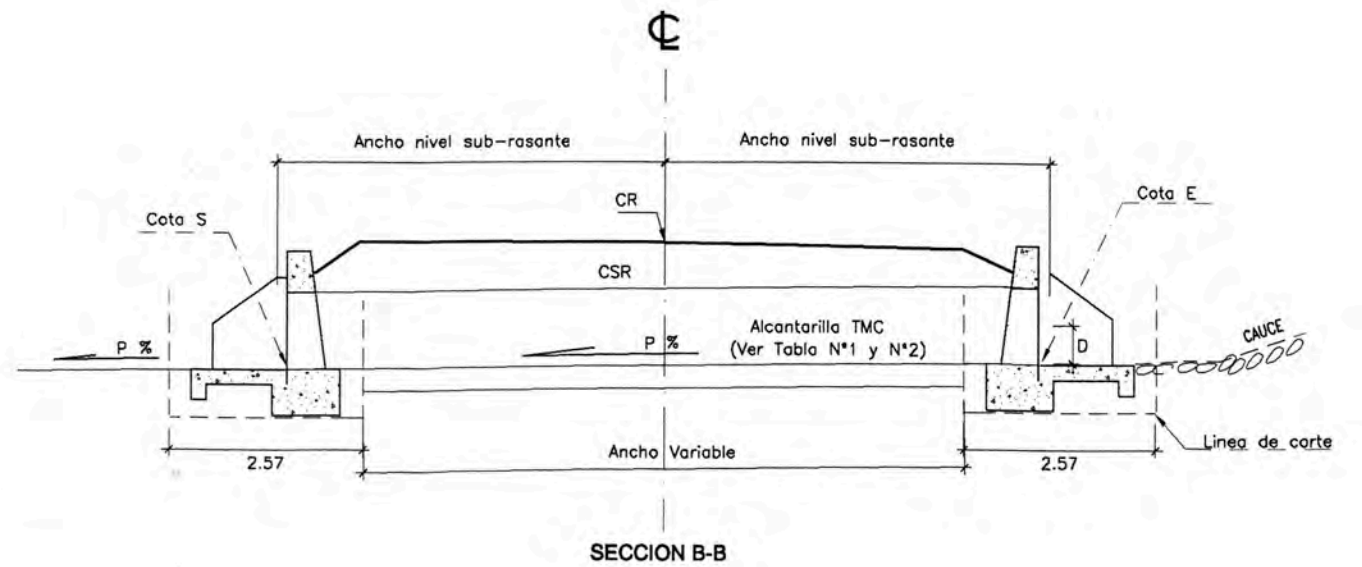
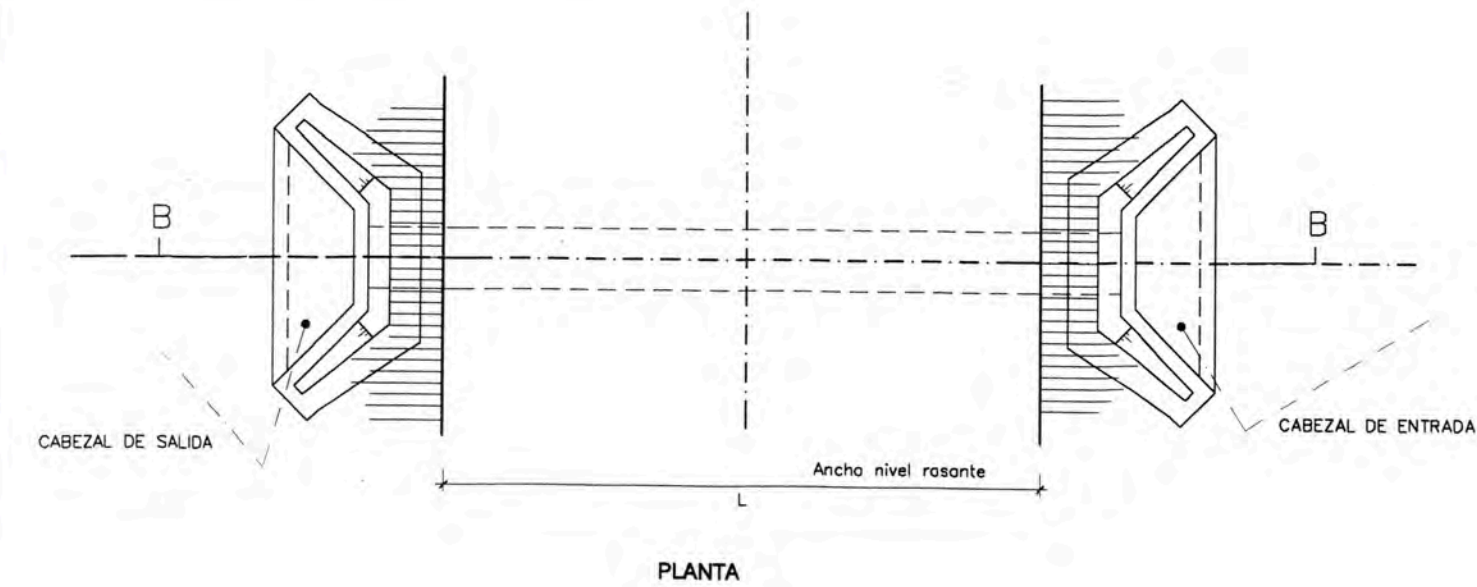


PERFIL ESTRATIGRAFICO
ESC 1:25

ALCANTARILLA TIPICA Ø 36" Y 48"



ALCANTARILLA PARA CAPTACION CUNETA (DE ALIVIO)
CON CAJA RECEPTORA A LA ENTRADA
Y CABEZAL DE ALAS EN LA SALIDA



ALCANTARILLA CON CABEZAL DE ALAS
A LA ENTRADA Y A LA SALIDA PARA CAPTACION
DE CAUCES Y QUEBRADAS

DATOS DE DISEÑO ALCANTARILLAS	
TIPO	: TMC Ø 36"
LONGITUD	: METRO (m)
COTA E	: COTA DE ENTRADA
COTA S	: COTA DE SALIDA
CAB. E	: TIPO DE CABEZAL DE ENTRADA
CAB. S	: TIPO DE CABEZAL DE SALIDA
SALIDA REVESTIDA	: AREA REVESTIDA (m2)
EXCAVACION	: VOLUMEN DE EXCAVACION (m3)
RELLENO	: VOLUMEN DE RELLENO (m3)

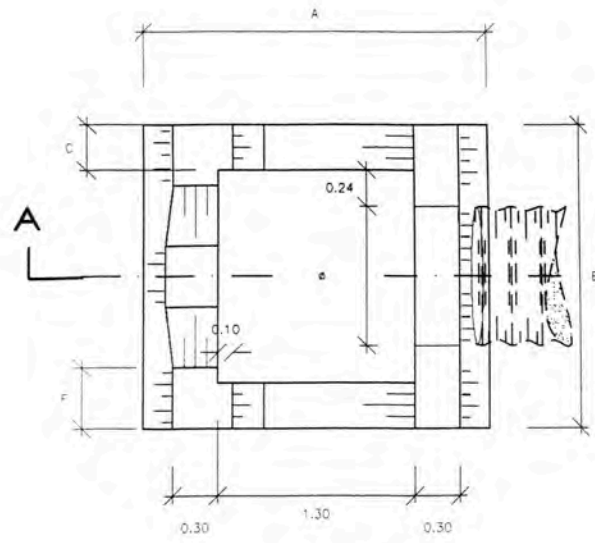
TABLA Nº2

CUADRO DE RENOVACIONES DE ALCANTARILLAS				
Km.	TIPO Y Ø ALC. EXISTENTE	TIPO Y Ø ALC. PROYECTADO	CABEZAL ENTRADA	CABEZAL SALIDA
64+109	TMC 24"	TMC 36" NUEVO	Tipo CAJON	CON ALAS
65+135	TMC 24"	TMC 36" NUEVO	Tipo CAJON	CON ALAS
65+390	TIPO ARCO	TMC 36" NUEVO	Tipo CAJON	Tipo CAJON

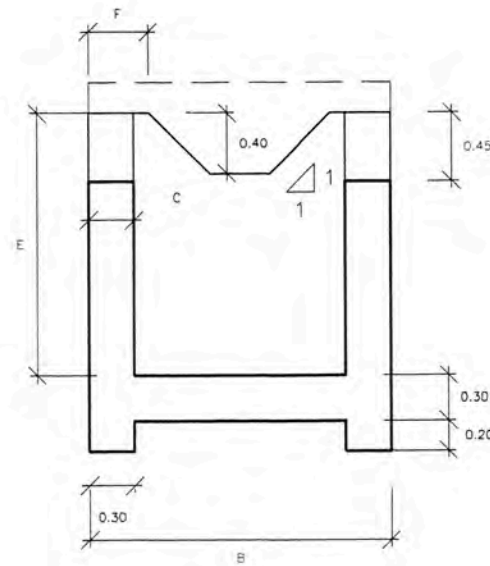
TABLA Nº1

ALCANTARILLAS A ALARGAR				
Km.	TIPO	LONG m:	CABEZAL ENTRADA	CABEZAL SALIDA
63+830	TMC 48" NUEVO		Tipo CAJON	CON ALAS
MODIFICACIÓN		Alargar 1.00 m.	DEMOLER Y CONSTRUIR NUEVO	SE MANTIENE
64+367	TMC 36" NUEVO		Tipo CAJON	CON ALAS
MODIFICACIÓN		Alargar 0.80 m.	SE MANTIENE	DEMOLER Y CONSTRUIR NUEVO

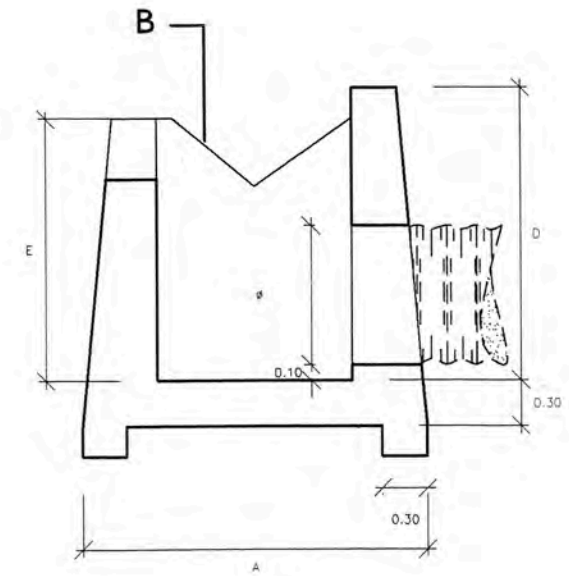
CAJA RECEPTORA
ALCANTARILLA TMC Ø 36" y Ø 48"



PLANTA
ESC. 1/25



SECC. B
ESC. 1/25



SECC. A
ESC. 1/25

DIMENSIONAMIENTO (m)						
TIPO	A	B	C	D	E	F
Ø 36"	2.30	2.00	0.30	1.93	1.73	0.40
Ø 48"	2.30	2.30	0.30	2.24	2.04	0.55

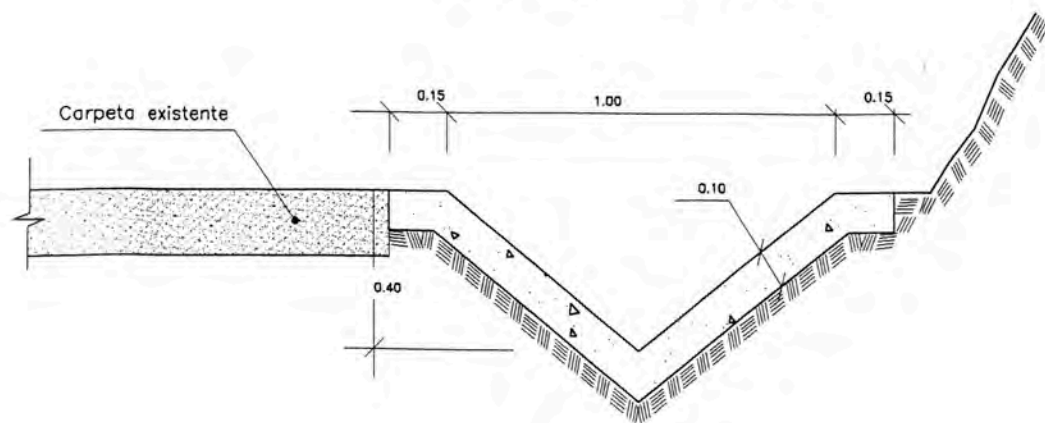
NOTA:

EL PRESENTE PLANO ES PARA LOS CASOS QUE PUDIERAN REQUERIR CABEZALES NUEVOS O REPARACIONES NO PREVISTAS EN EL CUADRO DE CANTIDADES DE OBRA DE ALCANTARILLAS.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS	PROYECTISTA: GUIVER BASILIO SANTISTEBAN IBAÑEZ	REV. N°:	FECHA:	DESCRIPCIÓN	PROYECTO DE REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA COCACHACRA -MATUCANA TRAMO : KM 63+000 - KM66+000	PLANO : CAJA RECEPTORA ALCANTARILLA T.M.C. Ø 36" y Ø 48"	APROBADO POR JEFE DE PROYECTO:	REVISADO POR JEFE DE ZONA:	ESCALA: 1/50	FECHA: JUN 2008	DIBUJANTE: MAN
		DESIGNADO:	PROCESADO:				PLANO N°: OA-03	REVISADO:	A		

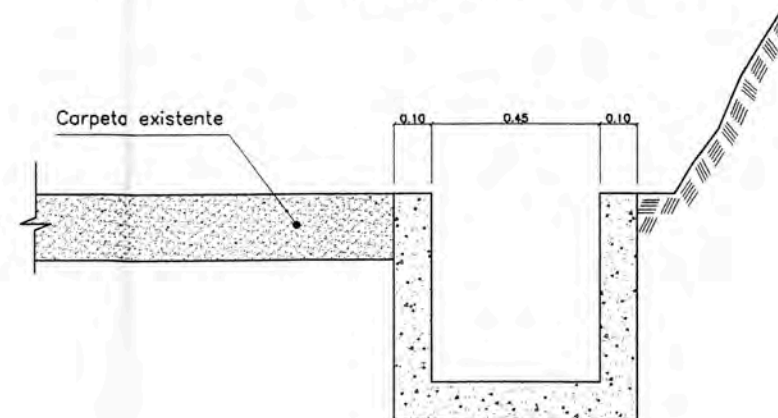
CUNETAS TRIANGULAR Y RECTANGULAR

CUNETA TRIANGULAR EXISTENTE



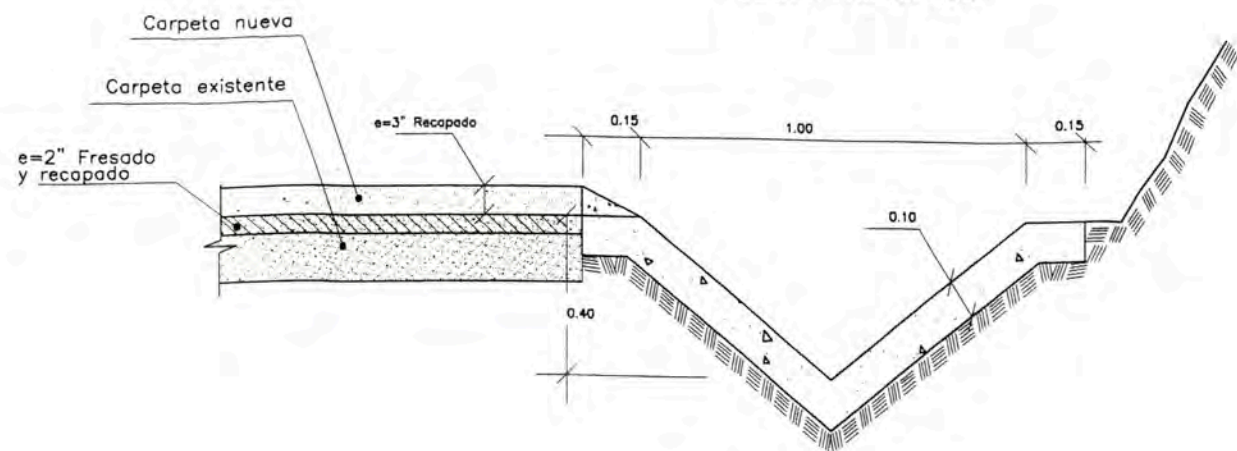
SECCION TIPICA
ESC. 1/10

CUNETA RECTANGULAR EXISTENTE



SECCION TIPICA
ESC. 1/10

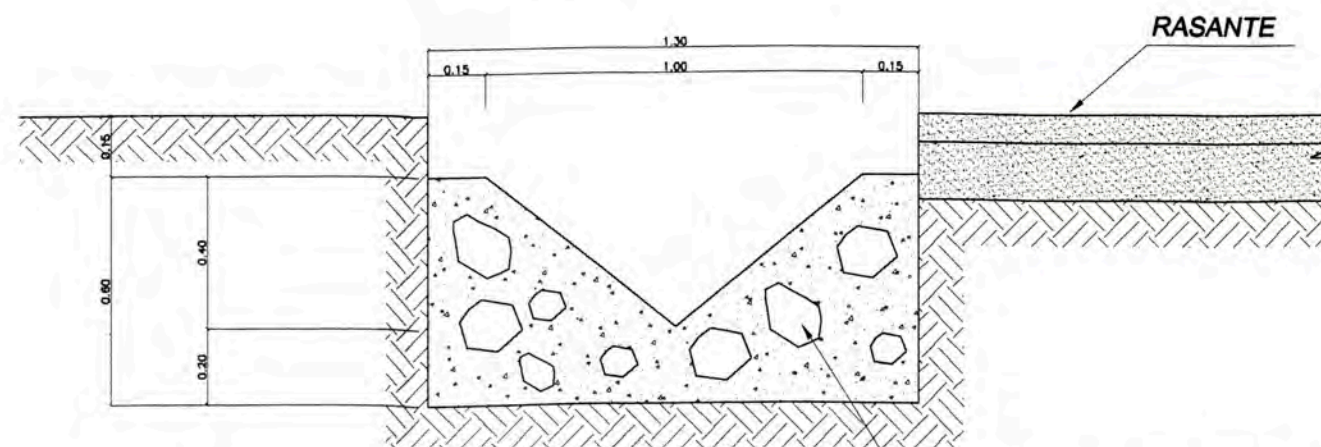
CUNETA PROYECTADA



SECCION TIPICA
ESC. 1/10

NOTA :
LA CUNETA NUEVA SE REVESTIRA CON LA
CORONACION A NIVEL DE LA CARPETA NUEVA.

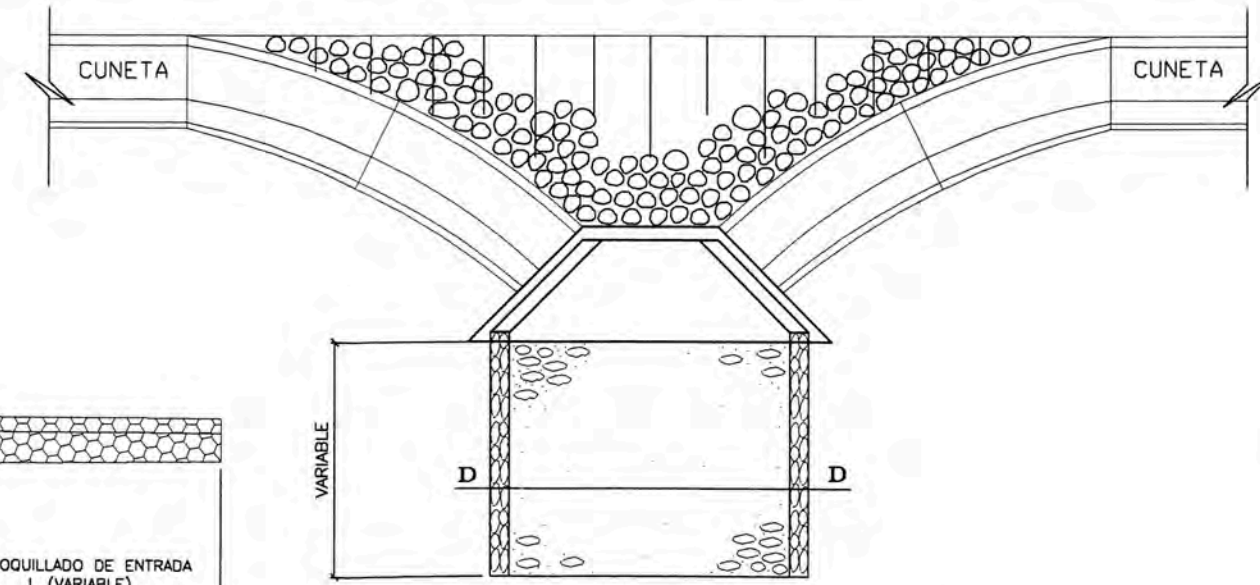
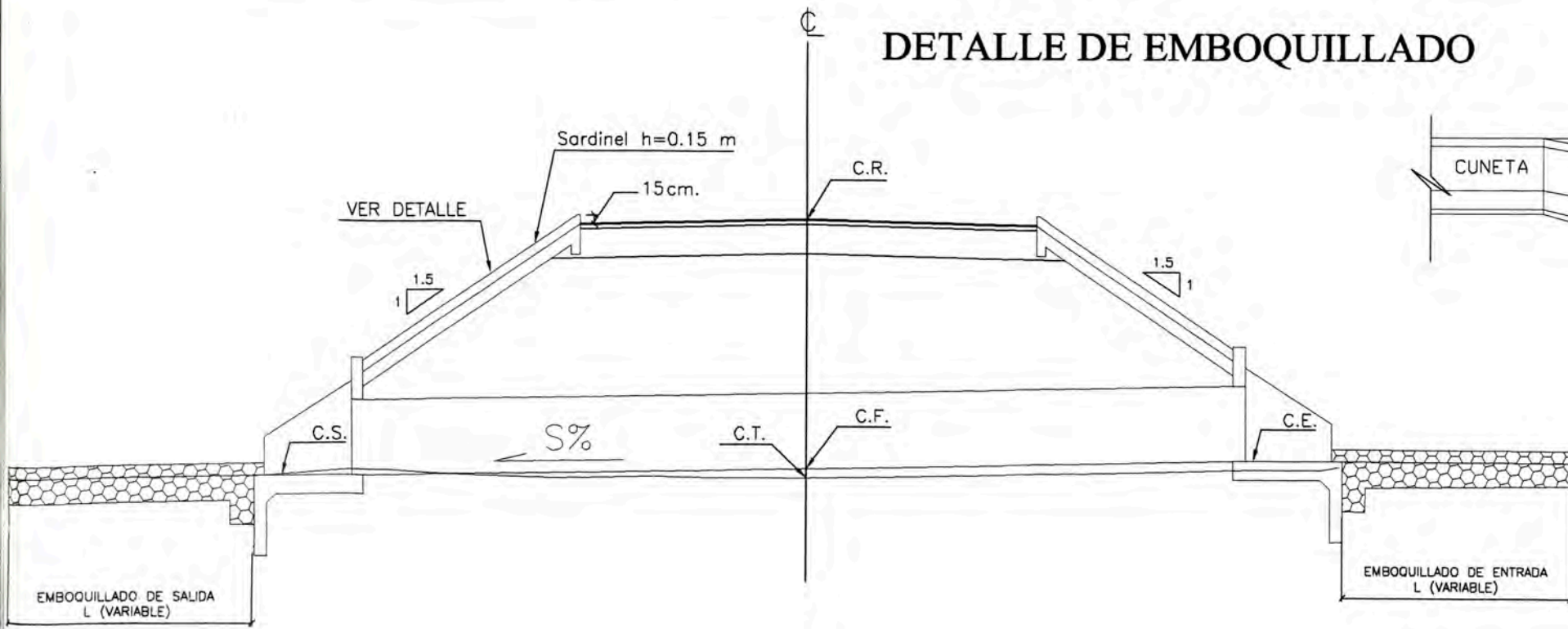
CUNETA PROYECTADA QUE LLEVARA COBERTURA



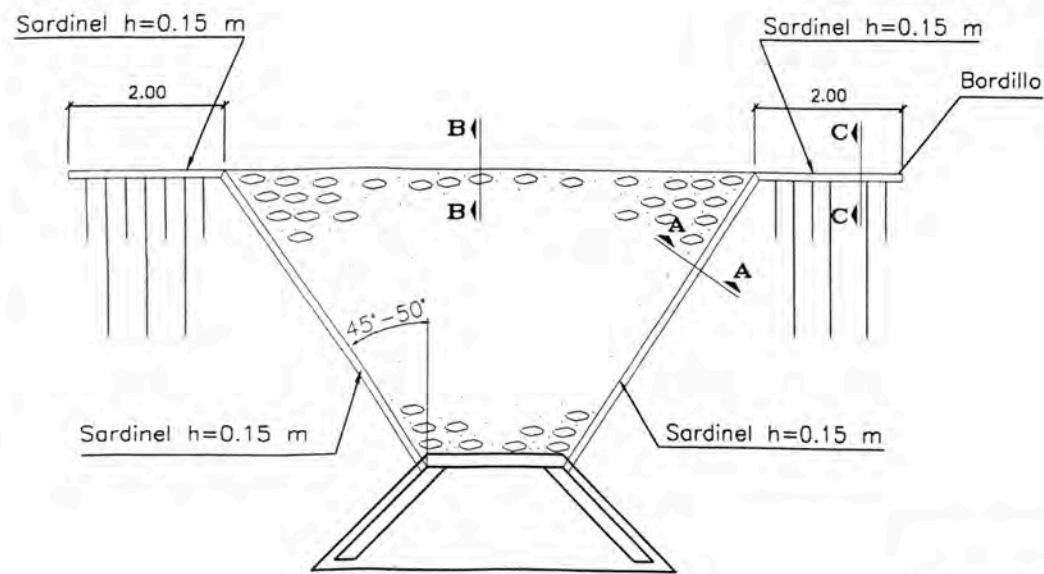
SECCION TIPICA
ESC. 1/10

NOTA :
ESTA CUNETA LLEVARA UNA COBERTURA DE CONCRETO ARMADO

DETALLE DE EMBOQUILLADO



CABEZAL DE ALCANTARILLA - PLANTA



ESPECIFICACIONES TECNICAS ALIVIADERO Y EMBOQUILLADO DE PIEDRA

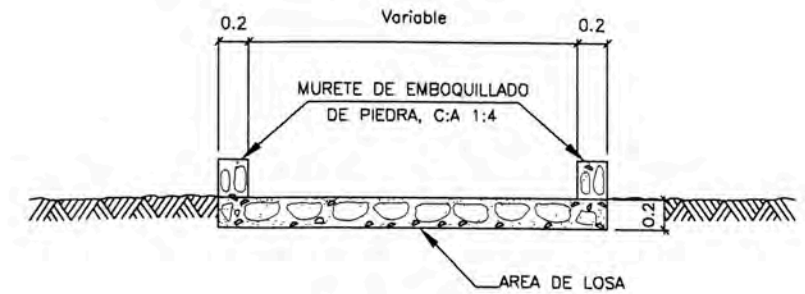
PIEDRAS: Las piedras serán de calidad y forma apropiadas, macizas, ser resistentes a la intemperie, durables, exentas de defectos estructurales y de sustancias extrañas y deberán conformarse a los requisitos indicados en los planos.

Pueden proceder de la excavación de la explotación o de fuentes aprobadas y provenir de canchales rotulados o rocas suaves, compactas, resistentes y durables.

El tamaño máximo admisible de las piedras, dependerá del espesor y volumen de la estructura de la cual formará parte, el tamaño máximo de cualquier fragmento no deberá exceder de dos tercios (2/3) del espesor de la capa en la cual se vaya a colocar.

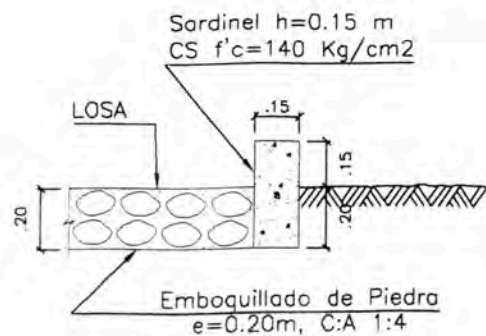
REQUISITOS DE CALIDAD PARA LAS PIEDRAS DE LOS ALIVIADEROS Y EMBOQUILLADOS

ENSAYO	Método de Ensayo MTC	Exigencia
Abrasión	MTC E 207	50% máx.

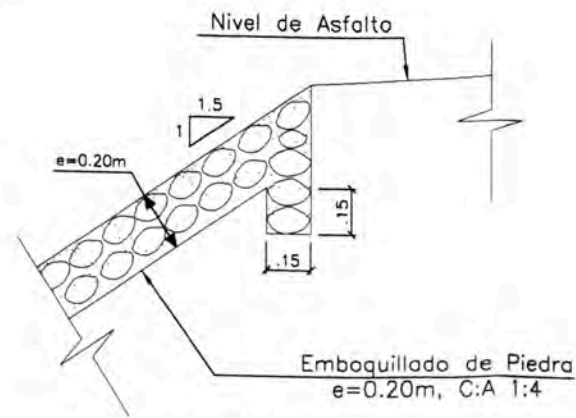


CORTE D - D

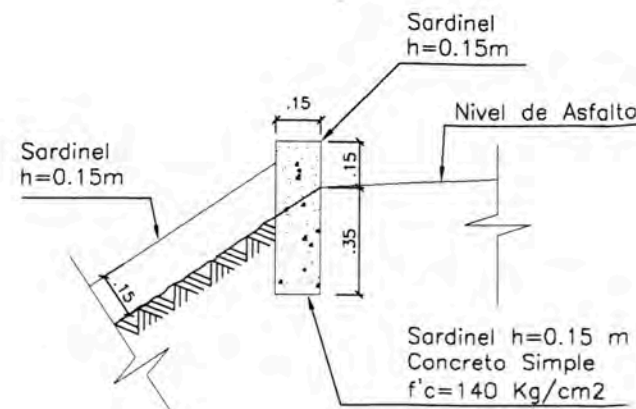
DETALLE



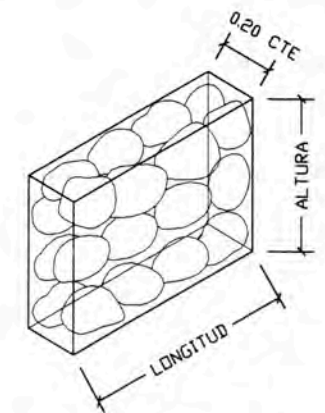
CORTE A-A



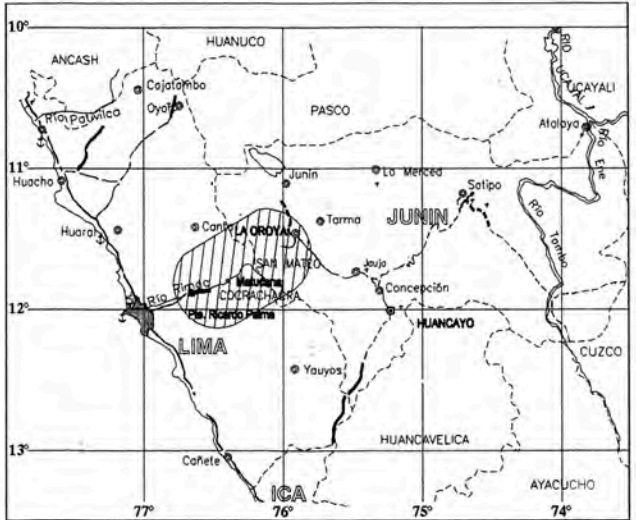
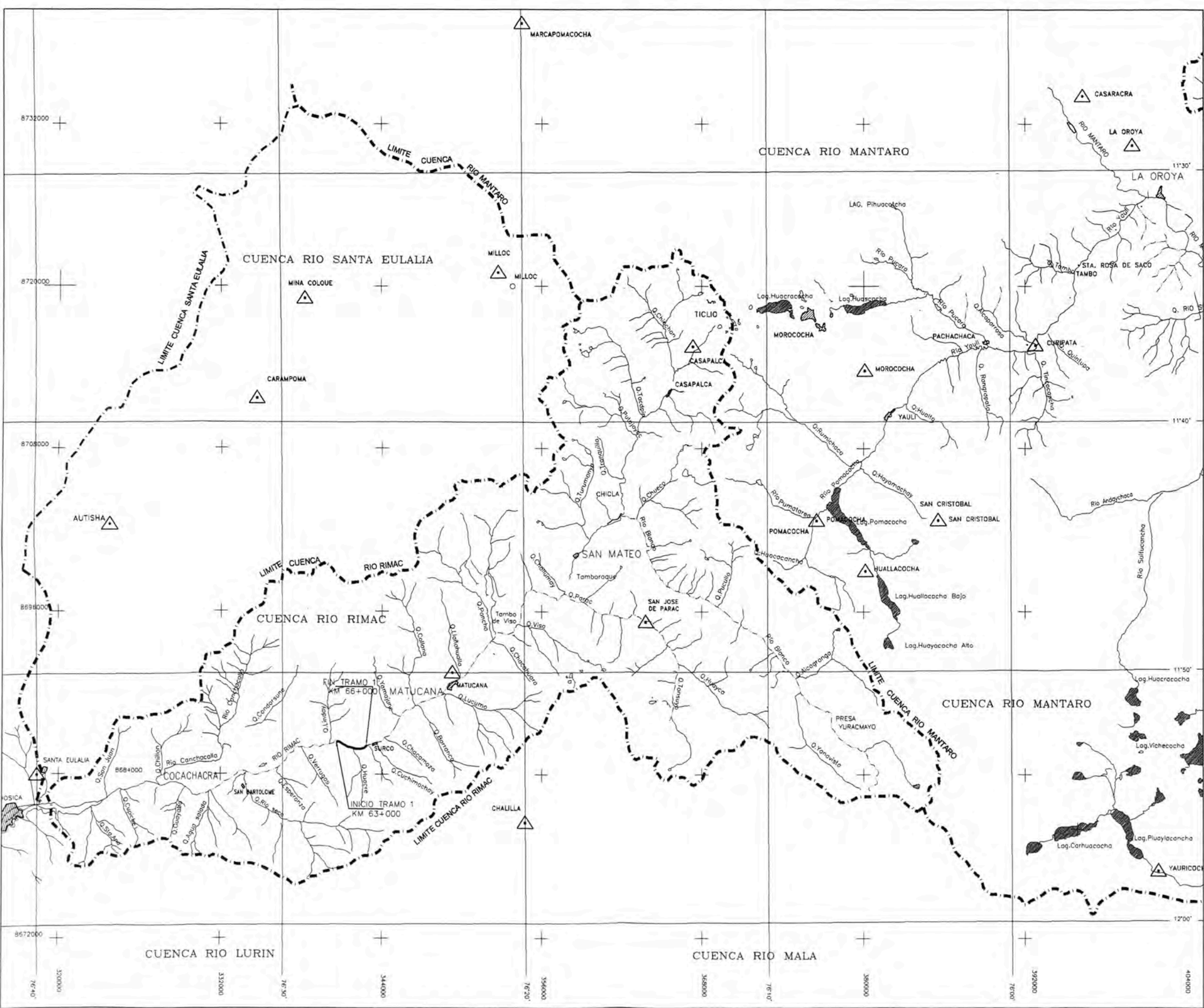
CORTE B-B



CORTE C-C



DETALLE DE MURETE



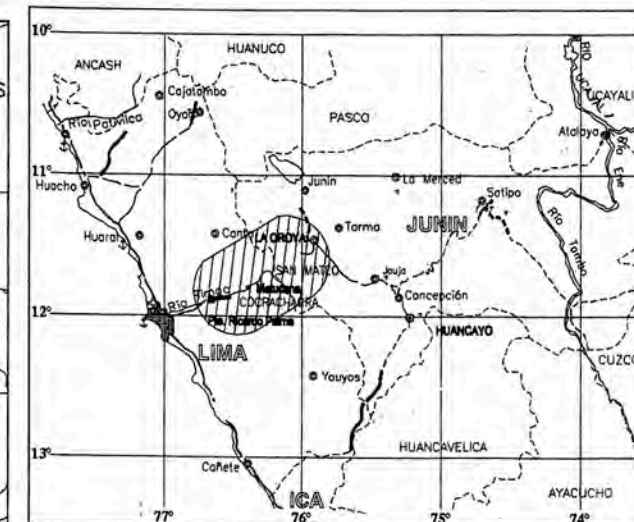
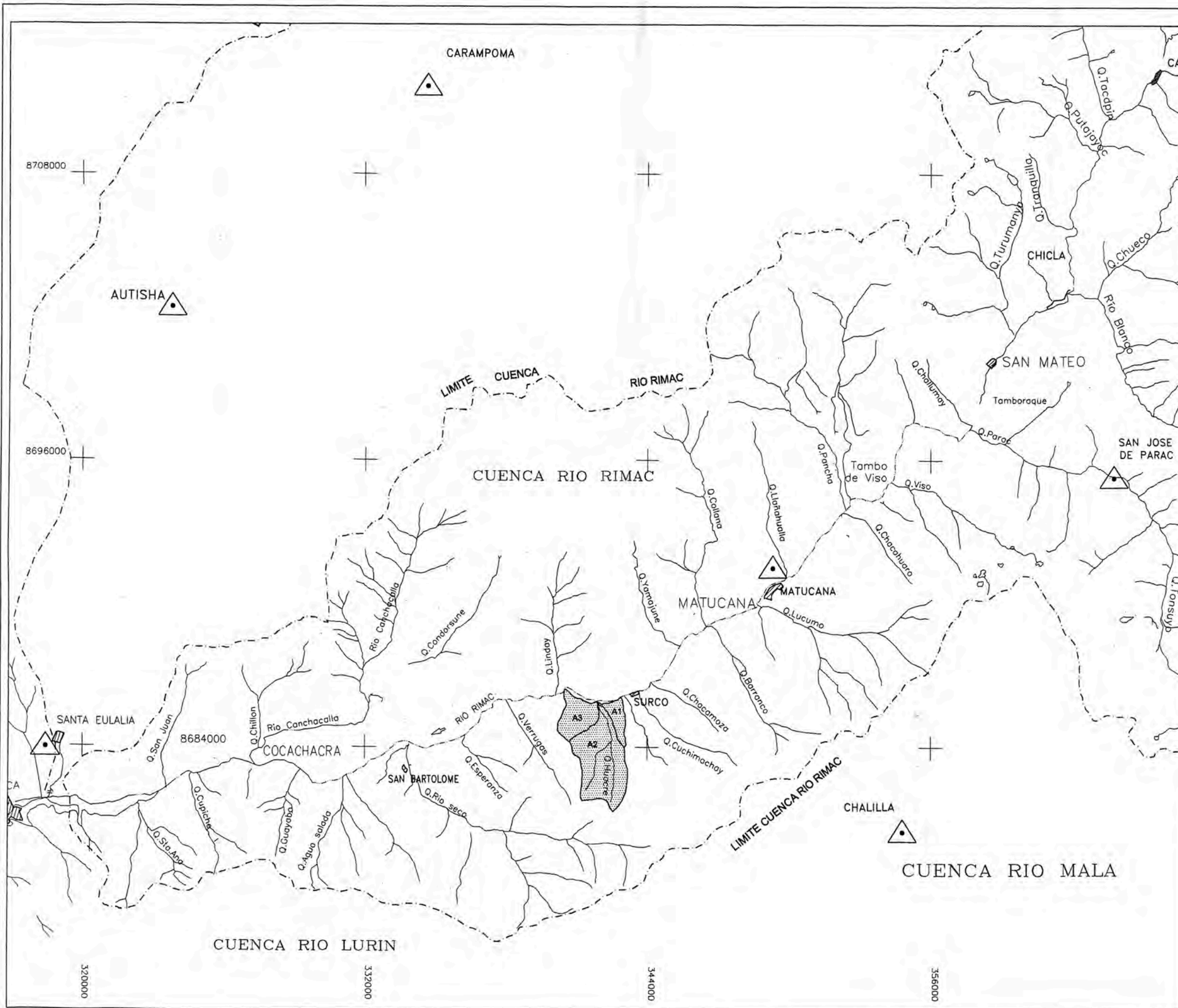
LOCALIZACION

ESTACIONES PLUVIOMETRICAS				
ESTACION	CUENCA	LATITUD	LONG.	ALTITUD msnm
SANTA EULALIA	RIMAC	11°54'	76°40'	1050
MATUCANA	RIMAC	11°50'	76°23'	2378
AUTISHA	RIMAC	11°44'	76°37'	2250
CARAMPOMA	RIMAC	11°39'	76°31'	3272
SAN JOSE DE PARAC	RIMAC	11°48'	76°15'	3800
CHALILLA	LURIN	11°56'	76°20'	4050
MINA COLQUE	RIMAC	11°35'	76°29'	4600
MILLOC	RIMAC	11°34'	76°21'	4400
CASAPALCA	RIMAC	11°37'	76°13'	4191
SAN CRISTOBAL	MANTARO	11°44'	76°03'	4700
MOROCOCHA	MANTARO	11°38'	76°06'	4540
POMACOCHA	MANTARO	11°44'	76°08'	4260
MARCAPOMACOCHA	MANTARO	11°24'	76°20'	4413

LEYENDA	
ESTACION PLUVIOMETRICA	▲
LIMITE CUENCA RIO MANTARO	— — — — —
LIMITE CUENCA RIO RIMAC	— — — — —
LIMITE CUENCA STA.EULALIA	— — — — —
LAGUNAS	■
RIOS Y QUEBRADAS	— — — — —
POBLADOS	▨

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





LOCALIZACION

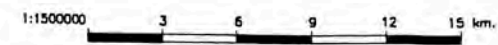
ESTACIONES PLUVIOMETRICAS				
ESTACION	CUENCA	LATITUD	LONG.	ALTITUD mnm
SANTA EULALIA	RIMAC	11°54'	76°40'	1050
MATUCANA	RIMAC	11°50'	76°23'	2378
AUTISHA	RIMAC	11°44'	76°37'	2250
CARAMPOMA	RIMAC	11°39'	76°31'	3272
SAN JOSE DE PARAC	RIMAC	11°48'	76°15'	3800
CHALILLA	LURIN	11°56'	76°20'	4050

LEYENDA	
ESTACION PLUVIOMETRICA	
LIMITE CUENCA RIO RIMAC	
LIMITE CUENCA STA.EULALIA	
RIOS Y QUEBRADAS	
POBLADOS	
AREA DE CUENCA	

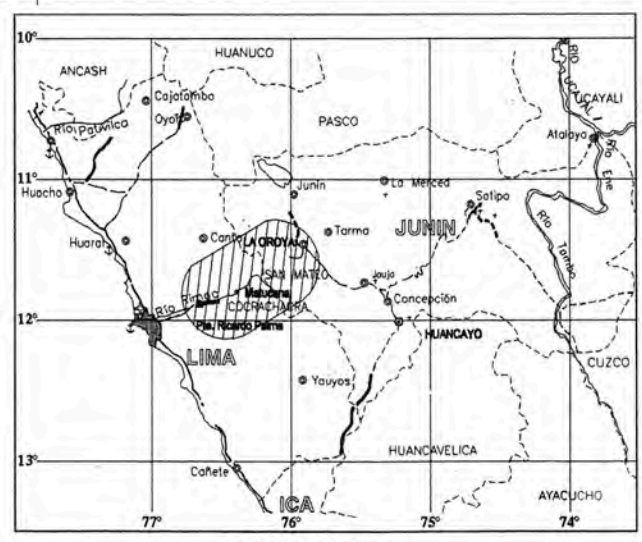
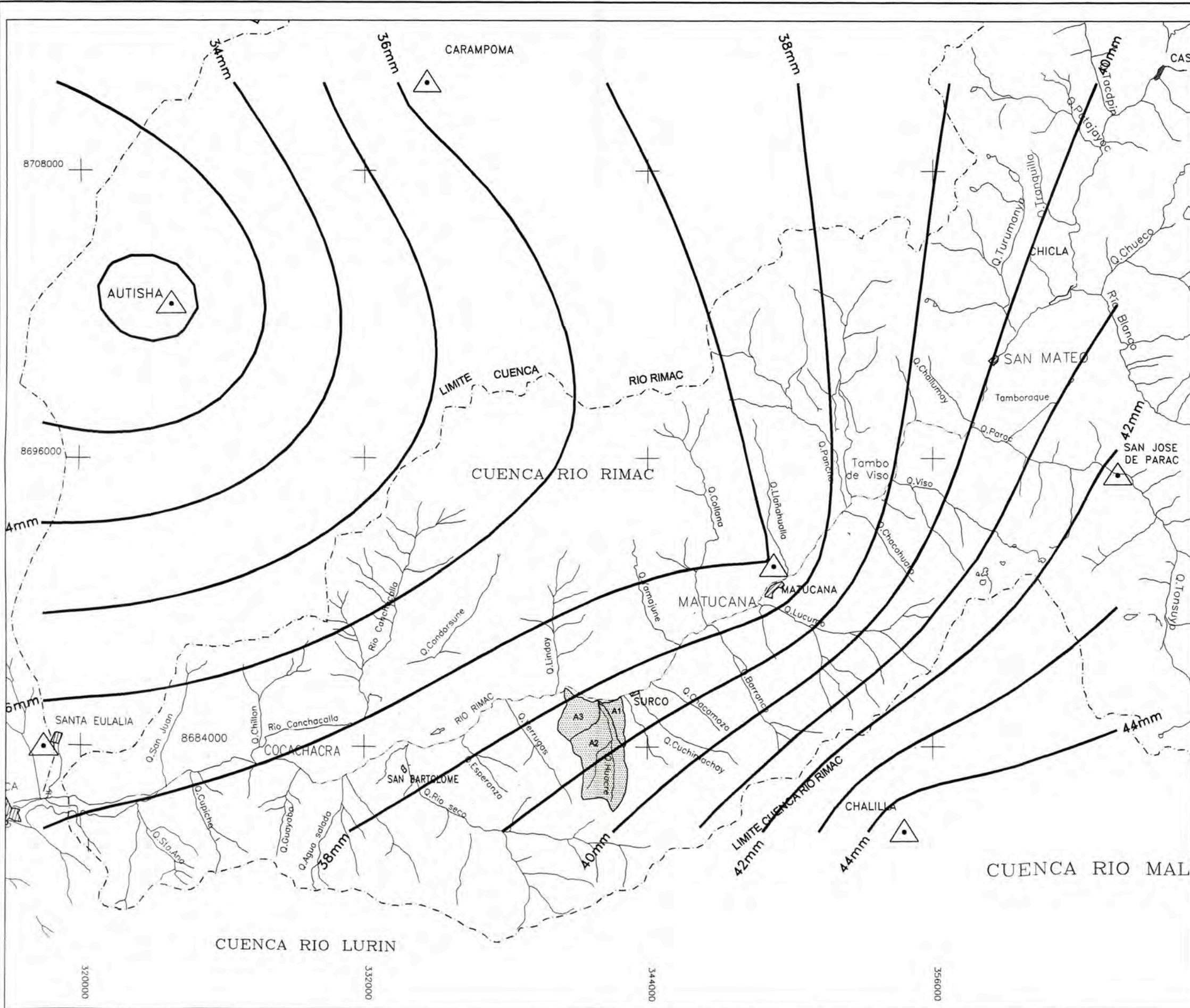
CUADRO DE AREAS		
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
AREA - 01	Km2	0.99
AREA - 02	Km2	6.33
AREA - 03	Km2	2.21

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

SE PRESENTAN SOLO LAS ESTACIONES PLUVIOMETRICAS CONSIDERADAS PARA EL ANALISIS DE LAS CUENCAS, TENIENDO EN CUENTA EL CRITERIO DE PROXIMIDAD AL AREA DE ESTUDIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS	PROYECTISTA:	REV. N°:	FECHA:	DESCRIPCION:	PROYECTO DE REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA COCACHACRA - MATUCANA	PLANO:	APROBADO POR JEFE DE PROYECTO:	REVISADO POR JEFE DE ZONA:	ESCALA:	FECHA:	DESEÑADO:	PROCESADO:	INDICADA:	MAN:	REVISADO:
	GUIVER BASILIO SANTISTEBAN IBAÑEZ				TRAMO : KM 63+000 - KM66+000	ESTACIONES PLUVIOMETRICAS SELECCIONADAS			1:1500000	JUN 2006				MAN	



LOCALIZACION

ESTACIONES PLUVIOMETRICAS

ESTACION	CUENCA	LATITUD	LONG.	ALTITUD manm
SANTA EULALIA	RIMAC	11°54'	76°40'	1050
MATUCANA	RIMAC	11°50'	76°23'	2378
AUTISHA	RIMAC	11°44'	76°37'	2250
CARAMPOMA	RIMAC	11°39'	76°31'	3272
SAN JOSE DE PARAC	RIMAC	11°48'	76°15'	3800
CHALLILLA	LURIN	11°56'	76°20'	4050

LEYENDA

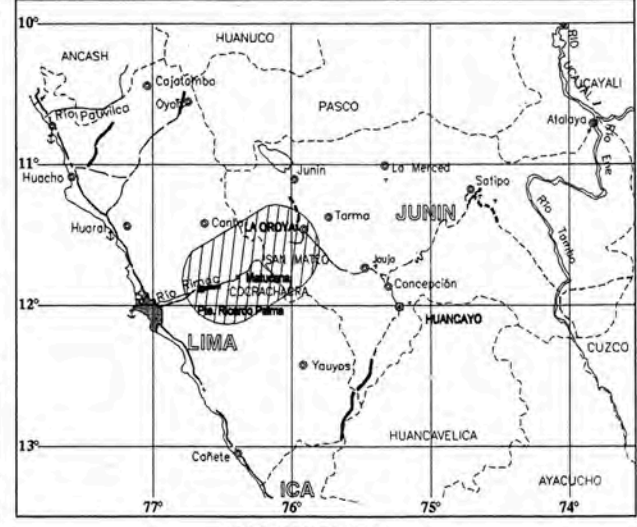
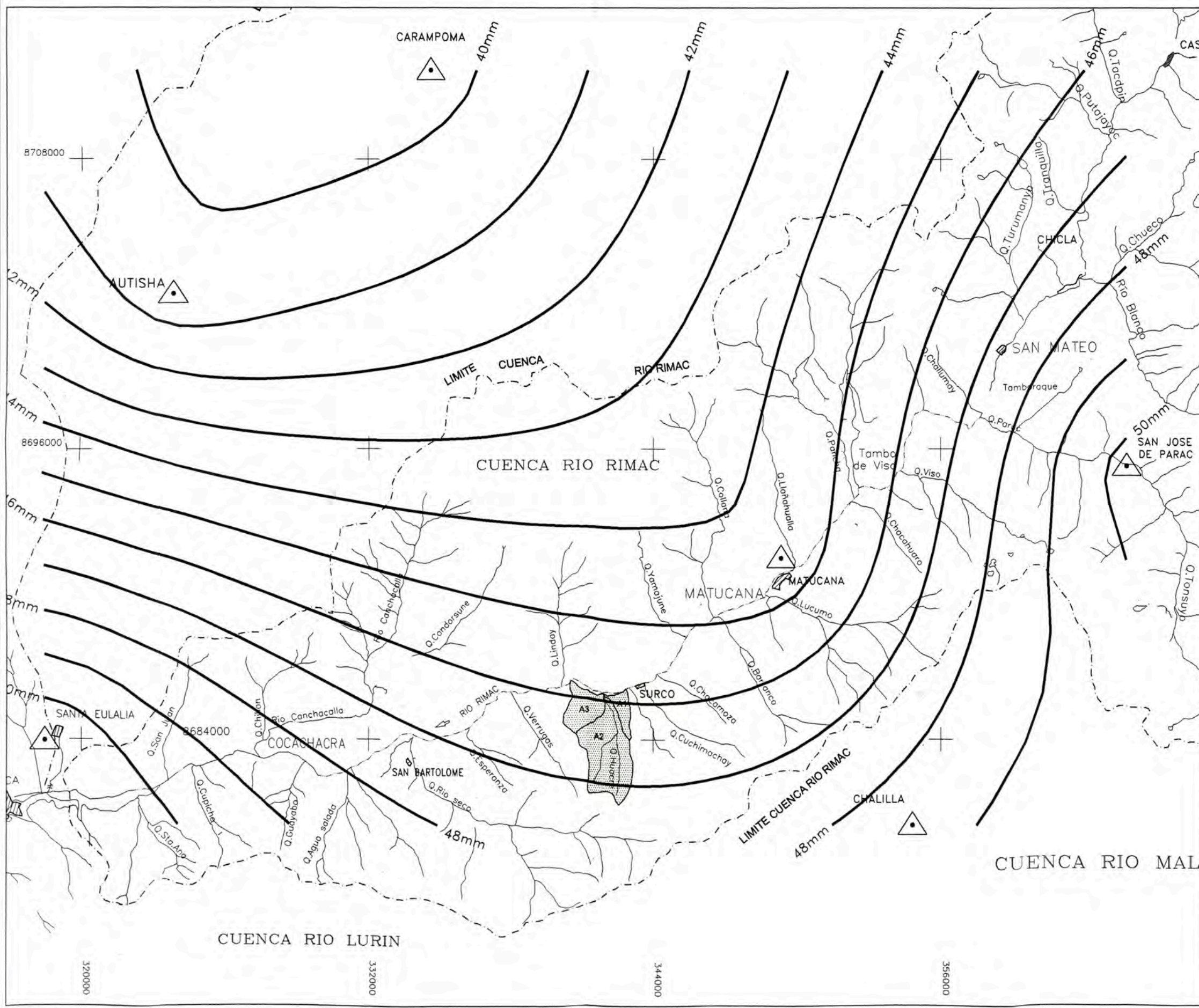
ESTACION PLUVIOMETRICA	
LIMITE CUENCA RIO RIMAC	
LIMITE CUENCA STA.EULALIA	
RIOS Y QUEBRADAS	
POBLADOS	
AREA DE CUENCA	

CUADRO DE AREAS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
AREA - 01	Km2	0.99
AREA - 02	Km2	6.33
AREA - 03	Km2	2.21

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

SE PRESENTAN SOLO LAS ESTACIONES PLUVIOMETRICAS CONSIDERADAS PARA EL ANALISIS DE LAS CUENCAS, TENIENDO EN CUENTA EL CRITERIO DE PROXIMIDAD AL AREA DE ESTUDIO



LOCALIZACION

ESTACIONES PLUVIOMETRICAS				
ESTACION	CUENCA	LATITUD	LONG.	ALTITUD m/nm
SANTA EULALIA	RIMAC	11°54'	76°40'	1050
MATUCANA	RIMAC	11°50'	76°23'	2378
AUTISHA	RIMAC	11°44'	76°37'	2250
CARAMPOMA	RIMAC	11°39'	76°31'	3272
SAN JOSE DE PARAC	RIMAC	11°48'	76°15'	3800
CHALLILLA	LURIN	11°56'	76°20'	4050

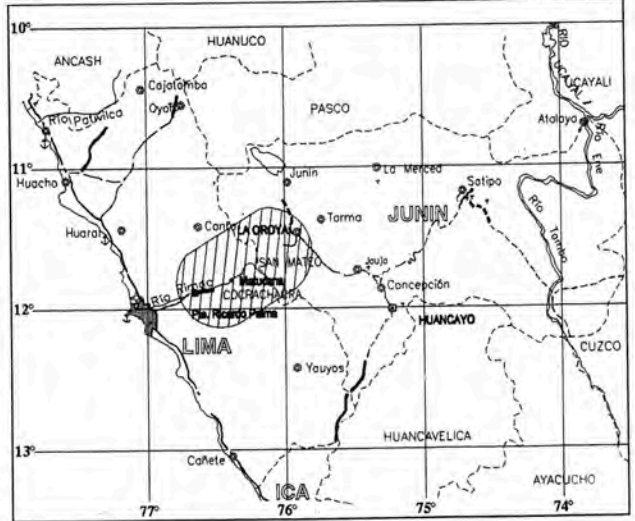
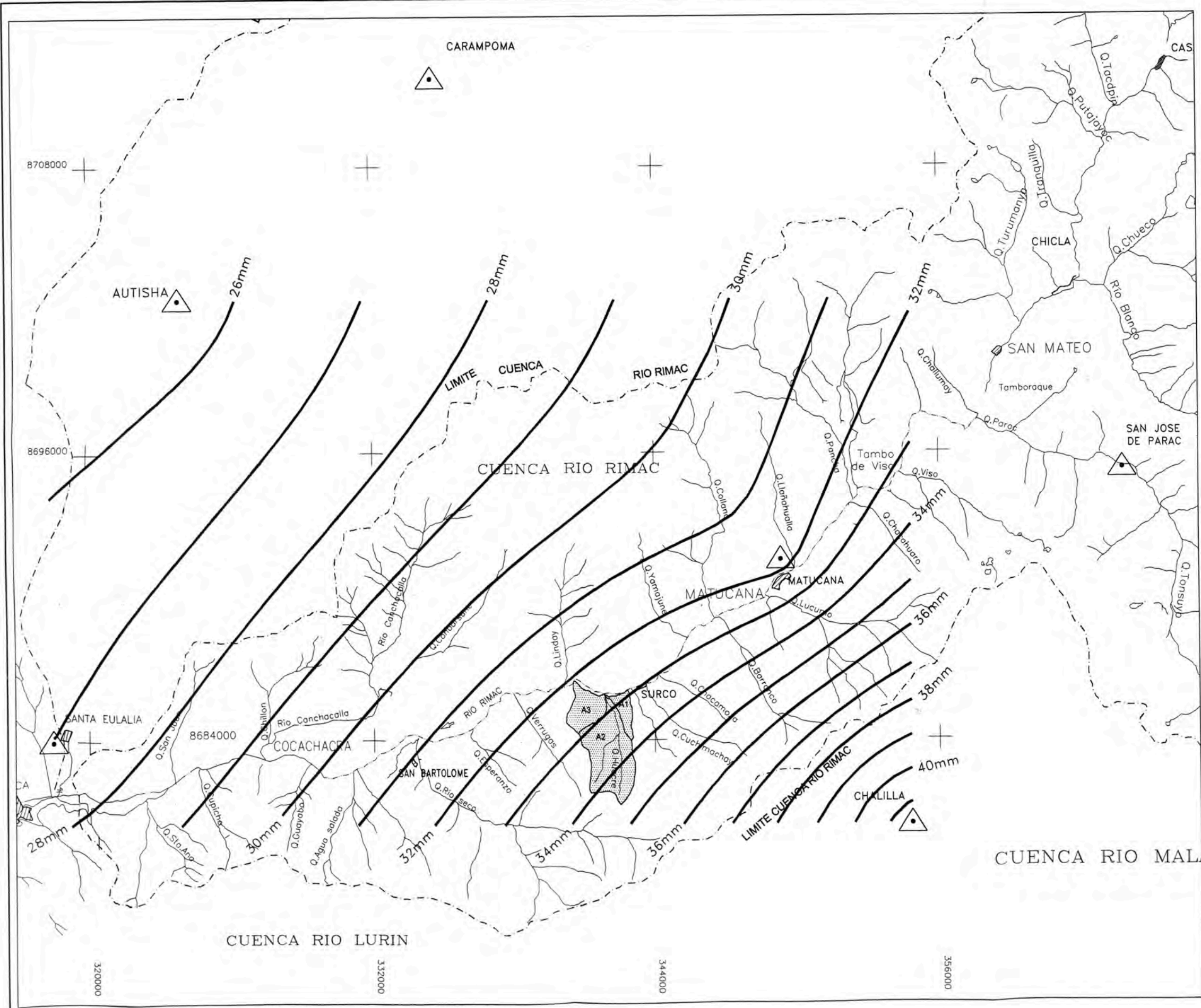
LEYENDA	
ESTACION PLUVIOMETRICA	
LIMITE CUENCA RIO RIMAC	
LIMITE CUENCA STA.EULALIA	
RIOS Y QUEBRADAS	
POBLADOS	
AREA DE CUENCA	

CUADRO DE AREAS		
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
AREA - 01	Km2	0.99
AREA - 02	Km2	6.33
AREA - 03	Km2	2.21

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

SE PRESENTAN SOLO LAS ESTACIONES PLUVIOMETRICAS CONSIDERADAS PARA EL ANALISIS DE LAS CUENCAS, TENIENDO EN CUENTA EL CRITERIO DE PROXIMIDAD AL AREA DE ESTUDIO





LOCALIZACION

ESTACIONES PLUVIOMETRICAS				
ESTACION	CUENCA	LATITUD	LONG.	ALTITUD msnm
SANTA EULALIA	RIMAC	11°54'	76°40'	1050
MATUCANA	RIMAC	11°50'	76°23'	2378
AUTISHA	RIMAC	11°44'	76°37'	2250
CARAMPOMA	RIMAC	11°38'	76°31'	3272
SAN JOSE DE PARAC	RIMAC	11°48'	76°15'	3800
CHALILLA	LURIN	11°56'	76°20'	4050

LEYENDA	
ESTACION PLUVIOMETRICA	
LIMITE CUENCA RIO RIMAC	
LIMITE CUENCA STA.EULALIA	
RIOS Y QUEBRADAS	
POBLADOS	
AREA DE CUENCA	

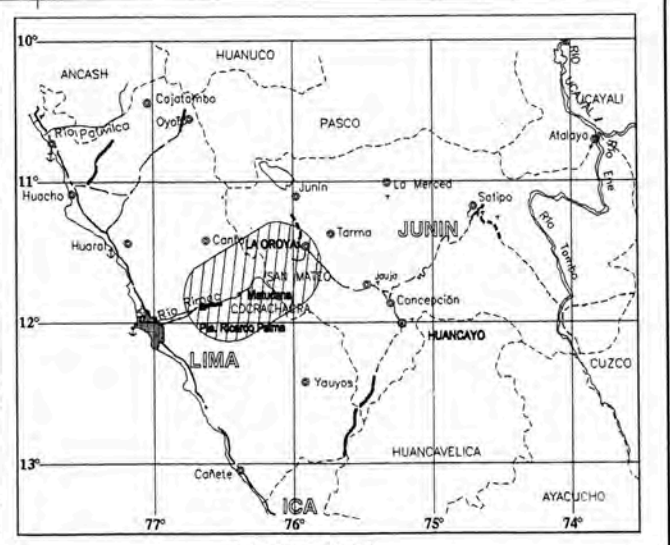
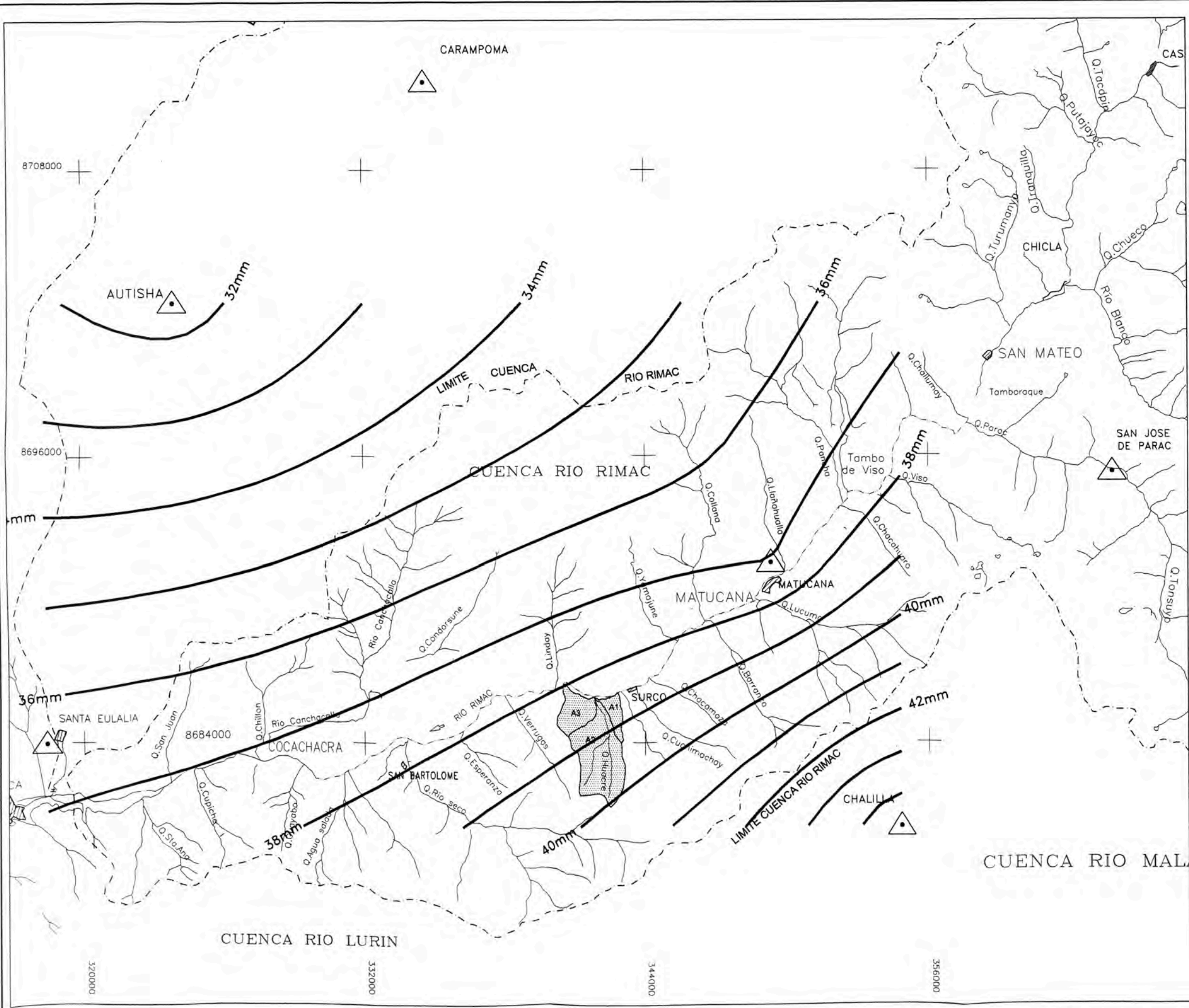
CUADRO DE AREAS		
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
AREA - 01	Km2	0.99
AREA - 02	Km2	6.33
AREA - 03	Km2	2.21

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

SE PRESENTAN SOLO LAS ESTACIONES PLUVIOMETRICAS CONSIDERADAS PARA EL ANALISIS DE LAS CUENCAS, TENIENDO EN CUENTA EL CRITERIO DE PROXIMIDAD AL AREA DE ESTUDIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS	PROYECTISTA: GUILVER BASILIO SANTISTEBAN IBAÑEZ	REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	PROYECTO DE REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA COCACHACRA - MATUCANA TRAMO : KM 63+000 - KM66+000	PLANO : ISOYETAS PERIODO DE RETORNO 10 AÑOS	APROBADO POR JEFE DE PROYECTO:	REVISADO POR JEFE DE ZONA:	ESCALA: INDICADA	FECHA: JUN 2008	DISEÑADO: MAN	REV. N°: A
									PLANO N°: HI-06			



ESTACIONES PLUVIOMETRICAS

ESTACION	CUENCA	LATITUD	LONG.	ALTITUD msnm
SANTA EULALIA	RIMAC	11°54'	76°40'	1050
MATUCANA	RIMAC	11°50'	76°23'	2378
AUTISHA	RIMAC	11°44'	76°37'	2250
CARAMPOMA	RIMAC	11°39'	76°31'	3272
SAN JOSE DE PARAC	RIMAC	11°48'	76°15'	3800
CHALLA	LURIN	11°56'	76°20'	4050

LEYENDA

ESTACION PLUVIOMETRICA	
LIMITE CUENCA RIO RIMAC	
LIMITE CUENCA STA.EULALIA	
RIOS Y QUEBRADAS	
POBLADOS	
AREA DE CUENCA	

CUADRO DE AREAS

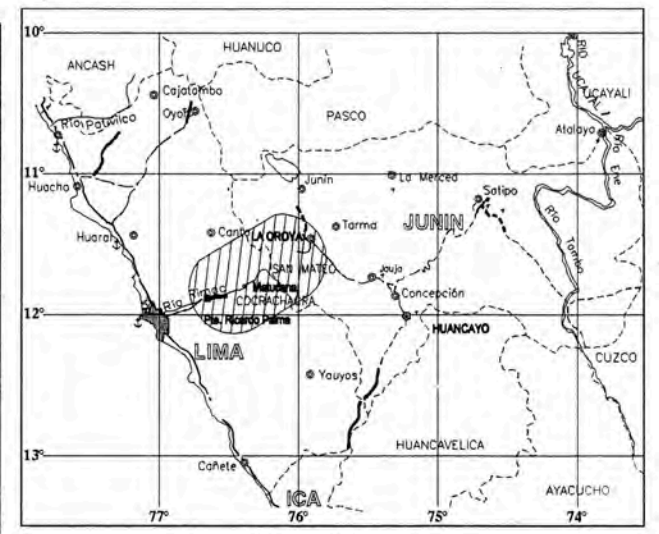
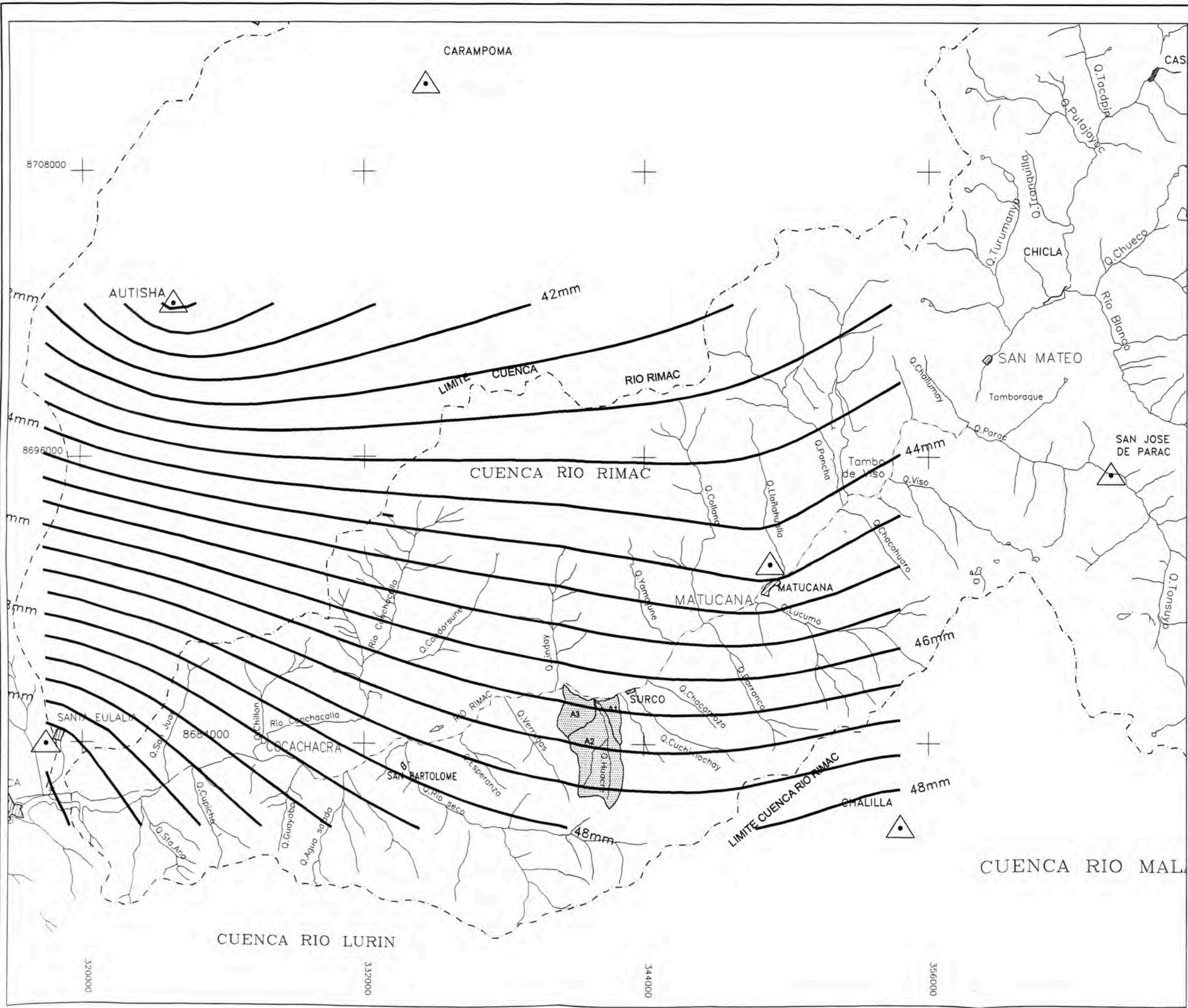
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
AREA - 01	Km2	0.99
AREA - 02	Km2	6.33
AREA - 03	Km2	2.21

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

SE PRESENTAN SOLO LAS ESTACIONES PLUVIOMETRICAS CONSIDERADAS PARA EL ANALISIS DE LAS CUENCAS, TENIENDO EN CUENTA EL CRITERIO DE PROXIMIDAD AL AREA DE ESTUDIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS	PROYECTISTA: GUIVER BASILIO SANTISTEBAN IBÁÑEZ	REV. N°:	FECHA:	DESCRIPCION:	PROYECTO DE REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA COCACHACRA - MATUCANA TRAMO : KM 63+000 - KM66+000	PLANO : ISOYETAS PERIODO DE RETORNO 20 AÑOS	APROBADO POR JEFE DE PROYECTO:	REVISADO POR JEFE DE ZONA:	ESCALA:	FECHA:	DIBUJANTE:	
												INDICADA
											PLANO N°	REV. N°
											HI-07	A



LOCALIZACION

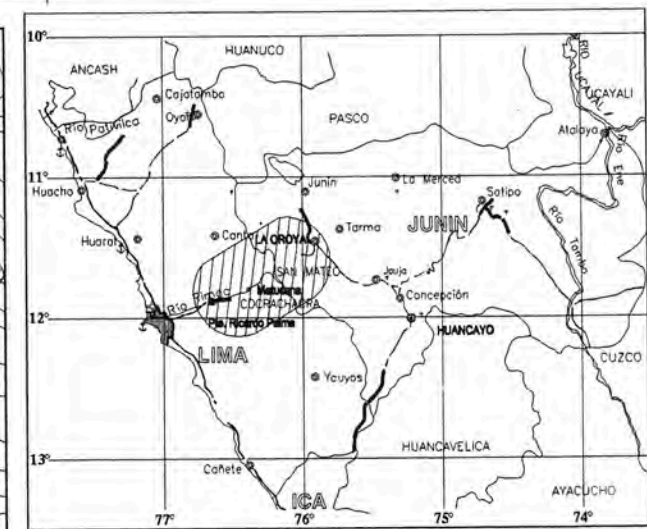
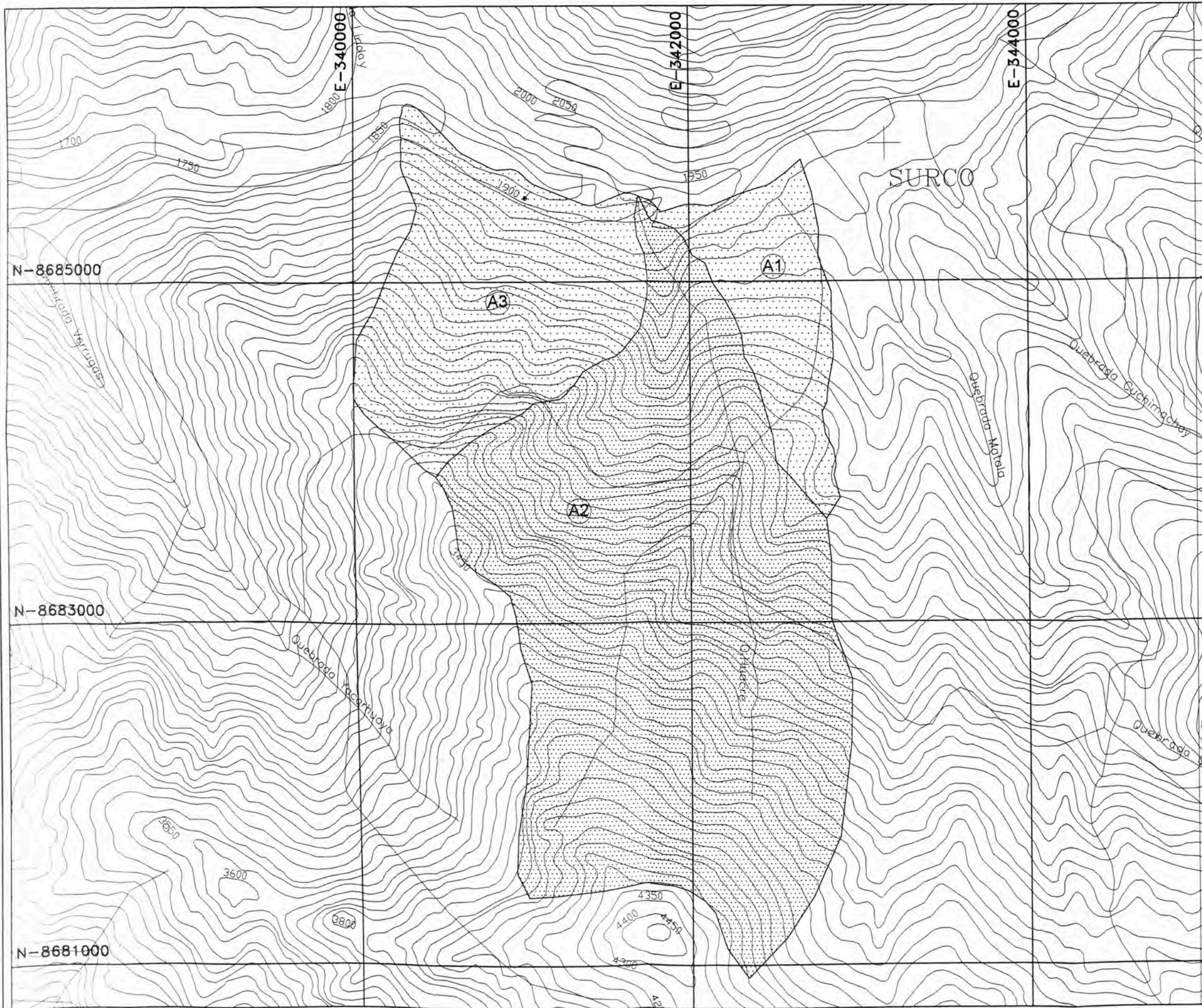
ESTACIONES PLUVIOMETRICAS				
ESTACION	CUENCA	LATITUD	LONG.	ALTITUD msnm
SANTA EULALIA	RIMAC	11°54'	76°40'	1050
MATUCANA	RIMAC	11°50'	76°23'	2378
AUTISHA	RIMAC	11°44'	76°37'	2250
CARAMPOMA	RIMAC	11°39'	76°31'	3272
SAN JOSE DE PARAC	RIMAC	11°48'	76°15'	3800
CHALLA	LURIN	11°56'	76°20'	4050

LEYENDA	
ESTACION PLUVIOMETRICA	
LIMITE CUENCA RIO RIMAC	
LIMITE CUENCA STA.EULALIA	
RIOS Y QUEBRADAS	
POBLADOS	
AREA DE CUENCA	

CUADRO DE AREAS		
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
AREA - 01	Km2	0.99
AREA - 02	Km2	6.33
AREA - 03	Km2	2.21

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

SE PRESENTAN SOLO LAS ESTACIONES PLUVIOMETRICAS CONSIDERADAS PARA EL ANALISIS DE LAS CUENCAS, TENIENDO EN CUENTA EL CRITERIO DE PROXIMIDAD AL AREA DE ESTUDIO



LOCALIZACION

LEYENDA	
LIMITE CUENCA RIO RIMAC	
LIMITE CUENCA STA.EULALIA	
RIOS Y QUEBRADAS	
POBLADOS	
AREA DE CUENCA	

CUADRO DE AREAS		
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
AREA CUENCA - 01	Km2	0.99
AREA CUENCA - 02	Km2	7.36
AREA CUENCA - 03	Km2	2.21

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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

PROYECTISTA:	REV. N°:	FECHA:	DESCRIPCION:
GUIVER BASILIO			
SANTISTEBAN IBANEZ			

PROYECTO DE REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA COCACHACRA -MATUCANA
TRAMO : KM 63+000 - kM66+000

PLANO:
SUB-CUENCAS QUEBRADA HUACRE

APROBADO POR JEFE DE PROYECTO:	REVISADO POR JEFE DE ZONA:	ESCALA:	FECHA:	DIBUJANTE:
		INDICADA	JUN 2006	MAN
OPERADO:	PROCESADO:	PLANO N°:		REV#:
		HI-09		A