

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



**PROYECTO MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA  
COCACHACRA-MATUCANA  
DEL Km. 67+000 AL Km 70+000**

**PROCEDIMIENTO DE DISEÑOS DE ALCANTARILLAS, CUNETAS Y  
MUROS DE SOSTENIMIENTO**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil**

**ROBERTO JULIAN LLAJA TAFUR**

**Lima- Perú**

**Año 2006**

### **DEDICATORIA**

**El presente esta dedicado a las Memorias de mi Abuelo Julián Llaja, de mi Primo Edwin Llaja, el Abuelo de mi esposa Ángel Libon Larrea, los cuales me orientaron en la vida, verla de forma distinta a lo que es ahora y decirles misión cumplida**

### **AGRADECIMIENTO**

A Dios sobre todas las cosas, a mis padres, hermanos, esposa e hijos, por las enseñanzas que me han dado y que me brindan, su comprensión, por la paciencia que han tenido.

A mis profesores de la Universidad por sus enseñanzas las cuales fueron fundamentales en mi formación universitaria

A todos ellos les digo gracias de corazón.

**INDICE**

RESUMEN	3
INTRODUCCION	4
<b>CAPITULO I : ANTECEDENTE</b>	
1.1 ALCANCES	6
1.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO	10
1.3 INGENIERIA DE TRANSITO	17
1.4 DISEÑO GEOMETRICO	24
1.5 ESTUDIO GEOLOGIA Y GEOTECNIA	
1.5.1 ESTUDIO DE GEOLOGIA	27
1.5.2 ESTUDIO DE GEOTECNIA	31
1.6 ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO	
1.6.1 ESTUDIO HIDROLOGICO	38
1.6.2 ESTUDIO HIDRAULICO	45
1.7 SEÑALIZACION	46
1.8 EVALUACION ECONOMICA	47
1.9 IMPACTO AMBIENTAL	50
<b>CAPITULO II : EVALUACION DE OBRAS DE ARTE</b>	
2.1 ASPECTOS GENERALES	
2.1.1 INFORMACION ESTUDIADA	52
2.1.2 PROBLEMAS PARTICULARES	52

2.2	ALCANTARILLAS	
2.2.1	EVALUACION	55
2.2.2	CRITERIOS DE DISEÑO	56
2.2.3	INVENTARIO DE ALCANTARILLAS	61
2.2.4	TRABAJOS POR REALIZAR	64
2.2.5	DISEÑOS PROYECTADOS	64
2.3	CUNETAS	
2.3.1	EVALUACION	65
2.3.2	CRITERIO DE DISEÑO	66
2.4	MUROS DE SOSTENIMIENTO	71
	CONCLUSIONES	77
	RECOMENDACIONES	78
	BIBLIOGRAFIA	79
	ANEXOS	
	• ANEXO I: CALCULOS ESTRUCTURALES	
	DISEÑO DE ALCANTARILLAS	81
	DISEÑO DE MUROS DE SOSTENIMIENTO	90
	DISEÑO DE CUNETAS	97
	• ANEXO II: PANEL FOTOGRAFICO	101
	• ANEXO III: PLANOS	108

## RESUMEN

Al evaluar las características actuales de la Carretera Héroes de la Breña en el Tramo: Cocachacra – Matucana entre los (Km 67+000 – Km 70+000), se ha tenido en cuenta los criterios técnicos y la normatividad vigente, a fin de implementar mejoras de diseño, construcción y operatividad; proponiendo medidas concretas y desarrollando una propuesta técnica y económicamente viable que respalde la alternativa planteada de Mejoramiento del Flujo Vehicular en Carretera Cocachacra – Matucana, el cual se da mediante el Diseño de un Carril de Ascenso, encontrando la necesidad de la ampliación de Alcantarillas, así como el diseño de Cunetas en el Carril de Ascenso, para lo cual se brinda las pautas a seguir en los procedimientos de cálculos estructurales y que requisitos se deben de tener en cuenta, además de poder brindar un diseño de muro de sostenimiento típico, el cual no es necesario en el presente tramo de estudio pero a lo largo de la carretera se deberá tener en cuenta su diseño.

## INTRODUCCIÓN

La Facultad de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de Ingeniería tomando como base la Ley Universitaria No 23733, Estatuto UNI, Decreto Legislativo No 739 y de acuerdo a la Resolución Rectoral No 0188 - 31 enero 2001 y Resolución Rectoral No 1162 – 07 con fecha Octubre 2005, comunica el inicio de las inscripciones para la obtención del título universitario bajo la modalidad de Titulación Profesional por Actualización de Conocimientos, mediante el desarrollo de cursos integradores tipo taller en las áreas de Infraestructura vial y proyecto inmobiliario de viviendas de interés social.

Como parte del desarrollo del curso en el campo de Infraestructura Vial se realizó los estudios de Ingeniería correspondientes a la Carretera Héroes de la Breña (Carretera Central), Tramo "Cocachacra – Matucana" entre el Km. 67+000 al Km. 70+000, con el fin de evaluar el estado actual de la Vía y proponer mejoras que permitan optimizar el flujo vehicular existente caracterizado por su alta densidad y trascendencia pues se trata de una de las carreteras mas importantes del Perú, en nuestro caso propusimos la construcción de un Carril de Ascenso para mejorar el Flujo Vehicular en el presente tramo.

# CAPITULO I: ANTECEDENTES



## 1.1 ALCANCES

Teniendo como base los lineamientos establecidos durante la implementación del Curso Integrador Tipo Taller en el área de Infraestructura Vial, fueron desarrollados los estudios de Ingeniería de la Carretera Héroes de la Breña (Carretera Central), en el Tramo “Cocachacra – Matucana”, los cuales fueron complementados con una evaluación superficial de las características actuales de la vía.

Adicionalmente y teniendo como principal herramienta de análisis el reconocimiento de campo realizado en Diciembre del 2005, se plantearon tres alternativas con el objetivo de mejorar el tránsito de carretera, caracterizado por largas colas de vehículos en el carril de subida, (en dirección a la sierra central), ocasionadas principalmente por las particularidades que presenta el diseño geométrico y la lentitud con la que circulan los vehículos que transportan carga pesada, muy característicos de la zona. De las tres alternativas planteadas se desarrolló un Carril de ascenso, cuyo trabajo final está contenido en seis volúmenes los cuales detallamos a continuación:

Proyecto “Carril de Ascenso”,

<b>VOLUMEN I</b>	<b>: RESUMEN EJECUTIVO</b>
<b>VOLUMEN II</b>	<b>: INGENIERIA DEL PROYECTO</b>
<b>VOLUMEN III</b>	<b>: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>
<b>VOLUMEN IV</b>	<b>: EXPEDIENTE TECNICO</b>
<b>VOLUMEN V</b>	<b>: EVALUACION ECONOMICA</b>
<b>VOLUMEN VI</b>	<b>: PLANOS.</b>

### 1.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO

#### 1.1.1.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA

El proyecto tiene 21.3 Km. de longitud, forma parte de la Carretera Héroes de la Breña y se encuentra ubicado en el Departamento de Lima, Provincia de Huarochiri, Distrito de Matucana. (Ver plano de ubicación)

Los datos precisos de longitud son los siguientes:

#### Ubicación

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

Final: Km. 74+295.80.

Longitud: 21 Km. + 347.19 m.

#### 1.1.1.2 ASPECTOS GEOPOLITICOS

La Provincia de Huarochiri contiene íntegramente la Carretera Cocachacra Matucana, teniendo al Norte a la Provincia de Canta, al Suroeste a la provincia de Lima y al Noreste al departamento de Junín.

La carretera en su longitud recorre los poblados de Cocachacra, San Bartolomé, Surco, Matucana y les permite a pueblos como Santiago de Tuna, San Andrés de Tuficocha, San Damián, todos pertenecientes a la Provincia de Huarochiri, alejados del área de influencia directa de la carretera, poder acceder con sus productos agrícolas a los mercados de la capital y zonas de la selva y sierra central.

#### 1.1.2 ANALISIS Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Uno de los problemas detectados en la zona de estudio son las colas de vehículos que se forman en la dirección de subida debido a la disminución en la velocidad de los vehículos pesados. Como alternativas de solución para este problema planteamos las siguientes:

a) Primera Alternativa; Construcción de Un Tercer Carril a lo largo del tramo en estudio, en la margen derecha, es decir, para la subida, dando de esta manera mayor fluidez a los vehículos ligeros que tendrían plena facilidad de adelantar a los vehículos pesados, de presentarse la necesidad. Esta alternativa implicaría

cortes y rellenos a lo largo de la margen derecha de la vía, significando además la construcción de muros de contención, así como la ampliación de todas las alcantarillas que cruzan la carretera.

b) Segunda Alternativa: Construcción de Vía Alterna, la cual se ubicaría en la margen opuesta del río, para que los vehículos ligeros tengan la opción de otra ruta, la cual estaría libre de vehículos pesados, así podrían desplazarse rápidamente. Para este caso se necesitaría construir 2 puentes, uno para salir de la vía actual y cruzar el río y otro puente para regresar, además de los cortes y relleno que se requieran según la topografía.

c) Tercera Alternativa: Construcción de Carril de Ascenso, en una zona preferentemente recta de la vía (en planta), a lo largo de cerca de 500m., por la cual pasarían los vehículos pesados, evitando así que obstruyan el paso a los vehículos ligeros, los cuales podrían continuar con mayor velocidad. Se tendrían que ampliar las alcantarillas que cruzan la vía en el tramo de su construcción, además puede necesitarse hacer cortes y rellenos, siempre dentro de la longitud del carril.

Luego de realizada la evaluación respectiva, se decide optar por la Tercera alternativa, la cual fue desarrollada en toda su amplitud y de acuerdo a los lineamientos técnicos correspondientes.

Primera Alternativa:  
Construcción de Un Tercer  
Carril



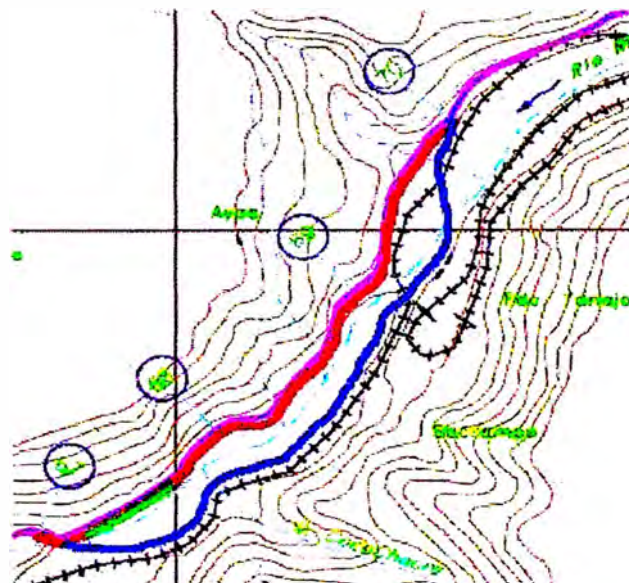
Segunda Alternativa:  
Construcción de Vía Alterna



Tercera Alternativa:  
Construcción de Carril de  
Ascenso



Vía Original



### 1.1.3 CONSTRUCCION DE CARRIL DE ASCENSO

#### 1.1.3.1 LINEAMIENTOS GENERALES

La infraestructura vial del proyecto es concebida para solucionar el problema del congestionamiento de vehículos, en los tramos de pendiente elevada, mantenida por tramos largos. En tal sentido:

- a) El carril de ascenso, dota de mayor fluidez al tráfico vehicular de subida, por cuanto ofrece a los vehículos pesados una vía por donde desplazarse, permitiendo a los vehículos ligeros mantener su velocidad mayor.
- b) La visibilidad se vería favorecida al tener un mayor ancho general de la vía

#### 1.1.3.2 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

El proyecto consiste en un carril de ascenso en la margen derecha de la vía actual, con un ancho de 3.60 m. y una longitud aproximada de 500 m.

Se requiere de una serie de cortes y rellenos en el terreno actual para conseguir una plataforma adecuada al ancho requerido, adecuando la topografía a la nueva sección transversal de diseño.

A lo largo del carril, se ampliarán las alcantarillas que cruzan la vía, para alcanzar el nuevo ancho, así mismo se demolerán las obras de arte como cunetas que están al margen derecho de la vía actual, para ser reemplazadas por otras en la nueva margen de la vía en las zonas que se requiere, según el estudio hidrológico. Se construirán muros de contención en las zonas que se requiere.

Se pavimentará el nuevo carril según diseño, así mismo se efectuará la señalización y se colocarán los respectivos elementos de seguridad vial.

#### 1.1.3.3 ASPECTOS DEL DISEÑO

- a) **GEOMETRIA.-** Para el diseño geométrico se ha utilizado el "Manual de Diseño geométrico de carreteras DG-2,001"
- b) **ESTRUCTURAS.-** Para el diseño de estructuras se ha considerado el tren de carga HL-93 de la Norma Americana AASHTO LRFD, en su última edición (Load and Resistance Factor Design)
- c) **PAVIMENTOS.-** Se realiza utilizando la metodología AASHTO 1,993
- d) **SEÑALIZACION.-** Se ha utilizado para la señalización, el "Manual de

## Dispositivos de Control del tránsito Automotor Para Calles y Carreteras”.

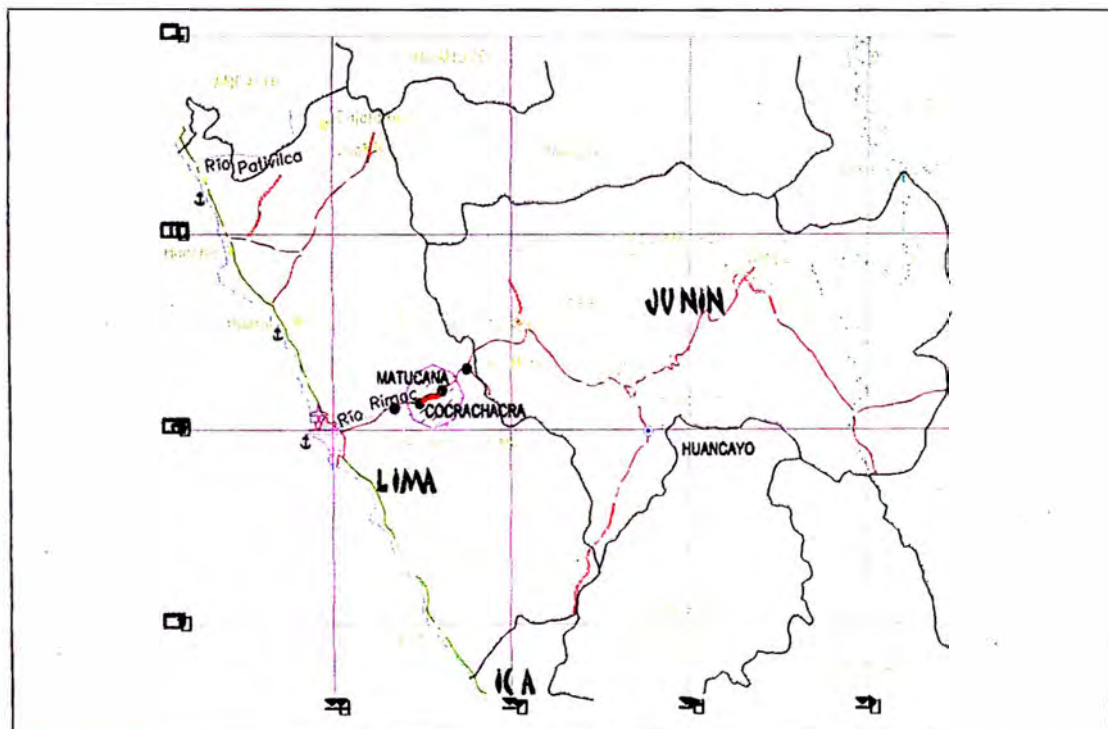
### 1.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO

#### 1.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL AREA DEL PROYECTO

##### 1.2.1.1 RED Y SISTEMA DE TRANSPORTE

La carretera Puente Ricardo Palma - Oroya forma parte de la Ruta del Sistema Nacional N° 20 que se inicia en el Ovalo Santa Anita, continua por Matucana, San Mateo, los centros poblados mineros de Río Blanco, Casapalca y Morococha, hasta llegar a La Oroya de donde prosigue a Tarma y el valle de Chanchamayo y otro que prosigue hasta Huancayo, Huancavelica y Ayacucho. Las carreteras alternas son la Ruta N° 16 que se inicia en Huacho y llega a Ambo en el Departamento de Huánuco, la carretera 18 que parte de Lima y pasando por Canta, empalma con la carretera longitudinal de la sierra norte en Unish y la carretera N° 22 que conecta Cañete en el departamento de Lima con Huancayo (Ver gráfico adjunto).

El Tramo II, materia de este estudio, forma parte de la Carretera Pte. Ricardo Palma - Oroya. Este tramo se inicia en Cocachacra y termina en Matucana.



### 1.2.2 OBJETIVOS

En el presente trabajo se procederá a verificar los datos tomados en las encuestas realizadas para la elaboración del Estudio de Rehabilitación de las carreteras afectadas por "El Niño" – MTC – SINMAC - JBIC

El estudio de tráfico está orientado a proporcionar la información básica para determinar los indicadores de tráfico y repetición de ejes equivalentes para la evaluación económica y el diseño del pavimento.

Para lograr estos objetivos se han realizado las siguientes actividades:

#### 1.2.2.1 En Campo

- a) Conteos vehiculares en estaciones previstas.
- b) Encuestas de Origen y Destino de vehículos de carga y pasajeros.

#### 1.2.2.2 En gabinete

- a) Cálculo de los factores de corrección y del IMDA
- b) Determinación de los departamentos que conforman el área de influencia para el cálculo del PBI y PBI Per Cápita. Según resultados obtenidos de las encuestas de Origen y Destino.
- c) Cálculo de las Tasas de Crecimiento.
- d) Cálculo de Tráfico Total Proyectado.
- e) Cálculo de los Factores Destructivos y de los Ejes Equivalentes Acumulados.

Los resultados de los trabajos antes señalados están organizados de la siguiente manera:

- Estudio Volumétrico
- Encuestas de Origen y Destino Proyecciones de Tráfico
- Cargas por Eje
- Ejes Equivalentes Acumulados

### 1.2.3 ENCUESTAS DE ORIGEN Y DESTINO

Las encuestas de origen y destino tienen como objetivo conocer las zonas generadoras y tractoras de los viajes, lo que a su vez permite determinar el área de influencia de la carretera, para el cálculo del PBI y PBI Per Cápita.

El origen y destino de los pasajeros serán utilizadas para determinar la población del área de influencia de la vía. El vehículo tipo, motivo de viaje, ocupabilidad, profesión e ingreso económico de los pasajeros, así como el tipo de carga y cantidad transportada, serán utilizadas en el modelo HDM.

De los resultados de las encuestas se determina que el área de influencia de la carretera comprende los departamentos de Lima, Junín, Huancavelica, Huanuco, Pasco y Ucayali.

Las ciudades y centros poblados incluidos en los departamentos que conforman la zona de influencia que conforman la zona de influencia son las siguientes:

**HUÁNUCO:** Huánuco, Tingo María

**PASCO :** Cerro de Pasco, Oxapampa

**LIMA Y CALLAO :** Casapalca, Cocachacra, Corcona, Chosica, Lima, Matucana, San Bartolomé, San Mateo, Río Blanco, Surco y Ticlio.

**UCAYALI :** Pucallpa

**JUNIN :** Concepción, Chanchamayo, Huancayo, Jauja, Junín, La Oroya, Morococha, Satipo y Tarma.

**HUANCAVELICA :** Huancavelica, Pampas

#### 1.2.4 MOTIVO DE VIAJE

En cuanto al motivo de viaje, como se puede apreciar en el cuadro N° 1, la casi totalidad de los viajes son por trabajo y recreación que comprende visitas a familiares, regreso de visitas; hay algunos viajes por salud y por estudio pero que no alcanzan representatividad.

**Cuadro N° 1**

#### **MOTIVO DE VIAJE**

TRABAJO	RECREACION	COMPRAS	ESTUDIOS	SALUD
50%	48%	1%	0.5%	0.5%

#### 1.2.5 VEHICULO TIPO

Los vehículos tipo determinados se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro N° 2**  
**VEHICULO TIPO**  
**CARRETERA PTE. RICARDO PALMA - OROYA**

VEHICULO	MARCA	MODELO	AÑO DE FABRICACION	PESO BRUTO PROMEDIO *
AUTO	TOYOTA	COROLLA	1992	
CAMIONETA PICK UP	TOYOTA	HILUX	1994	
CAMIONETA RURAL	TOYOTA	HIACE	1990	
MICRO	ASIA	COMBI	1990	
B2	SCANIA	F113	1995	15.4
B3	SCANIA	K113T	1996	18.6
CAMION LIVIANO	HYUNDAI	MIGHTY	1992	6.8
CAMION MEDIANO	VOLVO	N10	1983	25
CAMION PESADO Y ARTICULADO	VOLVO	F12	1989	48.0

En el caso de camionetas rurales y micros no se tiene el peso. La capacidad de estos vehículos en pasajeros es de 16 y 25 respectivamente.

#### 1.2.6 OCUPABILIDAD

Con respecto a la ocupabilidad se puede apreciar en el siguiente cuadro que esta es mas alta en automóviles, probablemente por los colectivos que realizan transporte publico entre Lima y La Oroya.

Las camionetas rurales y micros circulan con un 60% de la capacidad utilizada, mientras que los ómnibus presentan una ocupabilidad baja con solo el 24% en los buses de 2 ejes y 42% en los buses de 3 ejes mostrando capacidad ociosa.

**CUADRO N° 3**  
**OCUPABILIDAD POR TIPO DE VEHICULO**

VEHICULO	ASIENTOS	PASAJEROS	OCUPABILIDAD
AUTO	405	340	84%
PICK UP	223	66	30%
CAMIONETA RURAL	242	162	67%
MICRO	287	168	59%
BUS 2EJES	12786	3092	24%
BUS 3 EJES	4506	1879	42%



\* Del cuadro anterior se obtiene que la cantidad de pasajeros promedio ponderado para ómnibus de 2 y 3 ejes es de 16, cantidad considerada baja, sin embargo se da una permanente renovación de pasajeros a lo largo del recorrido de los ómnibus.

#### 1.2.7 CARGA TRANSPORTADA POR TIPO DE PRODUCTO

En el cuadro No 4 siguiente se muestra los resultados de los cálculos efectuados para determinar la cantidad de carga transportada en toneladas y la cantidad de camiones que transportan dicha carga. El periodo al cual corresponden los datos es de 24 horas.

#### 1.2.8 COMBUSTIBLE

En el cuadro N° 4-A se muestra los resultados de la clase de combustible utilizado por tipo de vehículo, los datos para el cálculo han sido tomados de las

**CUADRO N° 4-A  
TIPO DE COMBUSTIBLE UTILIZADO POR VEHICULO**

TIPO DE VEHICULO	TOTAL DE VEHICULOS	COMBUSTIBLE									
		G84		G90		G95		G97		PETROLEO	
		CANTD.	PORCT.	CANTD.	PORCT.	CANTD.	PORCT.	CANTIDAD	PORCENTAJE	CANTIDAD	PORCENTAJE
AUTO	131	18	13,74%	71	54,20%	7	5,34%	8	6,11%	27	20,61%
CAMIONETA PICK UP	48	7	5,34%	12	9,16%	0	0,00%	1	0,76%	28	21,37%
CAMIONETA RURAL	20	3	2,29%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	17	12,98%
MICRO	11	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	11	8,40%
OMNIBUS	255	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	255	194,66%
CAMIONES	1790	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	1790	1366,41%

encuestas de origen y destino de vehículos pesados y de las encuestas de origen y destino para vehículos ligeros.

**CUADRO N° 4  
PRODUCTOS TRANSPORTADOS**

PRODUCTO	CARGA		CANTIDAD DE CAMIONES
	EN TONELADAS	EN %	
MINERALES	4.325.401	27,21%	167
PAPAS	2.034.208	12,80%	203
VERDURAS	1.298.779	8,17%	148
MADE RA	1.183.086	7,44%	60
CEMENTO	1.036.732	6,52%	40
FRUTAS	982.286	6,18%	157
COMBUSTIBLES	928.545	5,84%	50
PRODUCTOSALIMENTICIOS	501.444	3,15%	45
FERTILIZANTES	351.385	2,21%	33
CAFÉ	329.013	2,07%	18
MERCADERIA	320.647	2,02%	53
BEBIDAS	303.013	1,91%	21
MATERIALES DE CONSTUCCION	266.085	1,67%	24
VARIOS	242.948	1,53%	38
FIERRO	187.932	1,18%	13
AZUCAR	171.983	1,08%	10
ENVASES	157.566	0,99%	12
ARROZ	143.597	0,90%	8
GAS	121.841	0,77%	6
LECHE	116.734	0,73%	5
QUIMICOS	90.608	0,57%	4
TRIGO	89.654	0,56%	5
CHATARRA	73.961	0,47%	5
POLLOS	71.374	0,45%	12
RIELES	68.440	0,43%	5
GANADO	66.743	0,42%	9
POSTES	62.116	0,39%	4
BALONES DE GAS	48.874	0,31%	7
PARIHUELAS	47.737	0,30%	3
EXPLOSIVOS	40.837	0,26%	3
FLORES	32.477	0,20%	9
LANA	29.838	0,19%	3
SALON ES VACIOS	25.822	0,16%	3
HUEVOS	23.515	0,15%	4
PRODUCTOS INDUSTRIALES	17.422	0,11%	1
CARNE	15.964	0,10%	1
MAQUINARIA	14.037	0,09%	2
YUCAS	13.977	0,09%	3
MUEBLES	12.180	0,08%	4
JABAS	11.043	0,07%	5
BOTELLAS DE OXIGENO	7.675	0,05%	1
SEMILLAS	7.009	0,04%	1
VEHICULOS	6.143	0,04%	2
CACAO	5.946	0,04%	1
PESCADO	5.699	0,04%	2
ENVASES VACIOS	4.590	0,03%	2
<b>TOTAL</b>	<b>15.896.906</b>	<b>100%</b>	<b>1212</b>
<b>FUENTE: CENSO DECARGA</b>			

## 1.2.9 INGRESO PROMEDIO POR USUARIO DE VEHICULOS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS

Con respecto a las profesiones u ocupaciones de los pasajeros y los ingresos percibidos como retribución al trabajo efectuado, no se ha conseguido una información que pueda ser representativa debido a la negativa de los pasajeros a contestar esta pregunta o a repuestas claramente distorsionadas. Sin embargo se ha preparado el Cuadro N° 5.

Cuadro N° 5

### INGRESO MENSUAL PROMEDIO

OCUPACION	CANTIDAD	PORCENTAJE	INGRESO MENSUAL PROMEDIO
ABOGADO	3	1,67%	S/. 1.333,33
AGRICULTOR	1	0,56%	S/. 800,00
ASISTENTE	1	0,56%	S/. 900,00
CAJERO	1	0,56%	S/. 750,00
CHOFER	14	7,78%	S/. 61.429
COMERCIANTE	34	18,89%	S/. 639,71
CONTADOR	2	1,11%	S/. 1.500,00
CUARTELERO	1	0,56%	S/. 500,00
ECONOMISTA	1	0,56%	S/. 1.000,00
ELECTRICISTA	1	0,56%	S/. 600,00
EMPLEADO	28	15,56%	S/. 980,36
ENFERMERA	1	0,56%	S/. 700,00
GERENTE DE SEGURIDAD	1	0,56%	S/. 4.000,00
GUARDIAN	1	0,56%	S/. 400,00
INGENIERO	20	11,11%	S/. 3.170,00
JUBILADO	2	1,11%	S/. 350,00
MARINO	1	0,56%	S/. 2.000,00
MECANICO	5	2,78%	S/. 920,00
MEDICO	2	1,11%	S/. 1.600,00
MILITAR	4	2,22%	S/. 1.225,00
OBRAERO	23	12,78%	S/. 71.522
PERIODISTA	2	1,11%	S/. 1.325,00
PINTOR	2	1,11%	S/. 550,00
POLICIA	2	1,11%	S/. 600,00
PROFESOR	12	6,67%	S/. 850,00
QUIMICO FARMACEUTICO	1	0,56%	S/. 750,00
SEGURIDAD	4	2,22%	S/. 600,00
TECNICO	3	1,67%	S/. 833,33
TOPOGRAFO	2	1,11%	S/. 1.100,00
VENDEDOR	5	2,78%	S/. 1.340,00
TOTAL DE RESPUESTAS	180	100,00%	

### 1.3 INGENIERIA DE TRANSITO

#### 1.3.1 ESTUDIO VOLUMETRICO

El estudio volumétrico comprende la determinación de las características actuales y futuras del tráfico, las cuales pueden variar a lo largo de la carretera, por lo cual es necesario definir tramos homogéneos.

#### 1.3.2 TRAMOS HOMOGENEOS

Se entiende como tramo homogéneo el tramo de una carretera donde el volumen y la composición de tráfico son iguales, así habría tantos tramos homogéneos como variaciones de tráfico existieran. Sin embargo no es práctico ni eficiente dividir una carretera en muchos tramos por lo que solo se considerará las variaciones significativas.

El tramo homogéneo de tráfico Ricardo Palma - Matucana comprende el tramo en construcción Cocachacra - Matucana.

#### 1.3.3 UBICACION DE LA ESTACION DE CONTROL

En este tramo se ubicó una estación de clasificación de tráfico en la que se realizó conteos clasificados continuos.

Estación: C-3  
Tramo: Puente. Ricardo Palma - Matucana  
Ubicación: Unidad de Peaje de Corcona  
Progresiva 48+250  
Duración: 4 días  
Fechas: Del 16 a 22 de enero del 2006

#### 1.3.4 ESTIMACION DEL TRÁFICO ACTUAL

El cálculo del Índice medio diario se ha efectuado promediando los valores obtenidos de los registros de peaje para cada DIA de la semana. El IMDA obtenido se ha ajustado con los factores de expansión - FEX, para calcular la composición vehicular y con el factor de corrección FCE. (factor de corrección estacional) para corregir la estacionalidad, como se observa en el cuadro No 6

El promedio de la clasificación se ha calculado con la siguiente fórmula:

$$(VJ + VV)/2 * 5 + VS + VD \times FCE$$

Promedio diario = -----

7

Donde VJ, VV, VS y VD son los volúmenes de los días jueves, viernes, sábado y domingo.

FCE es el factor de corrección estacional adoptado, correspondiente a los datos del año 2005 del cuadro N° 7, que sirve para eliminar las fluctuaciones del tráfico durante el resto del año.

### CUADRO N° 6

#### **PROMEDIOS DIARIOS DE TRÁFICO - PEAJE DE CORCONA MES DE ENERO 2006**

DIAS	VEHICULOS	VEHICULOS PESADOS					TOTAL	I.M.D.
		2 EJES	3 EJES	4 EJES	5 EJES	6 EJES		
LUNES 16	1051	1149	458	76	259	320	2262	3313
MARTES 17	1098	1217	517	95	251	313	2393	3491
MIERCOLES	1143	1285	521	98	220	300	2424	3567
JUEVÉS 19	1090	1269	494	75	249	324	2411	3501
VIERNES 20	1337	1395	552	69	257	333	2606	3943
SABADO 11	1282	1279	493	64	192	260	2288	3570
DOMINGO 22	1363	1012	406	52	186	239	1895	3258
IMD	1195	1229	492	76	231	298	2326	3520

Fuente: Estudio de Rehabilitación de las Carreteras afectadas por El Niño.

**CUADRO N° 7****SERIES HISTORICAS DE FACTORES DE CORRECCION ESTACIONAL**

AÑO		VEHICULOS LIGEROS	VEHICULOS PESADOS					TOTAL
			2 ej es	3 ej es	4 ej es	5 ej es	6 ej es	
2000	IMD ENERO	1444	1368	511	94	198	230	2400
	IMDA	1355	1202	437	83	195	233	2151
	FCE ENERO	0.94	0.88	0.86	0.89	0.99	1.01	0.896
2001	IMD ENERO	1270	1182	468	104	157	140	2052
	IMDA	1193	1103	423	79	144	137	1886
	FCE ENERO	0.94	0.93	0.90	0.76	0.92	0.98	0.919
2002	IMD ENERO	1127	1127	459	72	137	95	1889
	IMDA	1087	1039	411	71	132	98	1750
	FCE ENERO	0.96	0.92	0.90	0.99	0.96	1.03	0.926
2003	IMD ENERO	1038	1071	445	83	137	78	1814
	IMDA	1021	1009	383	76	134	78	1681
	FCE ENERO	0.98	0.94	0.86	0.91	0.98	1.01	0.927
2004	IMD ENERO	974	1055	442	74	114	14	1699
	IMDA	941	1000	376	76	118	15	1585
	FCE ENERO	0.966	0.95	0.85	1.02	1.03	1.05	0.932
2005	IMD ENERO	797	1073	347	54	81	4	1560
	IMDA	778	938	318	58	90	7	1411
	FCE ENERO	0.98	0.87	0.91	1.08	1.11	1.64	0.905

Valores adoptados: vehículos ligeros 0.966, vehículos pesados 0.932 del año 2005

**1.3.5 FACTOR DE EXPANSIÓN FEX**

El factor de expansión FEX se ha calculado sobre la base de la clasificación vehicular

**1.3.6 RESULTADOS**

En el cuadro N° 8 se presentan los volúmenes de tráfico por día, dirección de circulación, tipo de vehículo y el I.M.D.A.

En el cuadro N° 9 se puede apreciar los IMDA por tipo de vehículo.

Cuadro N° 8

VOLUMEN VEHICULAR, POR DIA, DIRECCION Y TIPO DE VEHICULO, EN VALORES ABSOLUTOS Y RELATIVOS  
 INDICE MEDIO DIARIO ANUAL, I.M.D.A., POR DIRECCION Y TIPO DE VEHICULO, EN VALORES ABSOLUTOS Y RELATIVOS

Carretera: Ricardo Palma - Oroya  
 Tramo: Cocachacra - Matucana

Hora	Dirección	Vehículos ligeros				Bus		Camiones				Camiones Semi-acoplados				Camiones Acoplados				Total	%
		Autos	Pick up	C.R.	Micros	2E	3E	2ECH	2EG	3E	4E	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
jueves	oroya-ricardo palma	314	183	73	71	130	63	242	182	194	20	12	72	24	136	1	0	12	9	1738	50%
	ricardo palma-oroya	289	182	69	70	125	61	187	201	204	22	40	77	52	136	3	1	12	15	1746	50%
	ambas	603	365	142	141	255	124	429	383	398	42	52	149	76	272	4	1	24	24	3484	100%
viernes	oroya-ricardo palma	385	205	75	74	121	67	282	184	168	14	11	68	39	157	4	0	17	11	1882	50%
	ricardo palma-oroya	357	184	74	77	132	63	275	178	201	11	37	59	52	119	2	0	22	17	1860	50%
	ambas	742	389	149	151	253	130	557	362	369	25	48	127	91	276	6	0	39	28	3742	100%
sábado	oroya-ricardo palma	387	170	81	93	143	75	222	184	184	29	14	78	27	124	2	0	10	9	1832	49%
	ricardo palma-oroya	436	181	85	87	144	75	234	273	193	18	24	68	39	124	1	1	8	16	2007	54%
	ambas	742	389	149	151	253	130	557	362	369	25	48	127	91	276	6	0	39	28	3742	100%
domingo	oroya-ricardo palma	504	156	85	75	131	63	169	103	134	17	18	49	18	104	1	0	9	16	1652	52%
	ricardo palma-oroya	450	131	78	71	122	67	175	142	119	5	21	45	30	73	2	0	9	14	1554	48%
	ambas	954	287	163	146	253	130	344	245	253	22	39	94	48	177	3	0	18	30	3206	100%
I.M.D.	oroya-ricardo palma	384	179	74	73	120	62	226	160	163	17	12	64	27	128	2	0	12	10	1693	50%
	ricardo palma-oroya	345	169	72	73	121	60	208	181	176	14	32	60	44	111	2	0	14	15	1697	50%
	ambas	709	348	146	146	241	122	434	341	339	31	44	124	71	239	4	0	26	25	3390	100%
I.M.D.A.	ambas	685	336	141	141	225	114	404	318	316	29	41	116	66	223	4	0	24	23	3160	
Registro de peaje de Corcona																					
		Ligeros	2 Ejes	3 Ejes	4 Ejes	5 Ejes	6 Ejes	I.M.D.A.													
I.M.D.		1195	1229	492	76	231	298	3520													
Factor de Expansión		0.53	0.26	0.11	0.11	0.24	0.27	0.43	0.34	0.73	0.39	0.55	0.56	0.32	0.91	0.05	0.00	0.12	0.09		
F.C.E.		0.966																			
I.M.D.A.		607	298	125	125	272	122	489	385	337	28	39	121	69	252	4	0	25	29	3324	
F.D.D.	oroya-ricardo palma	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50	0.51	0.52	0.47	0.48	0.55	0.27	0.52	0.38	0.54	0.50	0.00	0.46	0.40	0.50	
	ricardo palma-oroya	0.49	0.49	0.49	0.50	0.50	0.49	0.48	0.53	0.52	0.45	0.73	0.48	0.62	0.46	0.50	0.00	0.54	0.60	0.50	
I.M.D.A. por dirección	oroya-ricardo palma	312	153	63	63	135	62	255	181	162	15	11	62	26	135	2	0	12	10	1660	50%
	ricardo palma-oroya	295	145	62	63	137	60	234	204	175	13	28	59	43	117	2	0	13	16	1664	50%
Clasificación		22%	11%	4%	4%	7%	4%	13%	10%	10%	1%	1%	4%	2%	7%	0%	0%	1%	1%	100%	

Fuente: conteo de tráfico y registros del peaje de Corcona

**CUADRO N° 9**  
**IMDA AÑO BASE (2005) POR TIPO DE VEHICULO**

VEHICULO	COCACHACRA-MATUCANA
AUTOS	607
PICK UP	298
CAMIONTAS RURALES.	125
MICROS	125
BUS 2 EJES	272
BUS 3 EJES	122
CAMION 2 EJES CHICO	489
CAMION 2 EJES GRANDE	385
CAMION 3 EJES	337
CAMION 4 EJES	28
2S2	39
2S3	121
3S2	69
3S3	252
2T2	4
2T3	0
3T2	25
3T3	26
I.M.D.A.	3324

### 1.3.7 PROYECCION DE TRANSITO

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

### 1.3.8 TRAFICO NORMAL

Este tipo de tráfico que está utilizando actualmente la carretera en estudio y que ha tenido y tendrá un crecimiento vegetativo independientemente de las mejoras que se puedan efectuar.

Se ha analizado las variaciones de tráfico entre los años 1993 y 2000 encontrando que el volumen de vehículos ligeros ha crecido en 7.68%, el volumen de vehículos pesados en 9.61% y el IMDA en 8.91%. Para el cálculo de estas tasas de crecimiento no se ha considerado el año de 1992 por haber estado ubicada la estación de control en el puente Ricardo Palma.



Por otro lado, se ha calculado las tasas de crecimiento del tráfico sobre la base de las variables socio económicas PBI, población y PBI per capita de los Departamentos de Huancavelica, Lima, Junín, Pasco, Huánuco, Ucayali los cuales se han seleccionado basándose en los resultados de las encuestas de origen y destino.

### 1.3.9 TRÁFICO NORMAL PROYECTADO

Aplicando las formulas se ha determinado las siguientes tasas de crecimiento promedio anual.

#### CUADRO N° 10

#### TASAS DE CRECIMIENTO DEL TRÁFICO

PERIODOS	VEHICULOS LIGEROS	OMNIBUS	CAMIONES
2006-2017	5.8%	5.1 %	6.1 %
2018-2025	3.6%	3.1 %	3.9%

### 1.3.10 TRAFICO INDUCIDO O GENERADO

Este tipo de tráfico es el que se presentará como consecuencia de rehabilitación en la superficie de rodadura. Se le denomina inducido porque es un tráfico que no existiría si no se efectúa las mejoras de la carretera.

Las mejoras a realizar en la carretera Puente Ricardo Palma - Oroya, disminuirán los costos de operación de los vehículos, sin embargo no influyen en el volumen del tráfico existente.

### 1.3.11 TRAFICO TOTAL

En el cuadro N° 11 se presentan las proyecciones con y sin proyecto Lima - Canta.

**CUADRO Nº 11  
TRAFICO PROYECTADO  
TRAMO COCACHACRA - MATUCANA**

	TASAS DE CRECIMIENTO	PERÍODO 2007-16 2017-26	Veh. Lig 5.8% 3.6%	Bus 5.1 % 3.1 %	Camiones 6.1 % 3.9%				
	2006	2007	2008	2009	2017	2018	2025		
	AÑO BASE	CONSTRUCCION	AÑO1 DE OPERACION	AÑO2	AÑO10	AÑO11	AÑO20		
	TRAFICO			NORMAL					
AUTOS	599	634	670	709	1114	1154	1586		
PICKUP	302	320	338	358	561	582	800		
C.R.	127	134	142	150	236	245	336		
MICROS	126	133	141	149	234	243	334		
BUS 2 EJES	278	292	307	323	480	495	652		
BUS 3 EJES	119	125	131	138	206	212	279		
CAMION 2	868	921	977	1037	1665	1730	2441		
CAMION 3	339	360	382	405	650	676	953		
CAMIONES 4	30	32	34	36	58	60	84		
ARTICULADO	534	567	601	638	1024	1064	1502		
TOTAL	3322	3517	3724	3943	6229	6460	8967		

### 1.3.12 CARGAS POR EJE

A efectos de calcular el efecto destructivo de las cargas transmitidas al pavimento por los vehículos pesados que circulan por la carretera en estudio, se llevó a cabo un censo de cargas de pesos por eje. El censo se llevó a cabo cerca de la Unidad de Peaje de Corcona durante 24 horas repartidas entre los días 4 y 5 de Mayo, el día 4 en la dirección Pte. Ricardo Palma-Oroya y el día 5 en la dirección Oroya-Pte. Ricardo Palma. Se utilizó una balanza portátil marca INTERCOM PT 300.

### 1.3.13 FACTORES DESTRUCTIVOS DEL PAVIMENTO

Los factores destructivos del pavimento o ejes equivalentes a 8.2 toneladas se han determinado para un numero estructural SN de 4 y una carga final de 2.5. Los factores de corrección utilizados corresponden al nomograma de la Guía AASHTO.

### 1.3.14 EJES EQUIVALENTES A 8.2 TONELADAS ACUMULADOS. EAL

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

El cálculo se ha efectuado para dos periodos. El primer período comprende el año de puesta en marcha del proyecto (2006) hasta el año 10 de vida útil (2015). El segundo periodo abarca del año 11 (2016) al año 20 (2025)

#### 1.4 DISEÑO GEOMETRICO

El proyecto para mejorar el flujo vehicular en la Carretera Cocachacra – Matucana consiste de la construcción de un Carril de Ascenso.

El carril de Ascenso inicia en el Km. 67+150 y se desarrolla a lo largo de la margen derecha de la vía existente, hasta el Km. 67+630.

##### 1.4.1 TRAZO Y DISEÑO

Para el diseño geométrico se utilizó el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2,001.

Como longitudes para la variación gradual del ancho de la calzada, al ingreso y a la salida del Carril de Ascenso, llamadas cuña de ingreso y cuña de salida, respectivamente, se tomaron las mínimas establecidas en el manual, las cuales son:

Longitud cuña de ingreso	70.00 m.
Longitud cuña de salida	100.00 m.

Luego de ubicar dentro de la zona de estudio el tramo recto más largo del que se disponía, el cual además tenía una plataforma disponible para el carril, se ubicaron las cuñas de ingreso y de salida en los extremos, teniendo como resultado:

Longitud de carril de ancho 3.60 m.: 310.00 m.

La cual es mayor que la longitud mínima requerida según el manual, que es de 250.00 m.

##### 1.4.2 PERFIL LONGITUDINAL

El carril de ascenso se inicia con una inclinación de 6.54% la cual viene desde antes, teniendo una longitud de 673.00 m., de los cuales 150.00 m. corresponden al carril. A continuación se tiene una curva vertical de 190.00 m. de longitud, para luego continuar con un tramo con pendiente 3.68%, hasta

terminar el carril.

### 1.4.3 SECCIONES TRANSVERSALES

El ancho considerado para el Carril de Ascenso es de 3.60 m., al igual que el ancho de cada carril de la vía existente, ya que los vehículos que se desplazarán por este nuevo carril son los vehículos pesados.

Para el ingreso y la salida del carril se hace un cambio gradual del ancho de la sección existente, mediante unas cuñas de ingreso y de salida, las cuales van variando según una parábola cúbica, pasando a una recta y luego a una parábola de cuarto grado.

La variación en los anchos de la vía se da en los siguientes cuadros:

#### CUADRO N° 12

#### DESARROLLO DE LA CUÑA DE INGRESO

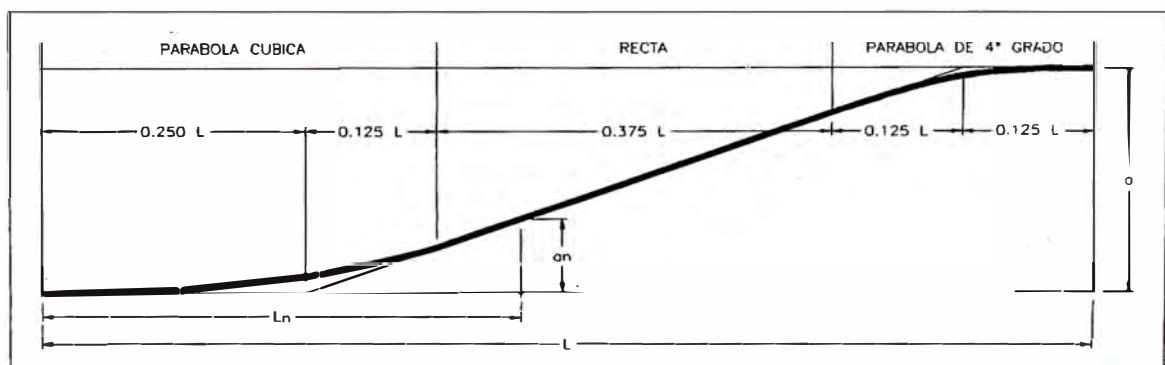
Ln	an
0.0000	0.0000
3.5000	0.0020
7.0000	0.0140
10.5000	0.0470
14.0000	0.1080
17.5000	0.2230
21.0000	0.3670
24.5000	0.5830
26.2500	0.7200
28.0000	0.8640
31.5000	1.1520
35.0000	1.4400
38.5000	1.7280
42.0000	2.0160
45.5000	2.3040
49.0000	2.5920
52.5000	2.8800
56.0000	3.1390
59.5000	3.3410
63.0000	3.4850
66.5000	3.5710
70.0000	3.6000

**CUADRO N° 13**  
**DESARROLLO DE LA CUÑA DE SALIDA**

$L_n$	$a_n$
0.0000	0.0000
5.0000	0.0020
10.0000	0.0140
15.0000	0.0470
20.0000	0.1080
25.0000	0.2230
30.0000	0.3670
35.0000	0.5830
37.5000	0.7200
40.0000	0.8640
45.0000	1.1520
50.0000	1.4400
55.0000	1.7280
60.0000	2.0160
65.0000	2.3040
70.0000	2.5920
75.0000	2.8800
80.0000	3.1390
85.0000	3.3410
90.0000	3.4850
95.0000	3.5710
100.0000	3.6000

Donde " $L_n$ " y " $a_n$ " se observan en el siguiente esquema:

**ESQUEMA N° 1**  
**CUÑA DE CARRIL DE ASCENSO**



## 1.5 ESTUDIO DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA

### 1.5.1 ESTUDIO DE GEOLOGIA

El Tramo de la carretera en estudio se encuentra comprendido entre la localidad de Surco (Km 67+000) y un punto cercano a la localidad de Matucana (Km70+000), en el valle del río Rímac.

A continuación se resumen los aspectos más importantes tomados de las observaciones a lo largo de la carretera, considerando los aspectos geomorfológicos, estratigráficos, estructurales y de geodinámica externa, relacionados directamente con su emplazamiento a lo largo de la margen izquierda del río Rímac.

Entre los Km. 67+000-68+220, atravesando la margen derecha el río Rímac, por el puente Surco, se encuentran distribuidos afloramientos de rocas graníticas (10 a 40 m de altura); las fracturas semi-verticales y de leve inclinación, son predominantes, dando origen al desprendimiento de bloques. En los taludes abruptos con mas de 70° de inclinación, se manifiestan fenómenos de caída de rocas. Comúnmente el deposito coluvial descansa sobre las rocas graníticas que tiende a manifestar flujo a lo largo de las quebradas laterales y por surcos.

En la sección del Km 68+220 - 68+400, se halla un talud del depósito coluvio-aluvial cuya altura es relativamente baja (13 m), con inclinación de 70°. Este depósito está disectado por cárcavas y surcos. Este afloramiento no causa mayor problema geodinámico.

Siguiendo el recorrido, entre el Km. 68+400 - 69+000, la carretera se extiende por un corte de 15 m de altura constituido por rocas graníticas; la inclinación del talud varia entre 50° y 70°, con fracturas medianamente desarrolladas. Este corte, en general se presenta estable.

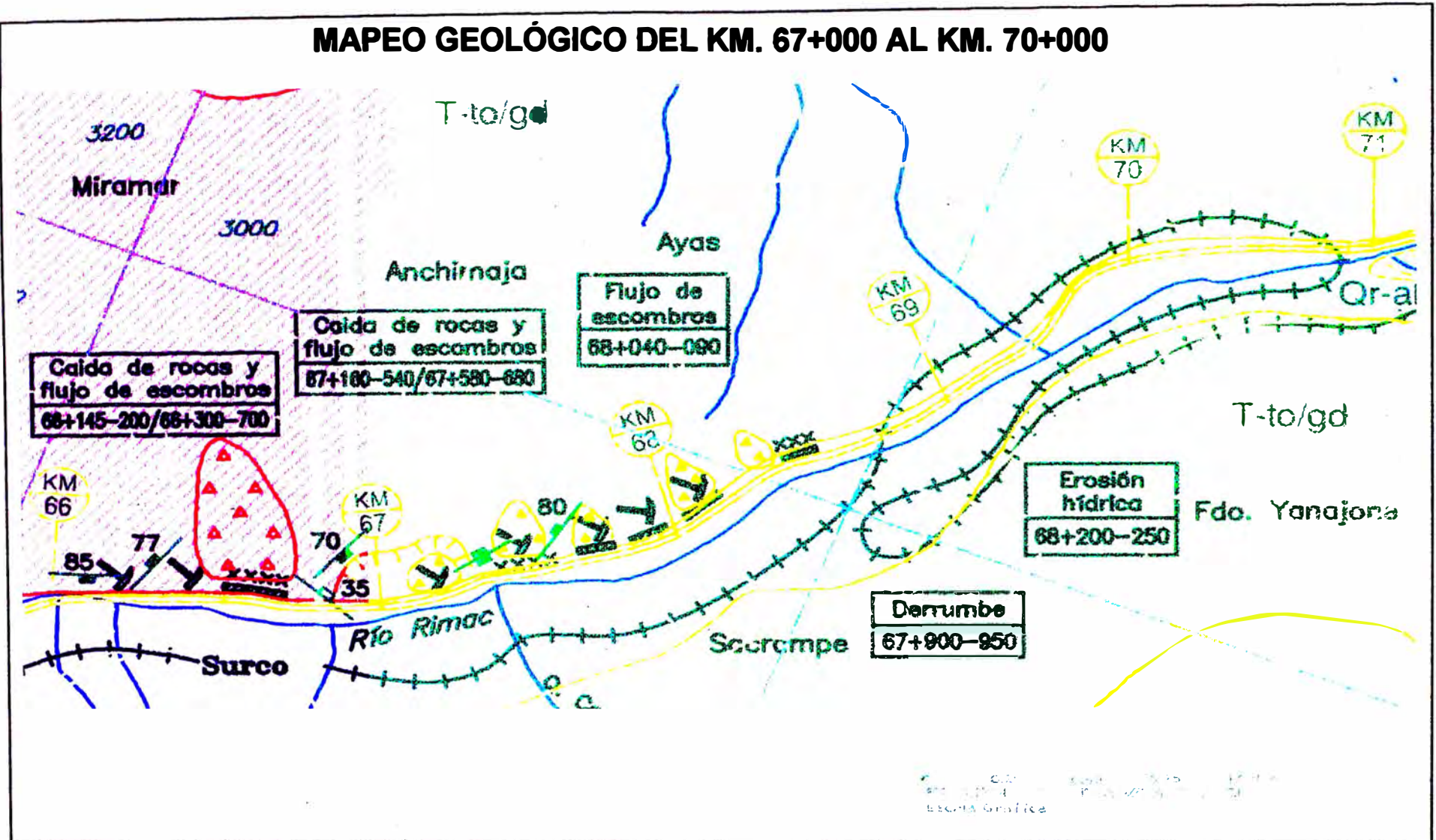
En la sección correspondiente a los Km 69+000 - Km 70+000, se encuentra un talud de litología coluvio-aluvial, que descansa sobre un afloramiento de rocas graníticas; este talud varia entre 10 y 25 m de altura y presenta fuerte inclinación (60-70°), y se encuentra estable por la cohesión de los materiales.

**Mapeo Geológico del Tramo**  
**(Km. 67+000 al 70+000 : Cocachacra - Matucana)**

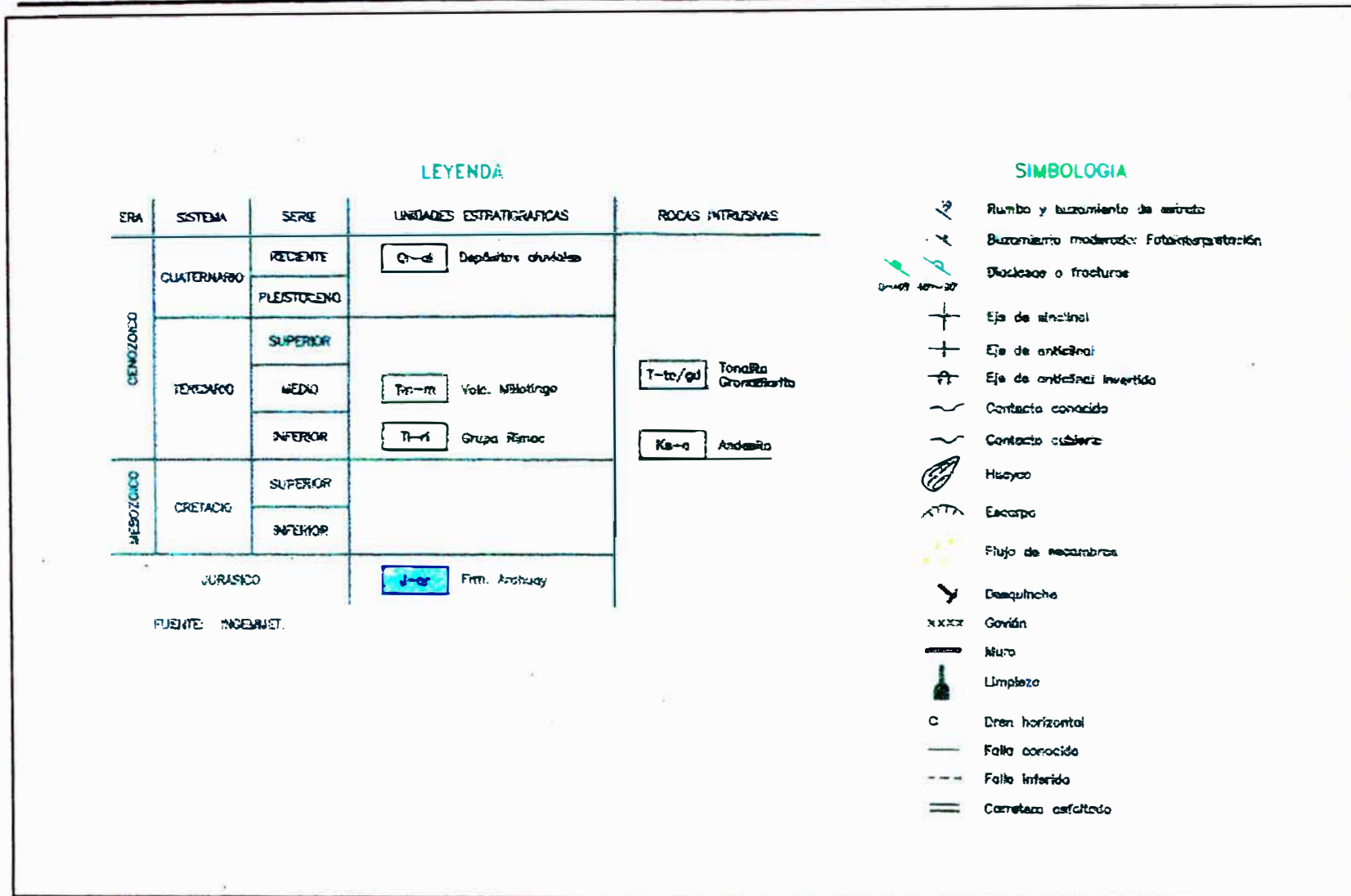
A	B	C	D	E	F	G		H	I	J	
Progresiva (Km)	Lado de	Litología	Inclinación de Talud	Fracturación	Condición	Unidad Estratigráfica		Necesidad Voladura	Intensidad Sísmica*	Comentarios	
Desde	Pasta										
66+040	68+220	Izquierdo	Tonalitas, Grano dioritas	Fuerte (60-80°)	Fuerte (50-80°) Intermedio	Inestable: Fractura e Inclinación	Ks-to,gd	Rocas graníticas de la Unidad Santa Rosa	No	IX-X	Meteorización a lo largo de fracturas Localmente cubierta por depósitos coluvio-aluviales
68+220	68+400	Izquierdo	Bloques, Cantos,	Fuerte	Ninguna	Estable:	Q-coal	Depósito coluvio-	No	IX	Baja altura del corte (<10 m)
68+400	69+000	Izquierdo	Tonalitas, Grano dioritas	Fuerte (50-70°)	Fuerte (50-80°)	Estable: Fracturas	Ks-to,gd	Rocas graníticas de la Unidad Santa Rosa	No	X	Meteorizadas por fracturas, localmente cubierta por
69+000	70+500	Izquierdo	Bloques, Cantos,	Fuerte	Ninguna	Estable:	Q'co,al	Depósito coluvio-	No	X	Depósitos compactados y cohesivos

NOTA: \*Escala de Intensidad Mercalli Modificada

### MAPEO GEOLÓGICO DEL KM. 67+000 AL KM. 70+000







### 1.5.2 ESTUDIO DE GEOTECNÍA

El objetivo del estudio de Geotecnia es conocer las características y condiciones de los suelos que forman el pavimento, explanaciones y terreno de cimentación. Para tal fin, se llevó a cabo un trabajo previo de recopilación de información de estudios de rehabilitación realizados en esta zona, así como también un programa de exploración de campo, ensayos de laboratorio y trabajos de gabinete para determinar las características generales de los suelos que integran el camino y que servirán para verificación y proposición de un nuevo diseño del pavimento si fuese necesario.

Para el estudio de los suelos se recopiló información existente sobre los trabajos de exploración de campo como la excavación de calicatas, extracción de muestras representativas de los estratos y determinación de características físicas de los materiales.

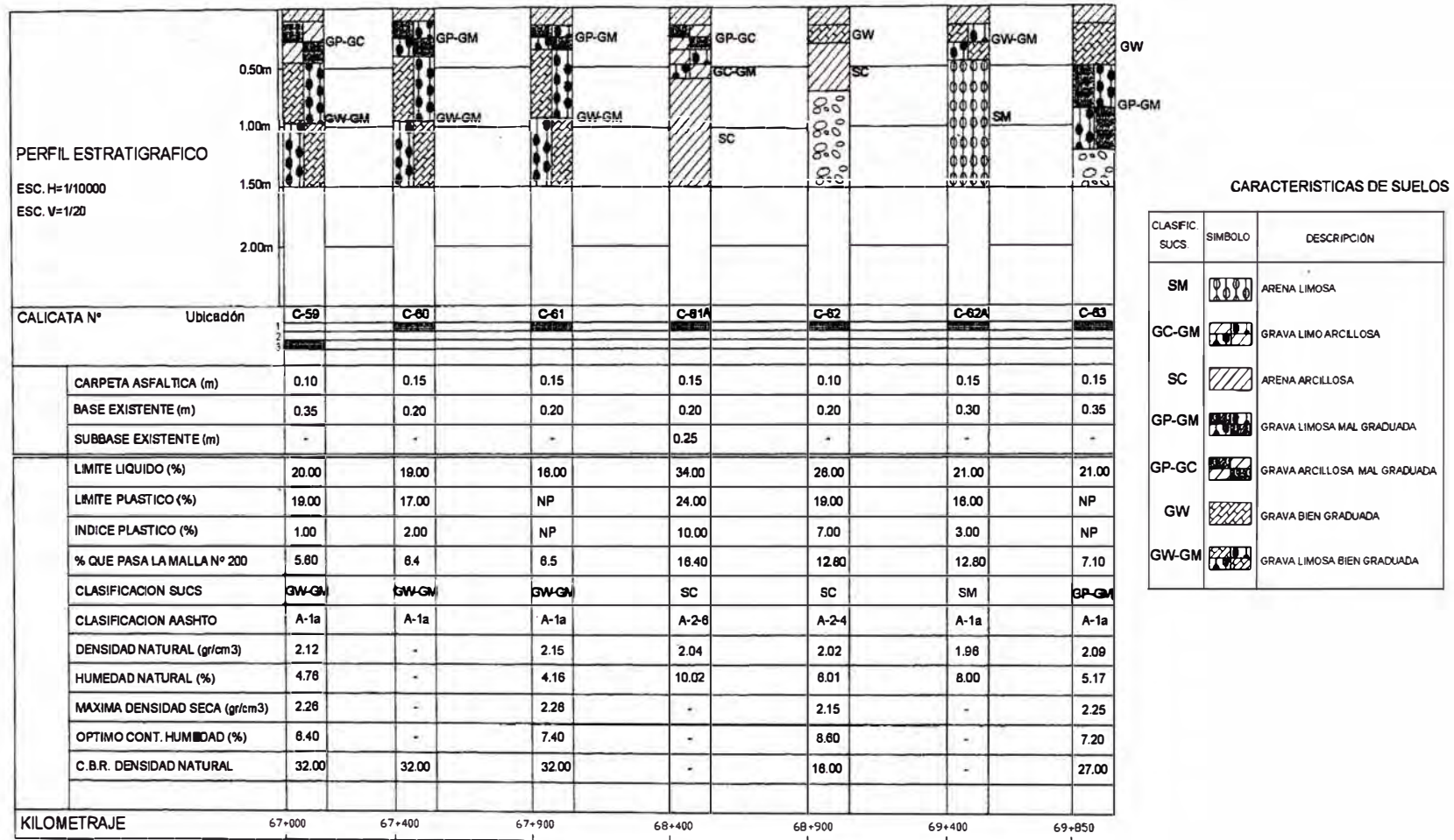
Se realizó una inspección de campo realizando la excavación de una calicata a lo largo del tramo en estudio como muestreo y se le realizó ensayos de laboratorio para determinar las características físico-mecánicas requeridas para clasificar correctamente los suelos y realizar el análisis de capacidad de soporte del terreno.

Con los datos obtenidos de la muestra de campo se verificó si el diseño existente cumple las exigencias de las normas de carreteras.

Se planteó un diseño del pavimento.

Con los datos del proyecto existente que consisten en los resultados de los ensayos de las calicatas realizada cada 500m, lo cuales fueron recopilados en el Ministerio de Transportes se preparó el perfil estratigráfico siguiente:

### PERFIL ESTRATIGRAFICO



#### CARACTERISTICAS DE SUELOS

CLASIFIC. SUCS	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
SM		ARENA LIMOSA
GC-GM		GRAVA LIMO ARCILLOSA
SC		ARENA ARCILLOSA
GP-GM		GRAVA LIMOSA MAL GRADUADA
GP-GC		GRAVA ARCILLOSA MAL GRADUADA
GW		GRAVA BIEN GRADUADA
GW-GM		GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA

### 1.5.3 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

El estudio de canteras y fuentes de agua tiene por objetivo proporcionar el sustento técnico con relación a la determinación a nivel de estudio definitivo del volumen y calidad de los materiales disponibles para la construcción del carril de ascenso ubicado en el tramo en estudio Km. 67+000 al 70+000 de la carretera Central en el tramo: Cocachacra - Matucana.

Mediante un reconocimiento de campo dentro del área de influencia del proyecto se identificó la existencia de materiales disponibles y se realizó un programa de exploración de campo.

El estudio de canteras consistió en la excavación de unas calicata y extracción de las muestras representativas, permitiendo estimar el volumen existente y definir el tipo de suelo predominante. Por medio de ensayos de laboratorio se determinan las características físico-mecánicas de los materiales que serán usados en las diferentes etapas de la construcción del carril de ascenso, proponiendo su utilización de acuerdo a los resultados obtenidos, ya sea para ser usados como material de relleno, para subrasante, base, sub-base, agregados para asfalto y concreto.

#### 1.5.3.1 CANTERA SAN JUAN

Ubicación Se ubica a la derecha de la progresiva 69+860 de la carretera Central.

Accesibilidad (Ver ubicación de Canteras y Fuentes de Agua adjunto)

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

La disponibilidad de materiales se calcula relacionando el volumen total disponible con su respectiva eficiencia, obteniendo lo siguiente:

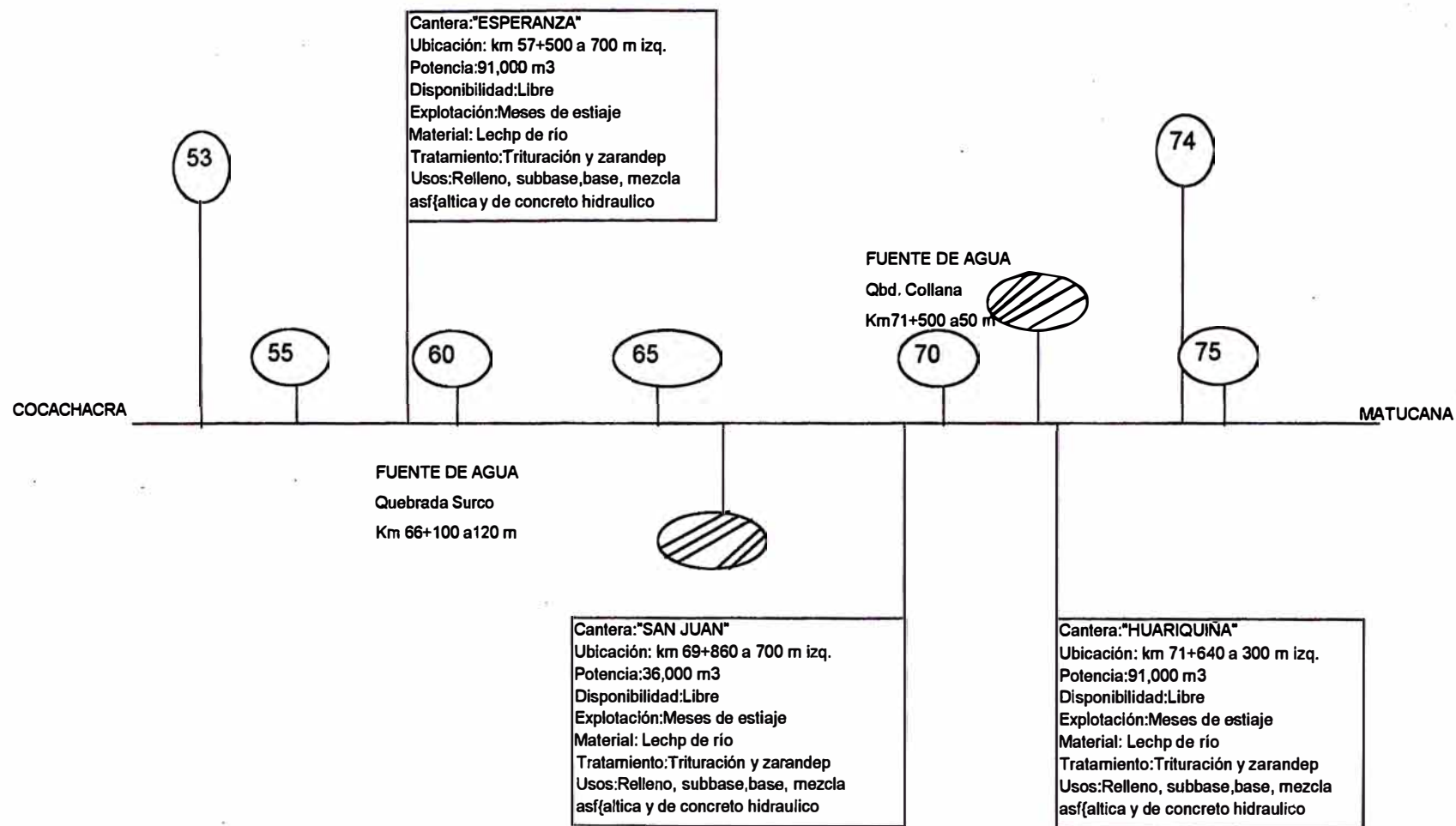
Grava	2520 m <sup>3</sup>
Arena	5400 m <sup>3</sup>
Material para chancar de 1" a 10"	17064 m <sup>3</sup>

#### 1.5.3.2 FUENTES DE AGUA

Km 66+000: Agua de la quebrada Surco al lado derecho.

Km 71+500: Agua de la quebrada Collana al lado izquierdo.

FIGURA 2.1 UBICACIÓN DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA  
ZONA 1 : TRAMO 2



#### 1.5.4 DISEÑO DE PAVIMENTO

El pavimento se diseñará empleando la metodología AASHTO. En tal sentido se efectuará el diseño con una carpeta asfáltica en caliente y para un periodo de diseño de 20 años.

La metodología AASHTO es reconocida a nivel mundial porque se basa en valiosa información experimental. Consiste en determinar un Número Estructural (SN) requerido por el pavimento a fin de soportar el volumen de tránsito satisfactoriamente durante su periodo de diseño. El procedimiento desarrollado es conforme con lo expuesto en *Guide for Design of Pavement Structures 1993*.

Dentro de las consideraciones del método están:

- ◆ **El Módulo Resiliente (Mr)** es una medida de las propiedades elásticas de los suelos. Debido a la escasa información local, este parámetro se ha establecido en función a algoritmos reconocidos internacionalmente; así también, tampoco se emplean por el mismo motivo el valor de daño relativo ( $u_r$ ) para el cálculo del Mr estacional.
- ◆ **El Coeficiente de Drenaje** toma en cuenta los efectos de los distintos niveles de eficiencia del drenaje en el comportamiento de la estructura. Este parámetro modifica el coeficiente estructural de las capas granulares (subbase y base granular).

El método incorpora la estadística para establecer un cierto grado de confiabilidad en el proceso de diseño, este aspecto es incorporado mediante el **Nivel de Confiabilidad (R)** que a su vez se basa en la distribución normal y es función de la desviación estándar ( $S_0$ ) que se ubica entre 0,4 y 0,5.

- ◆ **El Índice de Serviciabilidad Final** deberá ser tal que culminado el periodo de diseño, la vía (superficie de rodadura) ofrezca una adecuada serviciabilidad. De acuerdo a los términos de referencia este valor para el proyecto en desarrollo es 2.

Los números estructurales SN, del pavimento son obtenidos mediante la siguiente expresión:

$$\log W_{18} = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log M_R - 8.07$$

La expresión que relaciona el número estructural con los espesores de capa

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_1 D_2 + a_3 m_2 D_3$$

Donde:

$a_1, a_2, a_3$  = Coeficientes estructurales o de capa

$m_1, m_2$  = Coeficientes de drenaje

$D_1, D_2, D_3$  = Espesores de capa

La estructura propuesta de pavimento ha sido diseñada para soportar el peso de la densidad de tráfico proyectado para su ciclo de vida, altas presiones y esfuerzos, de tal manera que éstas lleguen satisfactoriamente a los suelos bajo el nivel de subrasante. Se consideró las características geotécnicas de los materiales que conformarán la estructura vial, con propiedades de resistencia y valor de soporte creciente a partir del suelo de fundación y de allí a la superficie del pavimento.

Aplicando el Nomograma y/o la Ecuación de Diseño se obtiene para los parámetros indicados y un periodo de diseño de 20 años, lo siguiente:

$$\log W_{18} = Z_R x S_0 + 9.36 x \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 x \log M_R$$

**Datos de Ingreso:**

W18	1,60E+07
Zr	-1,645
So	0,45
Δ PSI	1,90
Mr	15.234,00 psi

**Aproximaciones sucesivas:**

SN	4,28
Aproximación :	-0,0018

**Expresión para el cálculo de espesores de capas:**

Considerando D3=0 por ser el terreno una Grava Limosa Bien Graduada se tiene

$$SN = 0.17xD1 + 0.054xD2$$

donde:

D1 = espesor carpeta asfáltica

D2 = espesor de Base

D3 = espesor de Sub-Base

**Resultados:**

D1	15,00 cm
D2	32,00 cm



## 1.6 ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO

### 1.6.1 ESTUDIO HIDROLOGICO

El estudio hidrológico consistió en estimar las descargas de los cursos indicados, a partir de un análisis de frecuencias de las precipitaciones máximas en 24 horas registradas en las estaciones meteorológicas especialmente seleccionadas.

El procedimiento seguido en el estudio fue el siguiente:

- Selección de las estaciones pluviométricas
- Recopilación de la información cartográfica, pluviométrica y datos Hidro-Meteorológicos de la zona.
- Análisis estadístico 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.

#### 1.6.1.1 DESCRIPCION DE TRAMO EN ESTUDIO

La Carretera Cocachacra - Matucana, debido a las características propias de la zona es atravesada por una gran cantidad de cruces de agua destacando por su amplitud 5 grandes quebradas Qda. Esperanza, Qda. Verrugas, Qda. Huacre, Qda. Yamajune y Qda. Collana, esta ultima la de mayor amplitud, que contiene el puente del mismo nombre.

Las pequeñas quebradas y cárcavas también son características de la zona y están presentes a lo largo de todo el tramo, notando que gran parte de éstas, se encuentran activas de forma artificial debido a la fuga de agua de tuberías que trasladan el liquido de grandes alturas a lavaderos de carros que se encuentran a lo largo de toda la carretera.

#### 1.6.1.2 ANALISIS DE SUBCUENCAS

Se Realizará el análisis de las cuencas Yamajune y Collana, asimismo, se realizará el cálculo de los caudales de cada una de las quebradas existentes en el tramo del Km. 67 al Km. 70, considerando desde las mas pequeñas hasta las

mas significativas, para un tiempo de retorno de 20 años.

### 1.6.1.3 CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS

En el Tramo Cocachacra - Matucana se presentan quebradas espaciadas entre si, cuyos cauces son rectos o ligeramente sinuosos con fuertes pendientes en la parte alta y moderada en la desembocadura, las Quebradas Yamajune y Collana no escapan de esas características.

La ubicación e incidencia en la carretera de las quebradas mencionadas así como las obras de arte en el cruce de la vía se presentan en el siguiente cuadro:

### CUADRO N° 14

#### PRINCIPALES QUEBRADAS Y CRUCES DE AGUA (KM. 67 AL 70)

Cuenca N°	Nombre	Ubicación (Km)	Incidencia		Obra de arte en cruce
			Carretera	Río	
01	NN1	67+020	IZQ	DER	Alcantarilla
02	NN2	67+324	IZQ	DER	Alcantarilla
03	NN3	67+380	IZQ	DER	Alcantarilla
04	NN4	67+528	IZQ	DER	Alcantarilla
05	NN5	67+960	IZQ	DER	Alcantarilla
06	NN6	68+340	IZQ	DER	Alcantarilla
07	NN7	68+497	IZQ	DER	Alcantarilla
08	NN8	68+710	IZQ	DER	Alcantarilla
09	NN9	68+913	IZQ	DER	Alcantarilla
10	NN10	69+100	IZQ	DER	Alcantarilla
11	NN11	69+399	IZQ	DER	Alcantarilla
12	NN12	69+520	IZQ	DER	Alcantarilla
13	Qda. Habich	69+700	IZQ	DER	Puente
14	Qda. Collana	71+522	IZQ	DER	Puente

#### 1.6.1.4 PARÁMETROS FÍSICOS Y GEOMORFOLÓGICOS

La extensión de las subcuencas NN1 al NN12 se han delimitado siguiendo la línea de cumbres, para determinar el área drenaje 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. (VER PLANO DE CUENCAS) Ver cuadro siguiente:

**CUADRO N° 15**

#### PARÁMETROS FÍSICOS Y GEOMORFOLÓGICOS (KM. 67 AL 70)

QUEBRADA	AREA (km <sup>2</sup> )	PERIMETRO (km)	L (km)	Cota máx. (m.s.n.m.)	Cota mín. (m.s.n.m.)	Pendiente (S) (m/m)
NN1	0,118	1,706	0,497	2300	2050	0,5030
NN2	0,046	1,096	0,328	2250	2080	0,5183
NN3	0,256	2,722	1,300	2900	2090	0,6231
NN4	0,197	1,760	0,366	2400	2080	0,8743
NN5	0,060	1,194	0,348	2300	2090	0,6034
NN6	0,662	5,079	1,840	2300	2080	0,1196
NN7	0,172	2,338	0,840	2580	2100	0,5714
NN8	0,347	2,806	1,400	2600	2110	0,3500
NN9	0,024	0,700	0,200	2300	2100	1,0000
NN10	0,054	1,078	0,360	2250	2100	0,4167
NN11	0,057	1,521	0,500	2280	2120	0,3200
NN12	0,030	1,767	0,600	2300	2100	0,3333
Qda. Yamajune	19,100	21,707	8,280	4700	2100	0,3140
Qda. Collana	28,221	26,978	12,210	4800	2200	0,2129

### 1.6.1.5 ESTIMACION DE CAUDALES MAXIMOS

#### METODO RACIONAL

El concepto básico del Método Racional, asume que el máximo porcentaje de escurrimiento de una cuenca pequeña ocurre cuando la intensidad de tal cuenca está contribuyendo al escurrimiento y que el citado porcentaje de escurrimiento es igual a un porcentaje de la intensidad de lluvia promedio. Lo anterior en forma de ecuación resulta:

$$Q = 0.278 CIA$$

Donde:

Q = Caudal de diseño en m<sup>3</sup>/s

C= Coeficiente de escorrentía

I= Intensidad de la lluvia en mm/h

A= Area de la cuenca en km<sup>2</sup>

El Método Racional es utilizado generalmente en cuencas pequeñas, y cuya área no sobrepasa los 10 km<sup>2</sup>.

**TABLA N° 1**

**Coeficiente de Escorrentía "C" - Método Racional (\*)**

Características de la superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	5	50	100	500
Areas no desarrolladas							
Area 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

### Calculo de las Intensidades Máximas

En base a los valores obtenidos de las precipitaciones se han generado las intensidades máximas mediante la expresión del Soil Conservation Service (SCS).

La intensidad de las lluvias para diferentes periodos de retorno y tiempos de concentración se calculó mediante la siguiente expresión, según el Soil Conservation Service (SCS):

$$I_{TR} = \frac{0.280049 * Pp_{TR}}{T_c^{0.6}}$$

Donde:

ITR: Intensidad de lluvia para un tiempo de retorno, mm/hr

PpTR: Precipitación máxima 24 horas para un Tr, (mm)

Tc: Tiempo de concentración, horas.

**Formula de Kirpich:** para el cálculo del tiempo de concentración.

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

Donde:

Tc = Tiempo de Concentración en horas

L = Longitud del cauce principal en Km.

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

Para el presente caso en que la geomorfología de zona predomina en taludes pronunciados y cauces con pendientes pronunciadas, el tiempo de concentración ha sido evaluado con fórmulas aplicables al predominio de flujo (ver cuadro N° 15).

**CUADRO N° 16****CÁLCULO DE INTENSIDAD (mm/hr)**

N° Cuenca	Tc (min)	D (horas)	Precipitacion	Pe (mm)	I (mm/hr)
NN1	12	0,20	37,00	11,18	27,22
NN2	8,76	0,15	37,00	10,33	32,87
NN3	24,06	0,40	37,00	13,30	17,93
NN4	8,58	0,14	37,00	10,28	33,28
NN5	8,88	0,15	37,00	10,37	32,60
NN6	42,84	0,71	37,00	15,37	12,68
NN7	17,52	0,29	37,00	12,29	21,69
NN8	28,38	0,47	37,50	14,05	16,46
NN9	5,82	0,10	37,50	9,46	42,58
NN10	9,78	0,16	37,50	10,77	31,19
NN11	13,2	0,22	37,50	11,60	26,05
NN12	15,06	0,25	37,50	11,99	24,07

**CUADRO N° 17****CÁLCULO DE CAUDALES (m3/seg)**

Sub Cuenca	Area (km <sup>2</sup> )	I (mm/hr)	Q (m <sup>3</sup> ·s)
NN1	0.118	27.22	0.41
NN2	0.046	32.87	0.19
NN3	0.256	17.93	0.59
NN4	0.197	33.28	0.84
NN5	0.060	32.60	0.25
NN6	0.662	12.68	1.07
NN7	0.172	21.69	0.48
NN8	0.347	16.46	0.73
NN9	0.024	42.58	0.13
NN10	0.054	31.19	0.22
NN11	0.057	26.05	0.19
NN12	0.030	24.07	0.09

Donde:

- Q= Caudal Maximo periodo de retorno 20 años
- C= Coeficiente de Escorrentia
- A= Area de Subcuenca
- I= Intensidad maxima 24 Horas

**MÉTODO DEL US SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS)**

Para la determinación del caudal máximo se usa la precipitación dada por las isoyetas, empleando el Hidrograma Unitario del Soil Conservation Service (SCS).

Como información se debe contar con el valor de:

El área de la cuenca A

Precipitación máxima en 24 horas (para distintos periodos de retorno)

El tiempo de concentración Tc.

El numero hidrológico o numero de Curva (CN)

**CUADRO N° 18****CALCULO DE CAUDALES FINALES (m<sup>3</sup> / s)****CALCULO DE PARAMETROS FISICOS E HIDROLOGICOS**

DESCRIPCION	AREA (KM <sup>2</sup> )	PERIMETRO KM	L (KM)	Lc (KM)	COTA MAX m.s.n.m	COTA MIN m.s.n.m	PENDIENTE (S)
Qda Yamajune	19,100	21,7007	8,280	4,653	4700	2100	0,314
Qda Collana	28,221	26,978	12,210	6,530	4800	2200	0,2129

**CALCULOS DE DESCARGAS**

DESCRIPCION	ESTRUC- TURA	Tp (hr)	tr(Horas)	qp (m <sup>3</sup> /s/t)	P(cm)	CN	Q(m <sup>3</sup> /s) Tr = 100 años
Qda Yamajune	PUENTE	4,49	0,820	7,1	4,7	81	9,23
Qda Collana	PUENTE	5,58	1,010	8,440	4,8	81	11,48

## 1.6.2 ESTUDIO HIDRAULICO

De acuerdo a la magnitud de las cuencas hidrográficas comprometidas y la ubicación geográfica de las mismas, para la estimación de caudales máximas en estas cuencas alimentadoras de cunetas, zanjas de drenaje, sub-drenes y alcantarillas se ha aplicado el método racional, así mismo se utilizó la información del SENAMHI.

### 1.6.2.1 ALCANTARILLAS

Se determinó que las alcantarillas existentes tienen el diámetro adecuado, pues ejercen un buen control de la escorrentía. Pero se está ampliando 03 alcantarillas en la parte del Carril de Ascenso de Concreto armado tipo ARMCO, con cabezales de concreto y cajuelas de recolección.

El número de alcantarillas necesarias de ampliación en el carril de ascenso son proyectadas de 7.20 ml a 10.8 ml a lo largo del carril.

Estas dimensiones son adecuadas para realizar un necesario mantenimiento, porque permite la limpieza eliminando los depósitos de sedimentos y vegetación de las mismas.

### 1.6.2.2 CUNETAS

Se ha propuesto de cunetas en todo el sector del carril de ascenso.

Las cunetas serán triangulares de dimensiones 0.50 x 1.00 m, Irán revestidas de concreto cuando las pendientes sean mayores del 2%, cuando se encuentren en roca, Irán en forma natural.



## 1.7 SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL

Para la señalización del Carril de Ascenso se utilizó el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC.

En el manual no se encontró una señal preventiva sobre carril de ascenso, por eso se optó por colocarle una señal informativa, a 100.00 m. antes de iniciar el carril, al lado derecho de la vía, con el texto:

**“CARRIL DE ASCENSO A 100 M. PARA TRANS. PESADO”**

Como señal sobre el pavimento se pintará una línea continua al borde del carril, además una flecha direccional con desviación, al inicio del carril.

Por seguridad vial se colocarán postes delineadores al borde del carril, en las cunetas se encuentran cada 5.00 m. y en la zona de ancho constante cada 20.00m.

También se colocarán tachas retro-reflectantes entre la vía existente y el carril de ascenso, a lo largo de la zona de ancho constante, para delimitar el carril y ser visualizado con mayor facilidad.

## 1.8 EVALUACION ECONOMICA

### 1.8.1 IDENTIFICACIÓN DE BENEFICIOS

El primer paso en la cuantificación de los beneficios de una alternativa de inversión en vialidad interurbana, es identificar los tipos de beneficios que producirá si éste se ejecuta.

En el caso de los beneficios directos, la estimación de los mismos podrá ser hecha en cada una de las etapas de evaluación, la diferencia entre etapas provendrá solo del grado de precisión con el cual habrán sido determinados.

En el caso de los beneficios indirectos, su estimación será sólo recomendable al nivel de Factibilidad, salvo que el proyecto tenga como objetivo central la mejora de seguridad vial o reducir impactos ambientales.

### 1.8.2 MEDICIÓN DE BENEFICIOS DIRECTOS

### 1.8.3 BENEFICIOS SOCIALES

Los flujos vehiculares que utilizarán el proyecto corresponden a los vehículos que en la situación sin proyecto circulan por la carretera por lo que será el tránsito normal que obtendrá los beneficios.

No se incluyen los costos de ahorro por accidentes, pues la vía cuenta actualmente con una buena superficie de rodamiento, la cual se mantendrá en el presente proyecto.

### 1.8.4 VALOR SOCIAL DEL TIEMPO

Se está considerando para la evaluación con proyecto la distancia que existe entre el inicio de nuestro tramo y el inicio del carril de ascenso (150 mt.) una velocidad de 20 Km/h. Para el tramo restante (2850 mt) una velocidad de 30 km/h.

Se considera además los tiempos que se requieren para transitar por una longitud de 3 km, con proyecto y sin proyecto.

### 1.8.5 ANÁLISIS DE COSTOS

### 1.8.6 INVERSION

El Presupuesto inicial es de \$82468.99 como Costo Directo y de \$125979.63 como Presupuesto total (Monto sacado del expediente técnico presentado en el informe grupal VOLUMEN IV).

### 1.8.7 COSTO DE MOLESTIAS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

Los costos de molestias surgen durante la realización de las obras, ya que provocan interferencias, desvíos y en algunos casos detenciones del tránsito. Para este costo se asume un monto durante la construcción de \$ 250,000

### 1.8.8 COSTO DE MANTENIMIENTO

Se está considerando un mantenimiento periódico cada 5 años con un monto de \$ 38,000 (recápeo de carpeta asfáltica)

Se recomienda utilizar un costo por mantenimiento rutinario de \$ 3,000 anuales por kilómetro para una carretera de dos carriles basada en las restricciones presupuestarias, el monto que se reduce a \$ 2,000 para el primer año en una carretera nueva. Por tanto, el costo de mantenimiento del proyecto para el año base será de \$ 1,500 por kilómetro versus el costo de la situación sin proyecto de \$ 4,000 por km.

### 1.8.9 ANÁLISIS DE RENTABILIDAD SOCIAL

#### 1.8.10 EVALUACIÓN SOCIAL

Dada una tasa social de descuento del 14% anual, en el cuadro siguiente se muestran los resultados de la evaluación económica social del cual se desprende los parámetros económicos siguientes:

<b>VAN =</b>	\$1,191,777.05
<b>TIR =</b>	92%
<b>B/C =</b>	4.07

Notas:

\*/ Se considera sólo el costo directo del presupuesto de obra

SI. 276.271,11 por ser una evaluación social

\*\*/ de costo por molestias que crece anualmente al ritmo del tránsito. Incluye \$250.000

\*\*\*/ Se consideran \$38.000 de sobrecarpeta al año 20 cada 5 años

## CUADRO DE EVALUACION ECONOMICA

Año	BENEFICIOS DIRECTOS			COSTOS				TOTAL NETO	
	Costo de reducción de tiempo de viaje	Costo de operación vehicular	Total Beneficios Directos	Costo del Proyecto */	Costo de Mantenimiento Rutinario	Costo de Mantenimiento Periódico **/	Costo por Molestias en Construcción ***/		Total Costos
2006	\$111.674,24	\$40.974,90	\$152.649,14	\$82.468,99	\$1.500,00		\$250.000,00	\$333.968,99	<b>-\$181.319,85</b>
2007	\$117.505,54	\$43.212,94	\$160.718,48		\$2.000,00			\$2.000,00	<b>\$158.718,48</b>
2008	\$123.642,12	\$45.573,72	\$169.215,84		\$2.000,00			\$2.000,00	<b>\$167.215,84</b>
2009	\$130.100,00	\$48.064,00	\$178.164,00		\$3.000,00			\$3.000,00	<b>\$175.164,00</b>
2010	\$136.896,06	\$50.690,91	\$187.586,97		\$3.000,00			\$3.000,00	<b>\$184.586,97</b>
2011	\$144.048,05	\$53.461,99	\$197.510,04		\$3.000,00	\$38.000,00		\$41.000,00	<b>\$156.510,04</b>
2012	\$151.574,67	\$56.385,17	\$207.959,84		\$2.000,00			\$2.000,00	<b>\$205.959,84</b>
2013	\$159.495,60	\$59.468,83	\$218.964,43		\$2.000,00			\$2.000,00	<b>\$216.964,43</b>
2014	\$167.831,55	\$62.721,83	\$230.553,38		\$3.000,00			\$3.000,00	<b>\$227.553,38</b>
2015	\$176.604,34	\$66.153,49	\$242.757,83		\$3.000,00			\$3.000,00	<b>\$239.757,83</b>
2016	\$185.836,91	\$69.773,68	\$255.610,59		\$3.000,00	\$38.000,00		\$41.000,00	<b>\$214.610,59</b>
2017	\$191.768,46	\$72.122,84	\$263.891,29		\$2.000,00			\$2.000,00	<b>\$261.891,29</b>
2018	\$197.890,02	\$74.551,52	\$272.441,54		\$2.000,00			\$2.000,00	<b>\$270.441,54</b>
2019	\$204.207,72	\$77.062,44	\$281.270,16		\$3.000,00			\$3.000,00	<b>\$278.270,16</b>
2020	\$210.727,86	\$79.658,39	\$290.386,25		\$3.000,00			\$3.000,00	<b>\$287.386,25</b>
2021	\$217.456,95	\$82.342,27	\$299.799,22		\$3.000,00	\$38.000,00		\$41.000,00	<b>\$258.799,22</b>
2022	\$224.401,72	\$85.117,07	\$309.518,78		\$2.000,00			\$2.000,00	<b>\$307.518,78</b>
2023	\$231.569,10	\$87.985,88	\$319.554,98		\$2.000,00			\$2.000,00	<b>\$317.554,98</b>
2024	\$238.966,27	\$90.951,92	\$329.918,19		\$3.000,00			\$3.000,00	<b>\$326.918,19</b>
2025	\$246.600,62	\$94.018,49	\$340.619,10		\$3.000,00			\$3.000,00	<b>\$337.619,10</b>
2026	\$254.479,78	\$97.189,01	\$351.668,79		\$3.000,00	\$38.000,00		\$41.000,00	<b>\$310.668,79</b>
<b>VAN =</b>			<b>\$1.580.513,57</b>					<b>\$388.736,51</b>	

## 1.9 IMPACTO AMBIENTAL

El Estudio de Impacto Ambiental de este proyecto vial, es un instrumento previo para determinar la viabilidad ambiental en el área intervenida, para lo cual se ha encaminado al cumplimiento de los objetivos básicos de este tipo de estudios, como identificar, predecir, interpretar y comunicar los impactos perjudiciales y beneficiosos que se presentan durante las etapas de construcción (Carril de ascenso) y operación del proyecto vial, de acuerdo a la normatividad ambiental nacional vigente, el cual ha sido planteado y desarrollado dentro de los lineamientos preestablecidos por la normatividad respectiva.

Las principales conclusiones y recomendaciones del estudio de Impacto Ambiental son las siguientes:

- a) El proyecto del carril de ascenso no interfiere con ninguna reglamentación ambiental en el área de estudio.
- b) El proyecto Carril de Ascenso tiene como objetivo fundamental generar un tráfico mas fluido ya que los vehículos pesados cederán el paso a los mas ligeros y no se ocasionarán las colas en dicho tramo reducción de tiempo y consumo de combustible.
- c) El medio ambiente del área de influencia directa e indirecta del proyecto presenta impactos ambientales negativos, por lo que el proyecto deberá minimizar dichos impactos, en la etapa de mejoramiento maximizando los impactos ambientales positivos.
- d) Como el proyecto generará desecho de material de base y sub-base reemplazada se ha ubicado las áreas para botaderos en lugares donde dispondrá adecuadamente dichos excedentes, áreas que deberán ser tratadas convenientemente a fin de evitar afectar el entorno ambiental que los rodea.
- e) Una vez culminado la ejecución de la obra, se ha programado la ejecución de medidas de mitigación ambiental.

## **CAPITULO II: EVALUACION DE OBRAS DE ARTE.**

## 2.1 ASPECTOS GENERALES

### 2.1.1 INFORMACION ESTUDIADA

Para la realización del presente Estudio, se recolecto la siguiente información:

- Estudio de Rehabilitación de la Carretera Central Tramo Cocachacra - Matucana 1995 (CPS).
- Estudio de Estabilización de Taludes de la Carretera La Oroya - Ticlio (Shannon & Wilson Corpei)
- Información Cartográfica IGN
- Hoja 22K - IV - NE Cocachacra
- Hoja 23K - III - NO – Matucana

Como parte del procedimiento se llevó a cabo 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 vía y sus características las cuales están incluidos dentro de la zona a mejorar.
- Evaluación del estado de las obras de arte: puentes, alcantarillas, cunetas.
  - Inventario de alcantarillas
  - Inventario de puentes
  - Zonas críticas: Evaluación y planteamiento de soluciones.

### 2.1.2 PROBLEMAS PARTICULARES

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

- Alcantarillas que necesitan descolmatar para darle fluidez a las aguas que transcurren por cada una de ellas.
- La existencia de puentes cuyas estructuras se encuentran en buen estado, habiéndose realizado las respectivas evaluaciones técnicas.

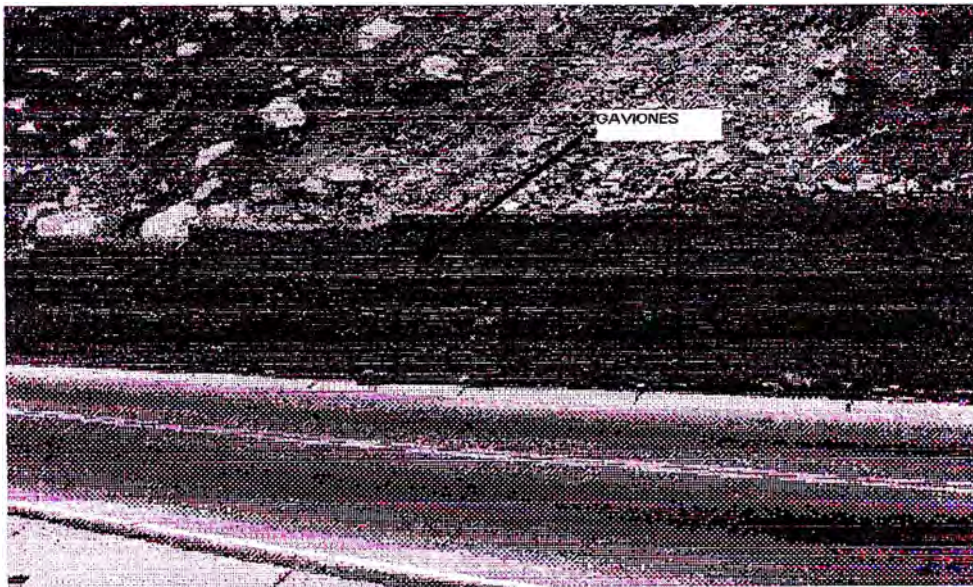
Quebradas	Ubicación (km)	Obra de arte en cruce
Qda. Yamajune	69+700	Puente Habich
Qda. Collana	71+522	Puente Collana

Existiendo sendos puentes cuyas estructuras se encuentran en buen estado, los cuales se han realizado sus respectivas evaluaciones técnicas.

- **Taludes Entre el Km 67+000 al Km 70+000.**

Se ha registrado 3 sectores críticos con taludes inestables, donde se muestra la solución que se da para mantener su estabilidad como se muestra a continuación.

Km 67+730 - 67+780: El pie del talud del cerro está erosionando y los muros de piedra seca (pircas) muy precarios están siendo rebasados por los materiales sueltos. Como solución en campo se encuentra una línea de gaviones con una altura de 4m





Km 67+900 - 67+950: Es un talud mas empinado donde la masa coluvial tiene tendencia a desprendimiento y derrumbe. Como solución se ha encontrado la colocación de mallas metálicas galvanizadas con anclajes y cables de seguridad.



Km 68+040 - 68+090: El talud presenta tendencia a derrumbe de depósito coluvial en cuyo pie existen muros precarios de piedra. Aquí se ha diseñado "vallas estáticas" constituidas por una línea de postes metálicos 3m de altura, con una pantalla de malla metálica que sirve de contención de los sólidos que caen.

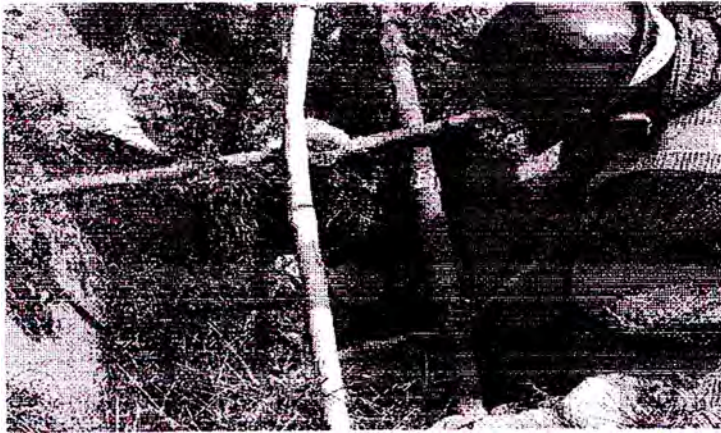


## 2.2 ALCANTARILLAS

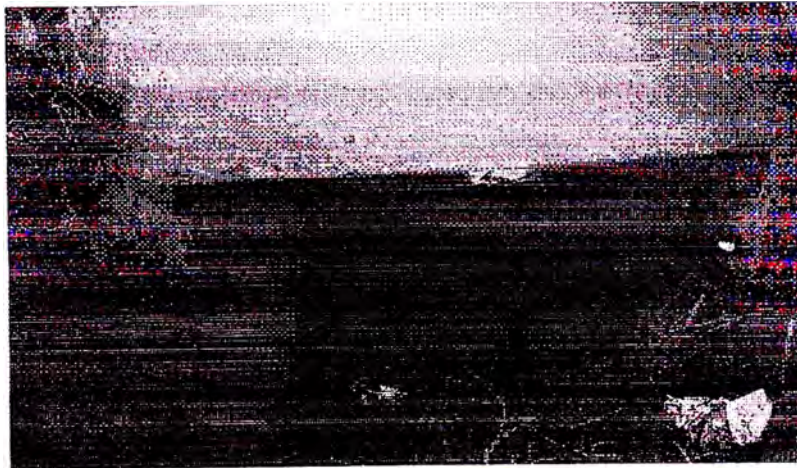
### 2.2.1 EVALUACION

Se ha hecho la inspección e inventario de la totalidad de alcantarillas, habiéndose encontrado lo siguiente:

- Alcantarillas que no funcionan debido a que todo el canal de salida ha sido relleno con basurales por los mismos pobladores de la zona, en otros casos las entradas pasan tuberías averiadas y provocan colmatación en las alcantarillas, tal como se indica en la siguiente toma



- Se observa la presencia de tubería y materiales de desperdicios los cuales se encuentran en la entrada de la Alcantarilla.



- Se observa la presencia de basura en la salida de la alcantarilla, Generalmente se da en las alcantarillas donde existe presencia de población.

En tales casos se ha proyectado una descolmatación de las alcantarillas así como una mejor señalización informativa en las alcantarillas para el no arrojamiento de materiales a desechar así dándole un mejor funcionamiento.

Según el cuadro de evaluación e inventario de alcantarillas hemos registrado 12 casos en los cuales se requiere la limpieza de alcantarillas (Ver cuadro de inventario de alcantarillas).

En este tramo se comprueba que los cauces que requieren alcantarilla, han sido consideradas, existiendo la respectiva obra de arte.

En el presente Tramo, la mayoría de alcantarillas existentes son para descarga de cunetas, denominadas "de alivio" habiéndose registrado una sección mínima de diámetro 36" en tubo TMC y de 0.90 x 0.70 y 0.90 x 0.80 en concreto. Se ha registrado algunas de 1.50 x 1.10, 1.50x1.50, 2.00x2.00, 0.80x0.80, 4.20x1.00, 4.00x2.80, 2.50x2.00, 1.20x1.20, pero son para cruce de acequias de regadío. La cantidad de alcantarillas existentes con intervalos razonables, cubren las necesidades para el drenaje superficial tanto de cauces como de cunetas, no siendo necesario incorporar nuevas estructuras.

## 2.2.2 CRITERIO DE DISEÑO

Para las alcantarillas proyectadas los pasos que se deben tener en cuenta son:

- 1.- Recopilación de Información
  - \* Topográfico (Características del Terreno)
  - \* Nivel de la Napa Freática, Requerimiento de dimensiones
- 2.- Predimensionamiento
- 3.- Determinación de las cargas
- 4.- Análisis Estructural
- 5.- Diseño Estructural de la Alcantarilla

### **Verificación de alcantarillas existentes**

Para la verificación de la sección hidráulica de las alcantarilla de alivio se ha seguido la práctica habitual, que consiste en analizar el caso más desfavorable y

con ello calcular la sección hidráulica requerida, la cual se cotejará con las secciones mínimas encontradas en el tramo.

Entre el Km 67+000 al 70+000 discurre caudales en terreno ondulado y semiaccidentado asumiendo las condiciones siguientes:

Intervalo entre alcantarillas de alivio: Existen 12 alcantarillas. Con un intervalo promedio de 350 m, sin embargo existen zonas en las que este valor bordea los 450 m que se toma como caso desfavorable para el intervalo.

El ancho por considerar desde el eje de pista (centro de bombeo) hasta la cabecera del talud de corte será de 120 m.

El área de escurrimiento con los valores precedentes será:

$$A = 450\text{m} \times 120\text{m}$$

$$A = 54,000 \text{ m}^2 (5.4 \text{ Ha})$$

### **CALCULO DE CAUDALES:**

#### **METODO RACIONAL**

El concepto básico del Método Racional, asume que el máximo porcentaje de escurrimiento de una cuenca pequeña ocurre cuando la intensidad de tal cuenca está contribuyendo al escurrimiento y que el porcentaje de escurrimiento es igual a un porcentaje de la intensidad de lluvia promedio.

Siendo la ecuación:

$$Q = 0.278 CIA$$

Donde:

Q = Caudal de diseño en m<sup>3</sup>/s

C= Coeficiente de escorrentía

I= Intensidad de la lluvia en mm/h

A= Área de la cuenca en km<sup>2</sup>

El Método Racional es utilizado generalmente en cuencas pequeñas, y cuya área no sobrepasa los 10 km<sup>2</sup>.

#### **Coeficiente de Escorrentía**

El coeficiente de escorrentía es la variable menos precisa en el método racional, (Véase Tabla adjunta).

**TABLA N° 1**

**Coeficiente de Escorrentía "C" - Método Racional (\*)**

Características de la superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	5	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

### Calculo de las Intensidades Máximas

En base a los valores obtenidos de las precipitaciones se han generado las intensidades máximas mediante la expresión del Soil Conservation Service (SCS).

La intensidad de las lluvias para diferentes períodos de retorno y tiempos de concentración se calculó mediante la siguiente expresión, según el Soil Conservation Service (SCS):

$$I_{TR} = \frac{0.280049 * Pp_{TR}}{T_C^{0.6}}$$

Donde:

ITR: Intensidad de lluvia para un tiempo de retorno, mm/hr

PpTR: Precipitación máxima 24 horas para un Tr, (mm)

Tc: Tiempo de concentración, horas.

Para el presente caso en que la geomorfología de zona predomina en taludes pronunciados y cauces con pendientes pronunciadas, el tiempo de concentración ha sido evaluado con fórmulas aplicables al predominio de flujo (ver cuadro siguiente).

### PARÁMETROS FÍSICOS Y GEOMORFOLÓGICOS (KM. 67 AL 70)

QUEBRADA	AREA (km <sup>2</sup> )	PERIMETRO (km)	L (km)	Cota máx. (m.s.n.m.)	Cota mín. (m.s.n.m.)	Pendiente (S) (m/m)
NN1	0,118	1,706	0,497	2300	2050	0,5030
NN2	0,046	1,096	0,328	2250	2080	0,5183
NN3	0,256	2,722	1,300	2900	2090	0,6231
NN4	0,197	1,760	0,366	2400	2080	0,8743
NN5	0,060	1,194	0,348	2300	2090	0,6034
NN6	0,662	5,079	1,840	2300	2080	0,1196
NN7	0,172	2,338	0,840	2580	2100	0,5714
NN8	0,347	2,806	1,400	2600	2110	0,3500
NN9	0,024	0,700	0,200	2300	2100	1,0000
NN10	0,054	1,078	0,360	2250	2100	0,4167
NN11	0,057	1,521	0,500	2280	2120	0,3200
NN12	0,030	1,767	0,600	2300	2100	0,3333
Qda. Yamajune	19,100	21,707	8,280	4700	2100	0,3140
Qda. Collana	28,221	26,978	12,210	4800	2200	0,2129

**CUADRO N° 19****Calculo de Intensidad (mm/hr)**

N° Cuenca	Tc (min)	D (horas)	Precipitacion	Pe (mm)	I (mm/hr)
NN1	12	0,20	37,00	11,18	27,22
NN2	8,76	0,15	37,00	10,33	32,87
NN3	24,06	0,40	37,00	13,30	17,93
NN4	8,58	0,14	37,00	10,28	33,28
NN5	8,88	0,15	37,00	10,37	32,60
NN6	42,84	0,71	37,00	15,37	12,68
NN7	17,52	0,29	37,00	12,29	21,69
NN8	28,38	0,47	37,50	14,05	16,46
NN9	5,82	0,10	37,50	9,46	42,58
NN10	9,78	0,16	37,50	10,77	31,19
NN11	13,2	0,22	37,50	11,60	26,05
NN12	15,06	0,25	37,50	11,99	24,07

**CUADRO N° 20****Calculo de caudales máximos (m3/seg)**

Sub Cuenca	Area (Km2)	I (mm/hr)	Q (m3's)
NN1	0.118	27.22	0.41
NN2	0.046	32.87	0.19
NN3	0.256	17.93	0.59
NN4	0.197	33.28	0.84
NN5	0.060	32.60	0.25
NN6	0.662	12.68	1.07
NN7	0.172	21.69	0.48
NN8	0.347	16.46	0.73
NN9	0.024	42.58	0.13
NN10	0.054	31.19	0.22
NN11	0.057	26.05	0.19
NN12	0.030	24.07	0.09

Donde:

- Q= Caudal Máximo periodo de retorno 20 años
- C= Coeficiente de Escorrentía
- A= Area de Subcuenca
- I= Intensidad máxima 24 Horas

Para el cálculo del caudal aplicamos la formula racional

$$Q = 0.278 CIA$$

Para los valores  $C= 0.44$  (valor tomado de acuerdo al tiempo de retomo de 20 años y con una pendiente promedio entre 2 -7% de la tabla No1)

$$A= 0.054 \text{ Km}^2$$

Se obtiene:

$$Q = 0.006 \text{ l}$$

Se completa el cálculo con las precipitaciones máximas calculadas para la estación de Matucana tomadas del estudio de hidrología.

Tramo	Km.	Precipitación P ( mm.)	Intensidad I (mm/h)	Caudal (m3/s)	Caudal "Q" (Us)
2	67+000 - 70+000	42.9	22.18	0.133	133

Las secciones mínimas encontradas en alcantarillas de alivio existentes son:

- TMC Ø 36" cuya sección es  $0.65 \text{ m}^2$
- Marco de  $0.90 \times 0.80$  con sección de  $0.72 \text{ m}^2$
- Marco de  $0.80 \times 0.80$  con sección de  $0.64 \text{ m}^2$

Tomando la sección TMC Ø 36" (0.91m) que es la típica predominante en el tramo, cuya capacidad con la pendiente critica es  $1.13 \text{ m}^3/\text{seg.}$  y en las condiciones de pendiente mas desfavorable la capacidad es  $0.340 \text{ m}^3/\text{seg.}$  En consecuencia se verifica que la capacidad de la sección elegida es mayor que el caudal de la sección requerida.

$1.130 \text{ m}^3/\text{seg}$	$0.133 \text{ m}^3/\text{seg}$	OK
$0.340 \text{ m}^3/\text{seg}$	$0.133 \text{ m}^3/\text{seg}$	OK

No se ha proyectado alcantarillas de alivio en el tramo, por lo que no corresponde hacer verificaciones de alcantarilla nueva

### 2.2.3 INVENTARIO DE ALCANTARILLAS

De acuerdo a los resultados del Inventario de Alcantarillas estas se encuentran en buen estado y solo requieren trabajos debido a:



**Obstrucción Parcial:** Es la acumulación de sólidos ocurrida generalmente en la boca de entrada del tubo en pocos casos dentro del tubo o en la salida. Se ha recomendado limpieza general que deberá ser hecha con herramientas manuales como son picos, palas, sogas, carretillas.

**Obstrucción por vegetación:** Son los casos en que ha crecido vegetación en el área de entrada, cuya limpieza deberá ser hecha con herramientas manuales como machetes, hachas, palas, picos

### CUADRO DE EVALUACIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS

Km.	Tipo	(Φ) o Luz (m.)	Alt. (m.)	Long.(m.)	ESTADO	RECOMENDACIONES	FOTOS VER APENDICE
67+020	Losa de concreto con estribos	1.50	1.10	11.00	Buen estado, ligeramente obstruida	Limpieza general, retiro de basura.	1
67+324	Marco	1.50	1.50	21.00	Entrada y salida en buen estado		2
67+380	Losa de concreto con estribos	2.00	2.00	20.00	La salida tiene un cabezal tipo muro de protección Buen estado y limpio		3
67+528	Losa de concreto con estribos y alas	2.00	2.00	13.00	Buen estado, limpio		4
67+850	Marco con cabezal y alas	0.80	0.80	12.00	Salida colmatada	Limpieza general.	5
68+340	Losa de concreto con estribos y alas	4.20	1.00	15.00	La entrada obstruida 100% por sedimentos de quebrada grande, la salida presenta vegetación no es visible.	Limpieza general, ver estabilidad de talud	6
68+497	Losa de concreto con estribos y alas en entrada	4.00	2.80	16.00	Buen estado y ligeramente obstruida la entrada, la salida no se ve por la vegetación existente.	Limpiar y cortar vegetación	7
68+710	Losa de concreto con estribos y alas en entrada	2.50	2.00	12.00	Buen estado y limpia la entrada, la salida obstruida 50%	Limpiar y cortar vegetación	8
68+913	Marco de concreto con cabezales	1.20	1.20	13.00	Buen estado y limpio		9
69+100	Marco de concreto con cabezal y alas en entrada	1.50	1.50	23.40	Buen estado, entrada obstruida parcialmente. Salida no se ve, hay desmoronamiento y lavadero de carros.	Limpiar y considerar mampostería para proteger talud.	10
69+399	Marco de concreto con cabezales y alas	0.90	0.70	12.00	Buen estado, obstruido parcialmente, salida con vegetación.	Limpiar, cortar arbustos.	11
69+520	Marco de concreto con cabezales y alas	0.90	0.80	14.00	Buen estado, obstruido parcialmente.	Limpiar.	12

#### 2.2.4 TRABAJOS POR REALIZAR:

Dentro del Carril de Ascenso se ubican 03 Alcantarillas, las cuales se tiene que ampliar en su longitud. Tal como se muestra en el plano ETP-01 en el Anexo III.

En las Progresivas 67+324, 67+380, 67+528 , se ensancha la carpeta asfáltica de 7.20 a 10.80 ml., modificando las alas de la estructura.

#### 2.2.5 ESTRUCTURAS DISEÑADAS

Las estructuras diseñadas para cubrir las necesidades del tramo son las siguientes:

- Marco de concreto de 1.50 x 1.50 m, en TMC de Ø 36" para alargar alcantarillas de alivio existentes.
- Marco de concreto de sección 2.00m x 2.00m., en TMC de Ø 36", cuando las secciones son de tipo cajón.
- Marco de Concreto de sección 2.00 m x 2.00m, en TMC Ø 48", con fin de alargar dicha alcantarilla

En todos los casos la pendiente de caída de las alcantarillas es la existente.

## 2.3 CUNETAS

### 2.3.1 EVALUACION

En cuanto al drenaje superficial en el tramo de estudio se ha registrado los siguientes casos.

- Sectores en donde hay cuneta revestida triangular, indicando el intervalo entre progresivas y el lado que corresponde, tal como figura en el cuadro No 21

**CUADRO N° 21**  
**CUNETA TRIANGULAR DE 1.00 x 0.40**

PROGRESIVAS		LADO		DESCRIPCION
DEL KM	AL KM.	DERECHO	IZQUIERDO	
67+610	67+960	350	-	TALUD
68+100	68+220	120	-	TALUD
69+060	69+085	25	-	TALUD
69+140	69+245	105	-	TALUD
69+480	69+520	40	-	INGRESO A VIV.
	TOTAL:	640		640

- Sectores, en que el terreno adyacente a la carretera es tipo tendal y está al ras de la vía, de modo que en días lluviosos el agua pluvial discurre por esos terrenos y corre hacia la pista filtrándose hacia la base del pavimento, con el agravante que los vehículos que salen de dichos lugares, transportan barro en sus ruedas hacia el pavimento, ocasionando deterioro progresivo debido al proceso abrasivo, en este caso se ubican cunetas francesas que captan el agua pluvial y permitan el cruce de los vehículos a través de ellas a diferencia de las cunetas triangulares que no pueden ser cruzadas y constituyen un peligro para los peatones. Las cunetas francesas figuran en el Cuadro N° 22.

**CUADRO N° 22**  
**CUNETAS TIPO FRANCESA DE 1.20 x 0.20**

PROGRESIVAS DEL KM AL KM.	LADO		DESCRIPCION
	DERECHO	IZQUIERDO	
68+370 68+590	220	-	RESTAURANT
68+860 69+060	-	200	LAV. CARROS
69+490 69+560	70	-	LAV. CARROS
TOTAL :	290	200	490

### 2.3.2 CRITERIOS DE DISEÑO

Considerando que la longitud del tramo es relativamente corta (3 Km) y siendo la condición homogénea, se ha analizado el caso típico mas desfavorable.

La mayor longitud de cuneta proyectada es 480 m comprendida en el sector Km 67+150 a 67+630. de modo que el caudal que discurrirá por ese tramo de cuneta, será el que proviene del escurrimiento superficial del área de la franja comprendida en dicha longitud.

Considerando un ancho de 120 m y la longitud 480 m indicada, el área de escurrimiento es:

$$\text{Área de escurrimiento: } A = 480\text{m} \times 120\text{m} = 57,600 \text{ m}^2$$

Para el cálculo del caudal aplicamos la formula Racional:

$$Q = 0.278 CIA$$

$$C = 0.44 \quad (\text{De la Tabla No 01 para pendientes comprendidas entre 2 y 7\%})$$

$$A = 0.0576 \text{ Km}^2$$

$$Q = 0.007045 \text{ l m}^3/\text{seg.}$$

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:

$$I = 0.280049 P$$

$$c(0.6)$$

El tiempo de concentración según Hathaway es:

$$T_c = \frac{0.606(L^n)^{0.467}}{s^{0.234}}$$

Para  $L = 0.480$   
 $n = 0.2$  (factor de rugosidad)  
 $S = 0.06$  (6% caso más desfavorable)

$$T_c = 0.619 \text{ hr}$$

Con este valor calculamos la intensidad  $I$  que arroja:

$$I = 0.3734 P$$

Con las precipitaciones máximas calculadas para la estación de Matucana tomadas estudio de hidrología completamos el cálculo.

Tramo	Km.	Precipitación P ( mm.)	Intensidad I (mm/h)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Caudal "Q" (Us)
2	67+000 - 70+000	42.9	19.31	0.186	186

El cálculo de la velocidad se hará para las condiciones siguientes:

Pendiente en el tramo crítico analizado:  $P = 0.038$  (3.8 %)

Sección de canal triangular revestido : 1.00 m x 0.40 m (prof').

Coefficiente de Manning : 0.015

Sección totalmente llena:

$$V = 3.654 \text{ m/seg}$$

$$Q = 0.731 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sección parcialmente llena (75 % Tirante):

$$V = 3.016 \text{ m/seg}$$

$$Q = 0.339 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Precipitaciones Máximas 24 h para Diferentes Periodos de Retorno (mm)**

Estación	P 20 (años)	P50 (años)	P100 (años)
Matucana	36.30	42.90	48.00
Milloc	52.30	61.70	69.20
Casapalca	57.40	73.40	88.00
Carampoma	35.90	38.10	39.40
Chalilla	43.90	47.00	49.00
Marcapomacocha	61.90	77.10	90.40
Mina Colque	32.30	37.50	41.50
San José de Parac	44.60	55.90	65.70
Autista	29.40	36.20	41.70

Tramo	Km.	Precipitación P ( mm.)	Intensidad I (mm/h)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
2	53+000 - 74+300	42.9	31.62	0.337

El cálculo de la velocidad se hará para las condiciones siguientes:

Pendiente del caso estudiado	S = 0.06 (6 %)
Sección de canal triangular revestido:	1.00 m x 0.40 m de profundidad
Coefficiente de Manning	0.015

Sección totalmente llena:

$$V = 4.736 \text{ m/seg}$$

$$Q = 0.947 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sección parcialmente llena (75% Tirante):

$$V = 3.909 \text{ m/seg}$$

$$Q = 0.440 \text{ m}^3/\text{s}$$

Capacidad cuneta al 100 %:       $0.947 \text{ m}^3/\text{s}$        $0.337 \text{ m}^3/\text{s}$  Caudal máximo

Capacidad cuneta al 75 %:       $0.440 \text{ m}^3/\text{s}$        $0.337 \text{ m}^3/\text{s}$  Caudal máximo

En ambos casos la capacidad de la cuneta cubre los requerimientos de caudal.

## 2.- Verificación Cuneta Francesa

Pendiente (caso más desfavorable) :	$P = 0.038$ (3.8%)
Sección de canal circular	Diámetro $D=2.00 \text{ m}$
Tirante	$0.20 \text{ m}$ (10% H)
Coefficiente de Manning	$0.015$

$V = 3.284 \text{ m/seg}$   $Q = 0.537 \text{ m}^3/\text{s}$

Capacidad cuneta:  $0.537 \text{ m}^3/\text{s} > 0.186 \text{ m}^3/\text{s}$  (caudal máximo calculado). La cuneta cumple con el requerimiento máximo



## 2.4 MURO DE SOSTENIMIENTO

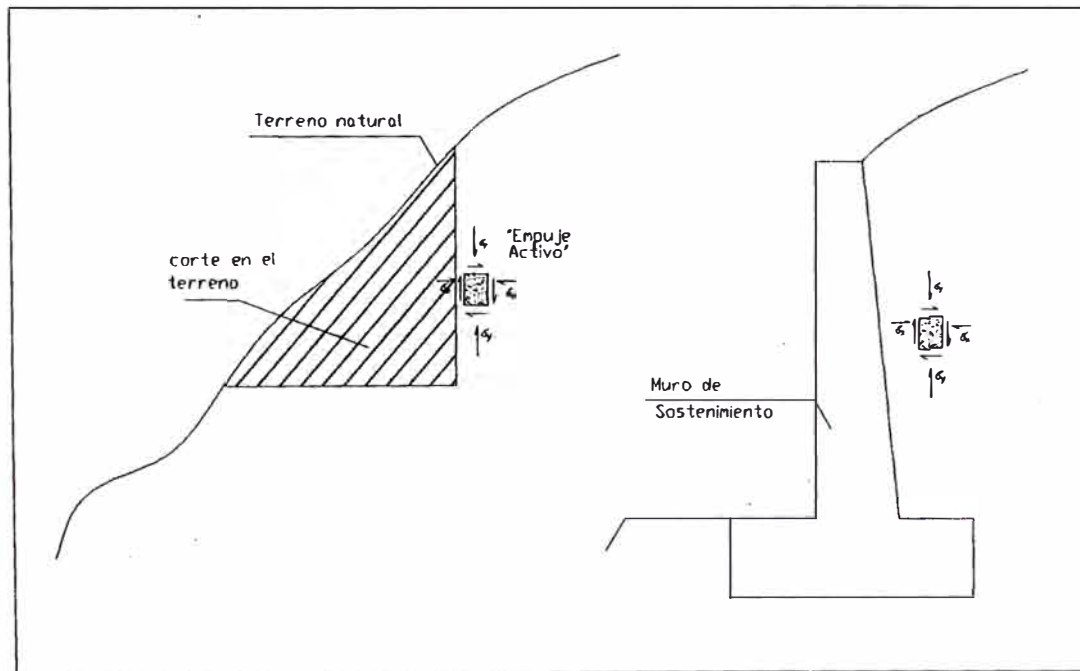
### 2.4.1 GENERALIDADES

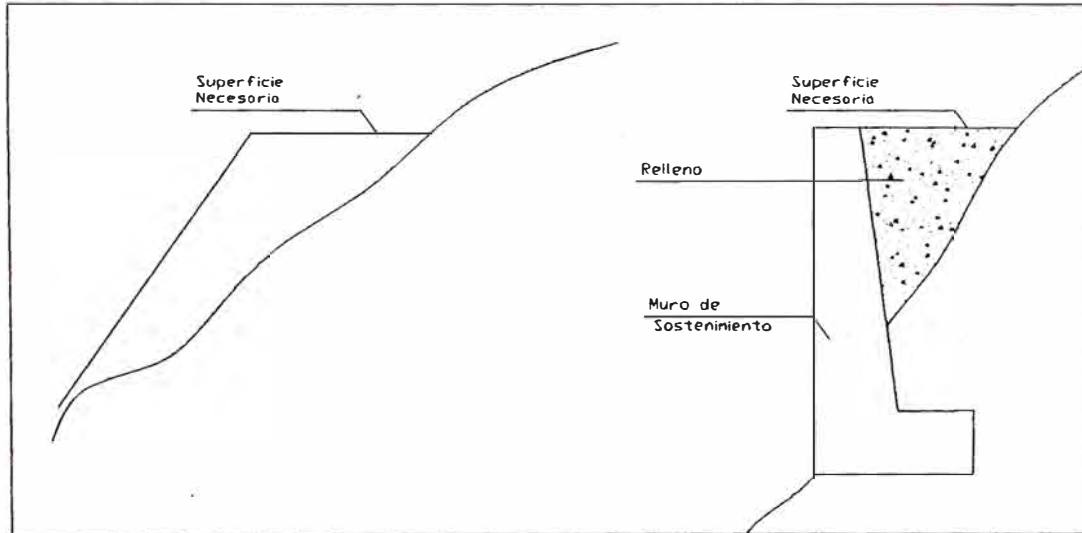
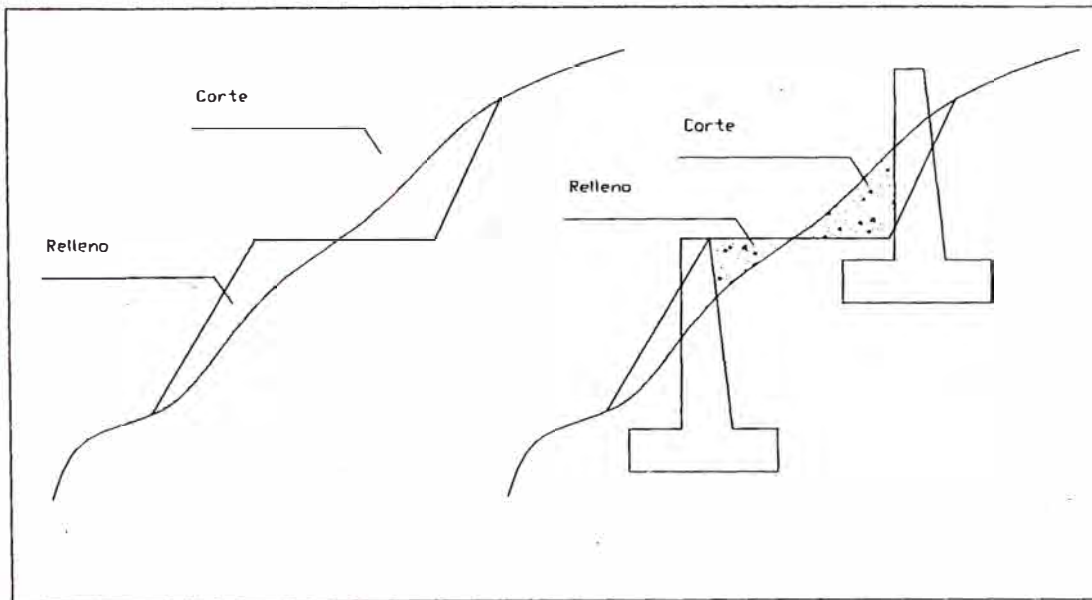
Un muro de sostenimiento esencialmente está construido para soportar empujes de tierras, aguas u otros materiales, difiere de otros tipos de estructura que no requiere de arriostre externo para su estabilidad.

En algunos casos el muro está anclado si es que esto es requerido por sus dimensiones y por la naturaleza del empuje

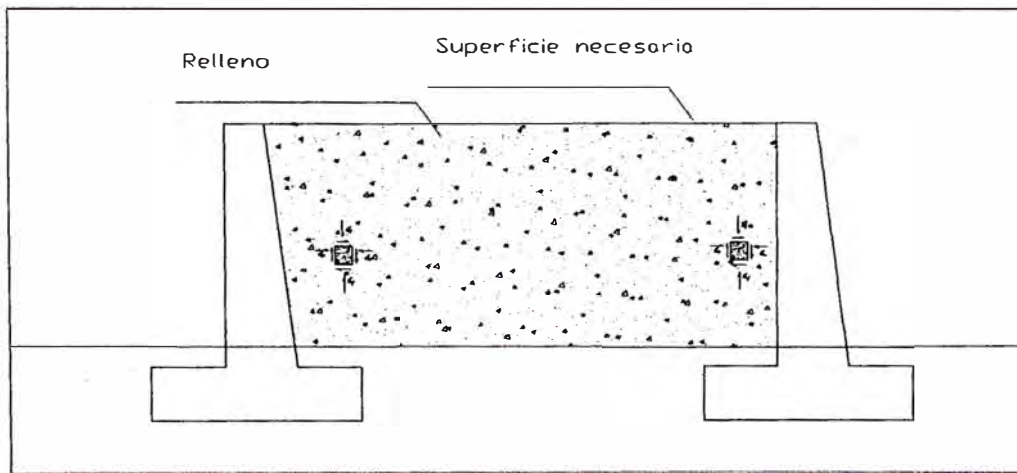
### 2.4.2 USOS COMUNES DE MUROS DE SOSTENIMIENTO

#### a.-Cortes en el Terreno

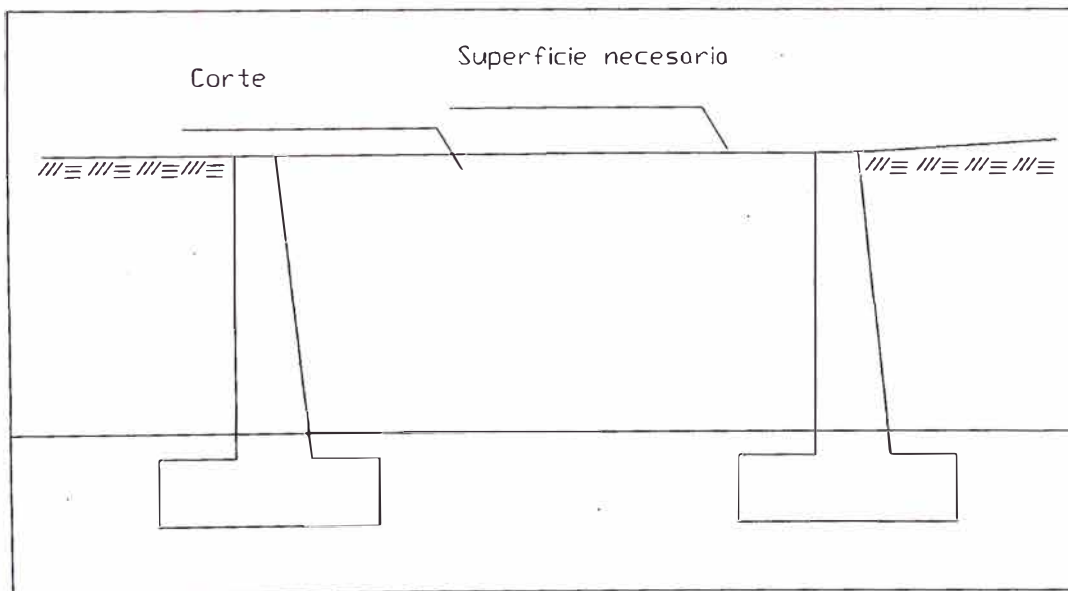


**b.- Relleno de Terreno****c.- Corte y Relleno del Terreno**

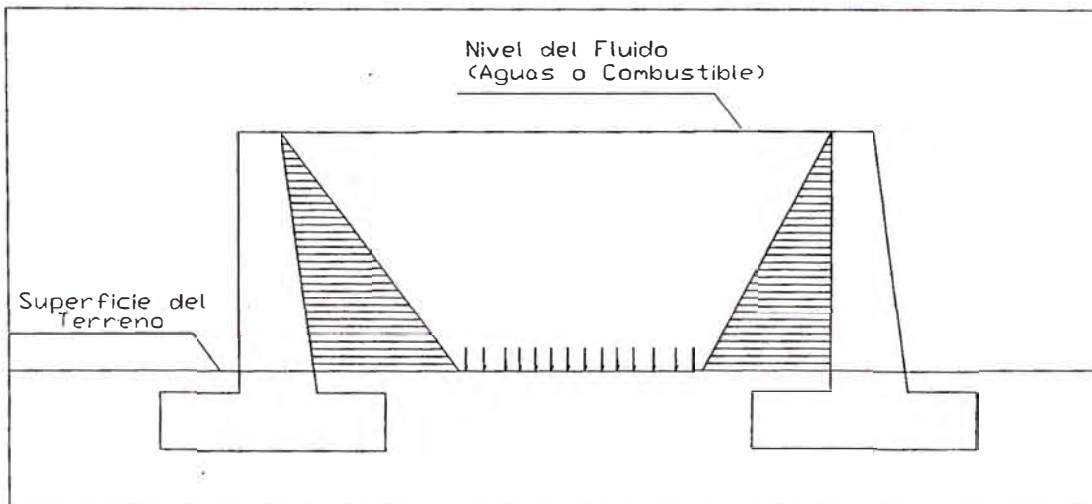
## d.-Para elevar el nivel del Terreno



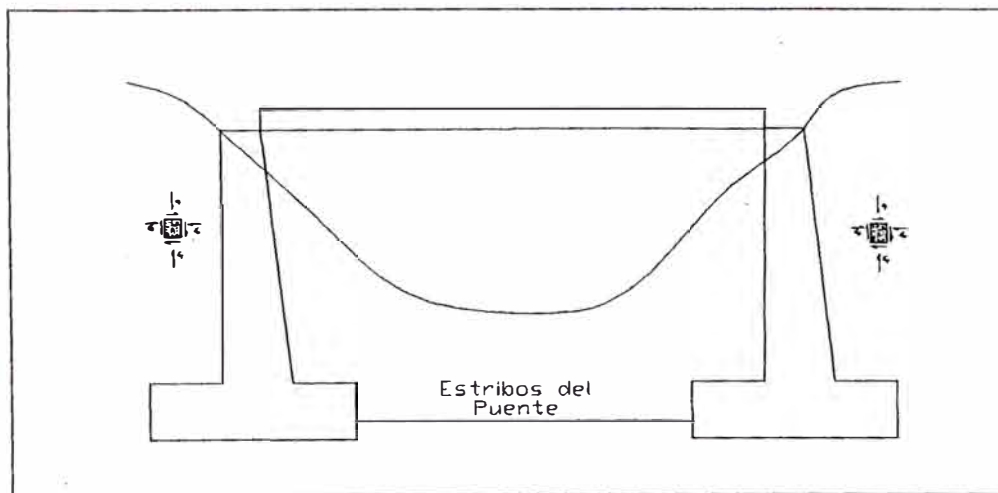
## e.-Profundizar el nivel del Terreno



## f.- Paredes de Depósito o Reservoirio

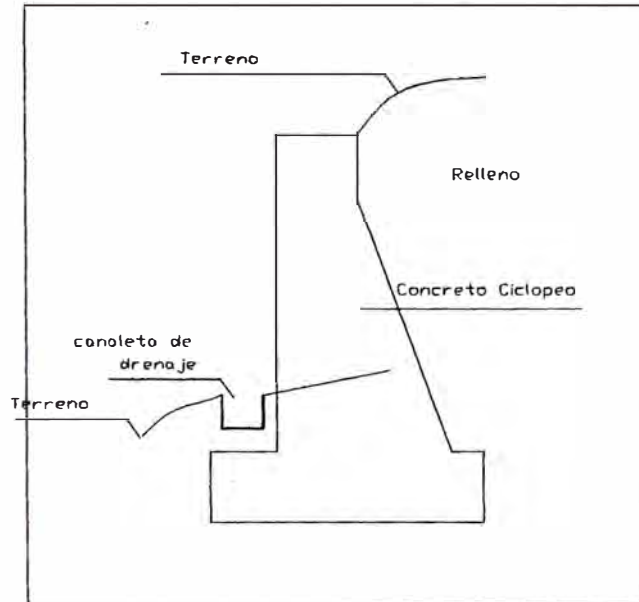


## g.-Estribo de Puente

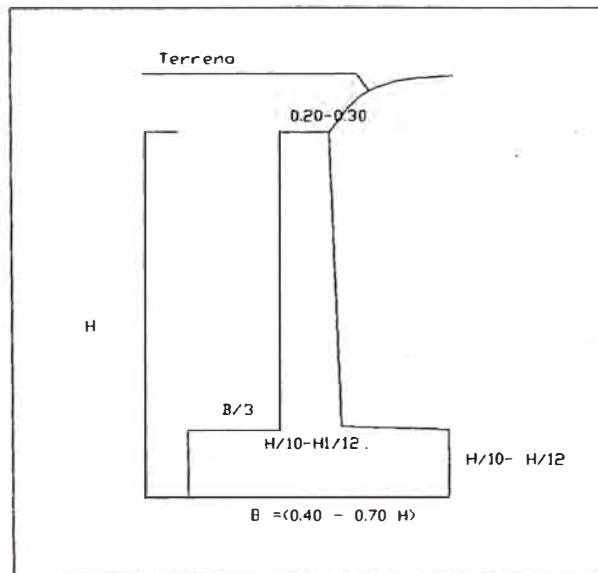


### 2.4.3 TIPOS DE MUROS DE SOSTENIMIENTO

#### a.- Muro por Gravedad



#### b.- Muro Voladizo (Cantilever) de Concreto Armado



#### 2.4.4 PASOS PARA EL DISEÑO DE UN MURO DE SOSTENIMIENTO

- 1.- Recopilación de Información
  - \* Topográfico (Características del Terreno)
  - \* Nivel de la Napa Freática, Requerimiento de dimensiones
2. Análisis de las condiciones del Sub suelo (Perfil Estratigráfico)
- 3.- Determinación de las cargas (sobre cargas )
- 4.- Dimensionamiento Tentativo
- 5.- Cálculo de presiones de tierras y presiones de sobre carga
- 6.- Verificación de estabilidad del Muro de Sostenimiento
- 7.- Análisis de Estabilidad del Suelo
- 8.- Diseño Estructural del Muro de Sostenimiento
- 9.- Sistema de Drenaje
- 10.- Considerar asentamiento de los muros de sostenimiento

Mostrándose los cálculos del Muro de Sostenimiento en Voladizo en el Anexo I

## CONCLUSIONES

- Se verifica que el tramo de estudio presenta una adecuada distribución de alcantarillas que se requiere para el control del drenaje superficial, las mismas que necesitan trabajos de descolmatación y limpieza general.
- Se ha realizado la verificación de diseño de las cunetas existentes, las cuales cumplen con los requerimientos del drenaje pluvial.
- En el proyecto grupal desarrollado en el curso taller de Titulación se propuso en Carril de Ascenso para mejorar el Flujo Vehicular de la carretera para lo cual se requiere proyectar el alargamiento de 03 alcantarillas existentes que han sido desarrolladas en el presente informe.
- En el informe se desarrollo el procedimiento de cálculo de un muro de sostenimiento en voladizo el cual en el tramo de estudio no es necesario pero se propone porque puede ser requerido en algún otro tramo de la carretera.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda llevar un control de Precipitaciones Pluviales y Máximas Avenidas, para el cálculo de los caudales máximos en cada una de las quebradas o ríos a lo largo de una carretera y así poder diseñar la Obra de Arte correspondiente.
- Se debe determinar el estudio del suelo mediante calicatas para poder conocer el coeficiente fricción que se requiere para los cálculos estructurales.
- Se debe conocer el espesor de la carpeta asfáltica así como el espesor del afirmado porque son indispensables para el cálculo de cargas muertas en el diseño de las alcantarillas.
- Se recomienda que las cunetas que desfogen en cada una de las alcantarillas deben seguir las pendientes de la vía.
- Cuando se requiere ampliar los diseños de una obra de arte se recomienda seguir con la pendiente existente y determinar el caudal de diseño.



**BIBLIOGRAFIA**

- Nawy G. Edwar, “Concreto Reforzado”, año 1975
- Ortega García , Jorge “Concreto Armado I”
- Terzaghi – Ralph Peck, Karl “Mecánica de Suelos en la Ingeniería”
- MTC Manuela de Diseño Geométrico , año 2001
- AAHTO LRFD – 1993 – EEUU
- MTC, Manual de Diseño de Puentes y Ferrocarriles año 2002

# ANEXOS

## ANEXO I : CALCULOS ESTRUCTURALES

### DISEÑO DE ALCANTARILLA

Pasos a seguir:

- 1.- Recopilación de Información
  - \* Topográfico (Características del Terreno)
  - \* Nivel de la Napa Freática, Requerimiento de dimensiones
- 2.- Predimensionamiento
- 3.- Determinación de las cargas
- 4.- Análisis Estructural
- 5.- Diseño Estructural de la Alcantarilla

#### DESARROLLO.

##### Datos:

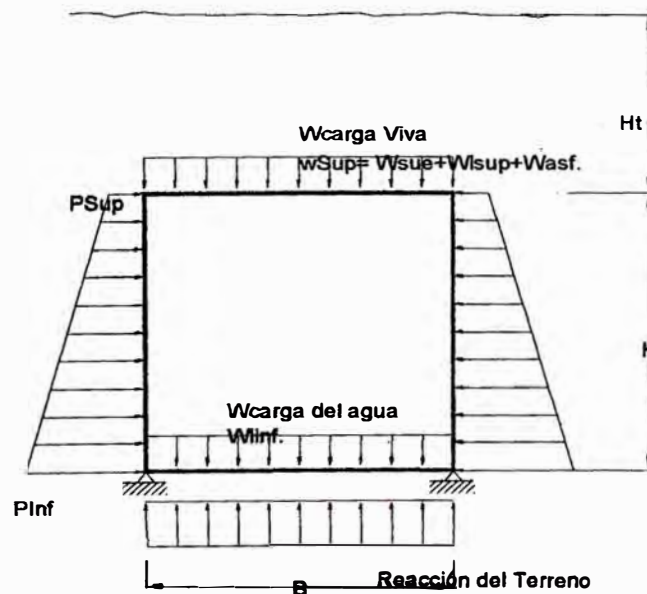
Angulo de Fricción Interno  $\phi = 30^\circ$

Densidad del Suelo  $\gamma_s = 1900 \text{ kg/m}^3$

$K_a = 0.333$  por coulomb

Norma y Reglamento : Estándar AASHTO-96

Sobre Carga HS20 mas 25%



Densidad del Concreto  $\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$

Densidad del Asfalto  $\gamma_{as} = 2200 \text{ Kg/m}^3$

Resistencia a la Compresión  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### CALCULO DE PESOS:

#### CALCULOS DE CARGAS SOBRE LA LOSA SUPERIOR

$W_{sup} = W_{suelo} + W_{asfalto} + W_{losa superior} = W_d(1)$

$W_{losa Superior} = \gamma_c * \text{Espesor de losa} * 1 * 1$

Peso de Material Sobre losa =  $W_{suelo} + W_{asfalto} = \gamma_s * h_s + \gamma_{as} * h_{asf.}$

Carga Viva =  $W_I(1) = P / (B + \text{Espesor}) = 12000 / (B + \text{Espesor pared})$

$W_t(1) = 1.5 W_d(1) + 1.8 W_I(1)$  por combinación de cargas

#### CALCULOS DE CARGAS SOBRE LA LOSA INFERIOR

$W_{inf.} = W_{losa inferior} = W_d(2)$

$W_{losa inferior} = \gamma_c * \text{Espesor de losa} * 1 * 1$

Considerando que la alcantarilla se encuentra a la mitad de su altura

Peso del agua =  $\gamma_{agua} * H / 2 * 1 = W_I(2)$

$W_t(2) = 1.5 W_d(2) + 1.8 W_I(2)$  por combinación de cargas

#### CALCULOS DE CARGAS SOBRE MUROS

$W_d(3) = W_{suelo} + W_{concreto}$

$W_{concreto} = (H + E_{ls} + E_{linf}) * \text{Esp} * \gamma_c$

Donde:

$E_{ls}$  = Espesor de losa superior

$E_{linf}$  = Espesor de losa inferior

$\text{Esp}$  = Espesor de Muro

$B$  = Ancho de alcantarilla

H = Alto de alcantarilla

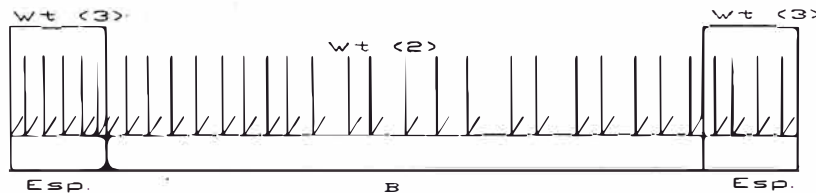
$$W_{\text{suelo}} = \text{Esp.} \cdot h_t \cdot \gamma_s$$

$$\text{Carga Viva} = W_I(3) = (1200/(B+\text{Esp})) \cdot \text{Esp.}$$

$$W_t(3) = 1.5 \cdot W_d(3) + 1.8 \cdot W_I(3) \text{ en fórmula (1)}$$

### CALCULOS DE REACCION DE TERRENO EN LOSA INFERIOR

$$\text{Reacción del terreno} = W_t(2) \cdot B + 2 \cdot W_t(3) \cdot \text{Espesor} \text{--- (1)}$$



### CARGAS PARA PAREDES LATERALES

Cálculo P<sub>sup</sub>:

$$D_y = \gamma_{as} \cdot h_{asf} + \gamma_{sht}$$

$$D_x = K_a \cdot D_y$$

Cálculo P<sub>inf</sub>:

$$D_y = \gamma_{as} \cdot h_{asf} + \gamma_s (h_t + E_{linf} + E_{ls} + H)$$

$$D_x = K_a \cdot D_y$$

Ver Hojas de Cálculos de alcantarillas: (1.50 x 1.50 ), ( 2.00 x 2.00 )

**Diseño de Alcantarilla**

**PROPIEDADES DEL CONCRETO**

Peso Especifico del concreto  $\Psi$  2,400 Kg/m<sup>3</sup>

**PROPIEDADES DEL MATERIAL**

Peso Especifico del Terreno 1,900 Kg/m<sup>3</sup>

Peso Especifico del Asfalto 2,200 Kg/m<sup>3</sup>

**GEOMETRIA DE LA ALCANTARILLA**

Alto H 2 m  
 Largo B 2 m  
 Espesor losa superior 0.25 m  
 Espesor losa inferior 0.25 m  
 Espesor paredes 0.25 m

**CARGAS APLICADAS A LA LOSA SUPERIOR**

Peso de camión HS20+ 25% 12,000 Kg  
 Altura de Material (Asfalto) sobre la losa 0.125 m  
 Altura de Material (Base) sobre la losa 0.30 m

**CARGA SOBRE LA LOSA SUPERIOR**

PESO LOSA SUPERIOR 600.00 Kg/m<sup>2</sup>  
 PESO DE MATERIAL SOBRE LOSA 845.00 Kg/m<sup>2</sup>  
 CARGA VIVA 5,333.33 Kg/m<sup>2</sup>  
**TOTAL 11,767.50 = 1,5Wd + 1,8Wi**

**CARGA SOBRE LA LOSA INFERIOR**

PESO LOSA INFERIOR 600.00 Kg/m<sup>2</sup>  
 PESO DEL AGUA 1,000.00 Kg/m<sup>2</sup>  
**TOTAL 2,700.00 = 1,5Wd + 1,8Wi**

**CARGA PARA CALCULO DE REACCION DEL TERRENO EN LOSA INFERIOR**

PESO DEL CONCRETO 1,500.00 Kg/m<sup>2</sup>  
 PESO DEL SUELO 142.50 Kg/m<sup>2</sup>  
 CARGA VIVA 1,333.33 Kg/m<sup>2</sup>  
**TOTAL 4,863.75 = 1,5Wd + 1,8Wi**

**REACCION DEL TERRENO**

RT 7,831.87

**CARGAS SOBRE PAREDES LATERALES**

CALCULO P<sub>sup</sub> DY 845.00  
 DX 281.67

CALCULO P<sub>inf</sub> DX 5,595.00  
 1,865.00

**CALCULO DE MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO PERFECTO**

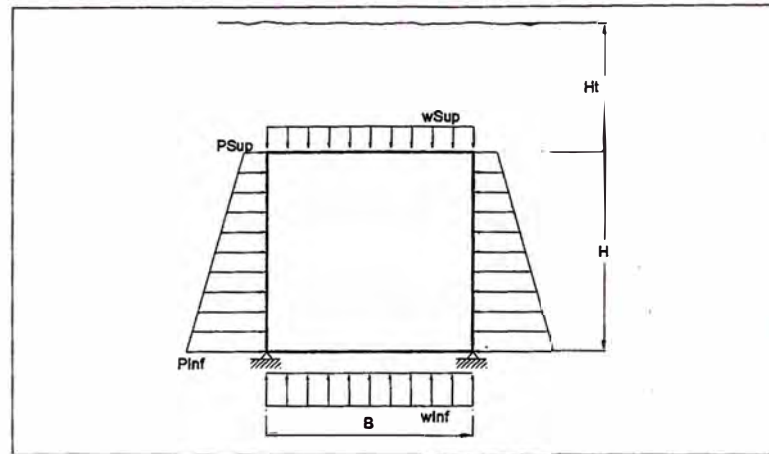
LOSA SUPERIOR 4,964.41 Kg-m  
 LOSA INFERIOR 3,304.07 Kg-m  
 PAREDES LATERALES

**NUDO SUPERIOR**

M 386.02

**NUDO INFERIOR**

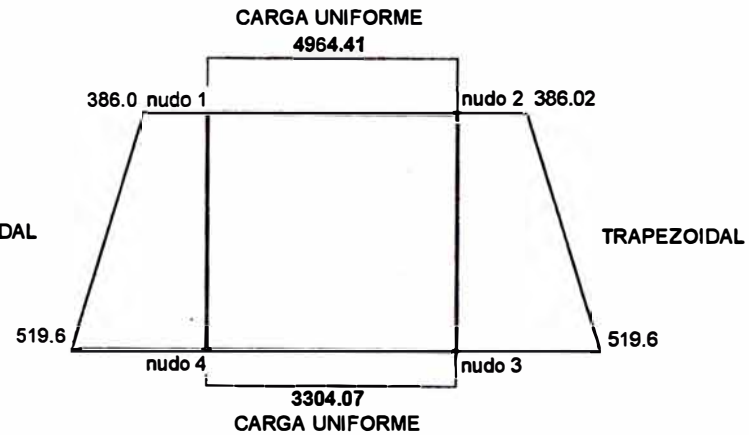
M 519.61



**COEFICIENTE DE EMPUJE**

$\phi p = 30^\circ$   
 $\theta = \cdot$   
 $\gamma_w = 1.00 \text{ tn/m}^2$   
 $K\alpha = 0.333 \text{ por coulomb}$

**CARGA TRAPEZOIDAL**



**CALCULO DE MOMENTOS FLECTORES**

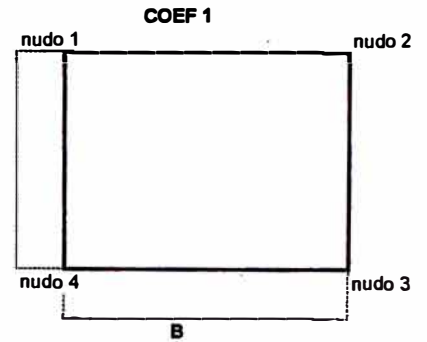
aplicando Hardy Cross

**B** LARGO : 2.00 m  
**H** ALTO : 2.00 m

**VL1** 0.470588235  
**VL2** 0.470588235

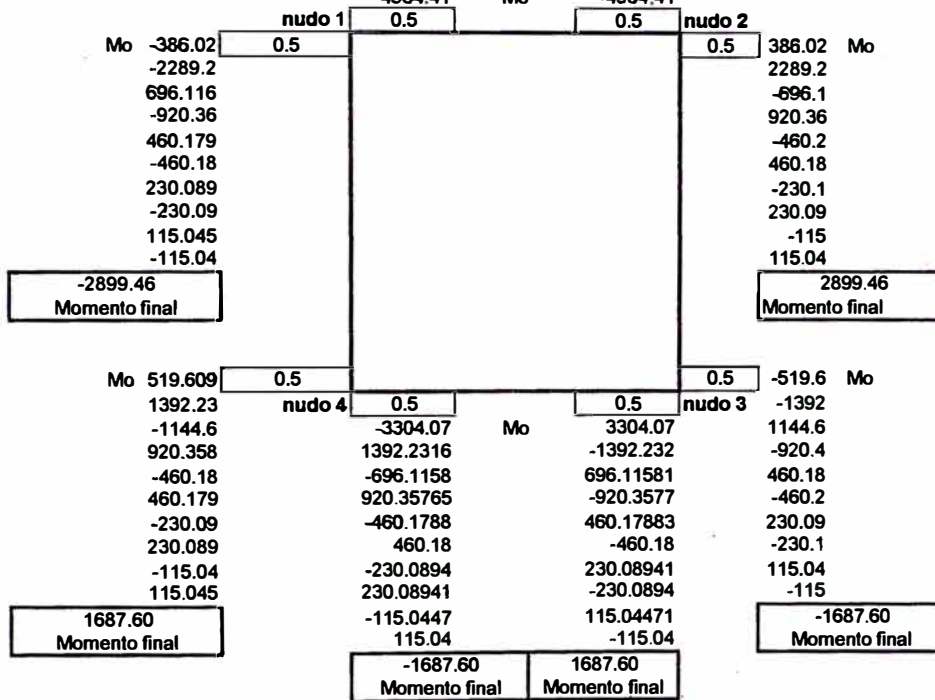
**COEF** : 0.5  
**COEF** : 0.5

**COEF 2** H



momentos

Momento final	Momento final
2899.46	-2899.46
-115.0447	115.04471
115.04471	-115.0447
-230.0894	230.08941
230.08941	-230.0894
-460.1788	460.17883
460.17883	-460.1788
-920.3577	920.35765
1144.5995	-1144.6
-2289.199	2289.199
4964.41	-4964.41



**CALCULO DEL ESFUERZO CORTANTE**

**LOSA SUPERIOR**

Vs 13238.44 Kg

**LOSA INFERIOR**

Vi 8810.86 Kg

**PAREDES LATERALES**

V1-4 1449.23 Kg  
 V4-1 965.77 Kg

**MOMENTO MAXIMO POSITIVO**

LOSA SUPERIOR 4547.16

LOSA INFERIOR 3268.51

**PIEZAS VERTICALES**

X 0

Mmax -2899.46

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

M	2899.46	d	15.83
As	13.48	1/2	@ 0.09

**CARA INTERNA (centro de losa)**

M	4547.16	d	19.83
As	21.14	1/2	@ 0.06

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

M	1687.60	d	12.08
As	7.85	1/2	@ 0.16

**CARA INTERNA (centro de losa)**

M	3268.51	d	16.81
As	15.20	1/2	@ 0.10

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

M	2899.46	d	15.83
As	13.48	1/2	@ 0.12

por lo tanto se considerara acero

1/2 @ 0.20 Temperatura

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

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

**LOSA INFERIOR**

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

**PARED VERTICAL**

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

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

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

**Anclajes y Empalmes del Refuerzo**

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

**Clase y Tipo de Acero de Refuerzo**

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

**Concreto**

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



### Diseño de Alcantarilla

**PROPIEDADES DEL CONCRETO**  
 Peso Especifico del concreto  $\gamma_c$  2,400 Kg/m<sup>3</sup>

**PROPIEDADES DEL MATERIAL**  
 Peso Especifico del Terreno 1,900 Kg/m<sup>3</sup>  
 Peso Especifico del Asfalto 2,200 Kg/m<sup>3</sup>

**GEOMETRIA DE LA ALCANTARILLA**

Año	H	1.5 m
Largo	B	1.5 m
Espesor losa superior		0.25 m
Espesor losa inferior		0.25 m
Espesor paredes		0.25 m

**CARGAS APLICADAS A LA LOSA SUPERIOR**

Peso de camión HS20+ 25%	12,000 Kg
Altura de Material (Asfalto) sobre la losa	0.125 m
Altura de Material (Base) sobre la losa	0.30 m

**CARGA SOBRE LA LOSA SUPERIOR**

PESO LOSA SUPERIOR	600.00 Kg/m <sup>2</sup>	
PESO DE MATERIAL SOBRE LOSA	845.00 Kg/m <sup>2</sup>	Wd
CARGA VIVA	6,857.14 Kg/m <sup>2</sup>	WI
<b>TOTAL</b>	<b>14,510.36 = 1,5Wd + 1,8Wi</b>	

**CARGA SOBRE LA LOSA INFERIOR**

PESO LOSA INFERIOR	600.00 Kg/m <sup>2</sup>	Wd
PESO DEL AGUA	750.00 Kg/m <sup>2</sup>	WI
<b>TOTAL</b>	<b>2,250.00 = 1,5Wd + 1,8Wi</b>	

**CARGA PARA CALCULO DE REACCION DEL TERRENO EN LOSA INFERIOR**

PESO DEL CONCRETO	1,200.00 Kg/m <sup>2</sup>	
PESO DEL SUELO	142.50 Kg/m <sup>2</sup>	Wd
CARGA VIVA	1,714.29 Kg/m <sup>2</sup>	WI
<b>TOTAL</b>	<b>5,099.46 = 1,5Wd + 1,8Wi</b>	

**REACCION DEL TERRENO**

RT	5,924.73
----	----------

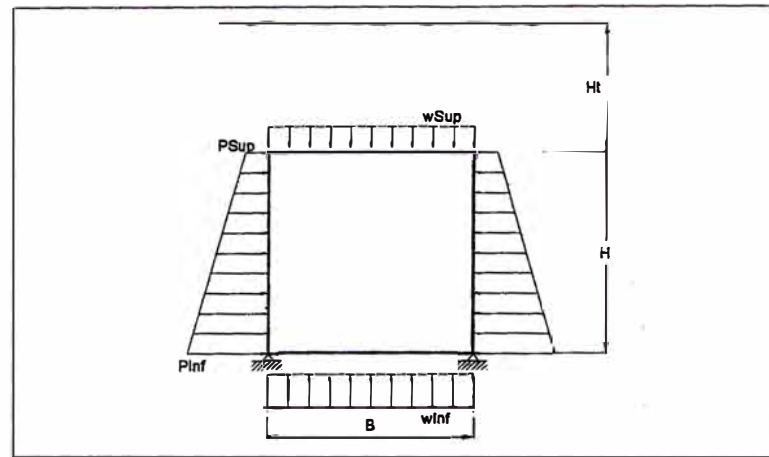
**CARGAS SOBRE PAREDES LATERALES**

CALCULO P <sub>sup</sub>	DY	845.00
	DX	281.67
CALCULO P <sub>inf</sub>	DY	4,645.00
	DX	1,548.33

**CALCULO DE MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO PERFECTO**

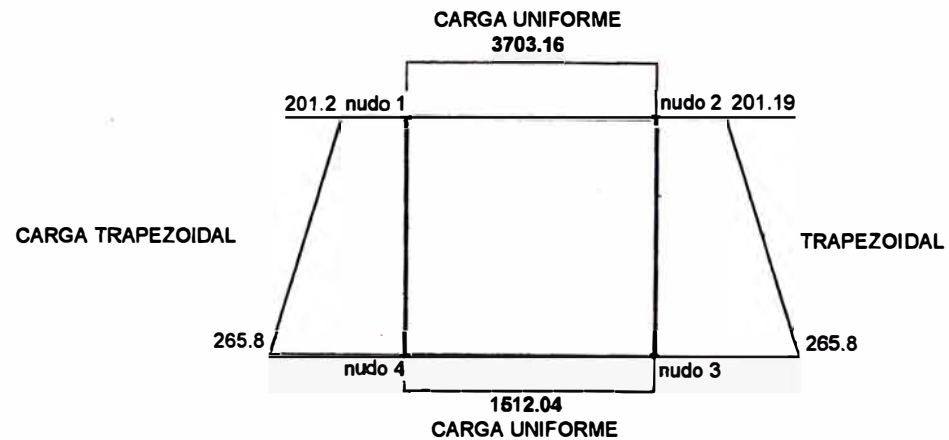
LOSA SUPERIOR	3,703.16 Kg-m
LOSA INFERIOR	1,512.04 Kg-m

**NUDO SUPERIOR**  
 M 201.19  
**NUDO INFERIOR**  
 M 265.84



**COEFICIENTE DE EMPUJE**

$\phi_p$	=	30 °
$\theta$	=	°
$\gamma_w$	=	1.00 tn/m <sup>2</sup>
$K\alpha$	=	0.333 por coulomb



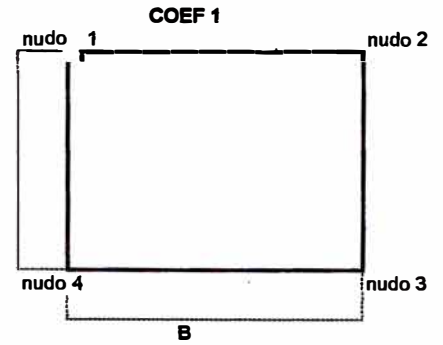
**CALCULO DE MOMENTOS FLECTORES**

aplicando Hardy Cross

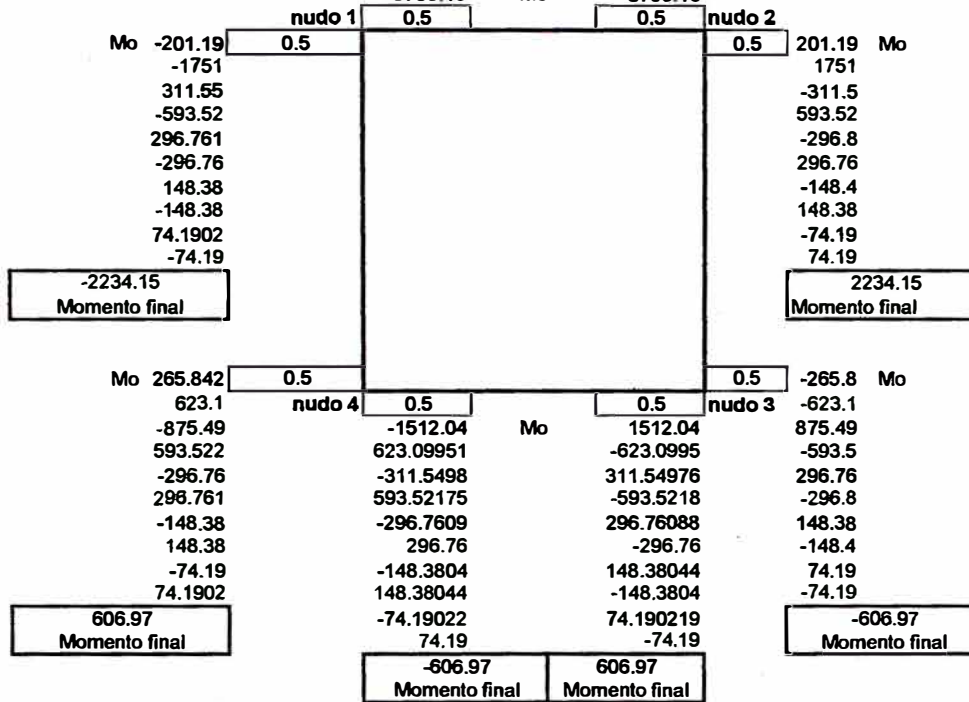
B LARGO : 1.50 m  
H ALTO : 1.50 m

UL1 0.615384615  
UL2 0.615384615

COEF : 0.5  
COEF : 0.5



Momento final		Momento final	
2234.15		-2234.15	
-74.19022		74.190219	
74.190219		-74.19022	
-148.3804		148.38044	
148.38044		-148.3804	
-296.7609		296.76088	
296.76088		-296.7609	
-593.5218		593.52175	
875.49375		-875.4938	
-1750.988		1750.9875	
3703.16	Mo	-3703.16	



**CALCULO DEL ESFUERZO CORTANTE**

**LOSA SUPERIOR**

Vs 12696.56 Kg

**LOSA INFERIOR**

Vi 5184.14 Kg

**PAREDES LATERALES**

V1-4 1545.72 Kg

V4-1 55.53 Kg

**MOMENTO MAXIMO POSITIVO**

LOSA SUPERIOR 3320.60

LOSA INFERIOR 1661.09

**PIEZAS VERTICALES**

X 0

Mmax -2234.15

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

M	2234.15	d	13.90
As	10.39	1/2	@ 0.12

**CARA INTERNA (centro de losa)**

M	3320.60	d	16.94
As	15.44	1/2	@ 0.08

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

M	606.97	d	7.24
As	2.82	1/2	@ 0.45

**CARA INTERNA (centro de losa)**

M	1661.09	d	11.98
As	7.72	1/2	@ 0.20

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

M	2234.15	d	13.90
As	10.39	1/2	@ 0.15

por lo tanto se considerara acero  
1/2 @ 0.20 Temperatura

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

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

**LOSA INFERIOR**

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

**PARED VERTICAL**

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

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

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

**Anclajes y Empalmes del Refuerzo**

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

**Clase y Tipo de Acero de Refuerzo**

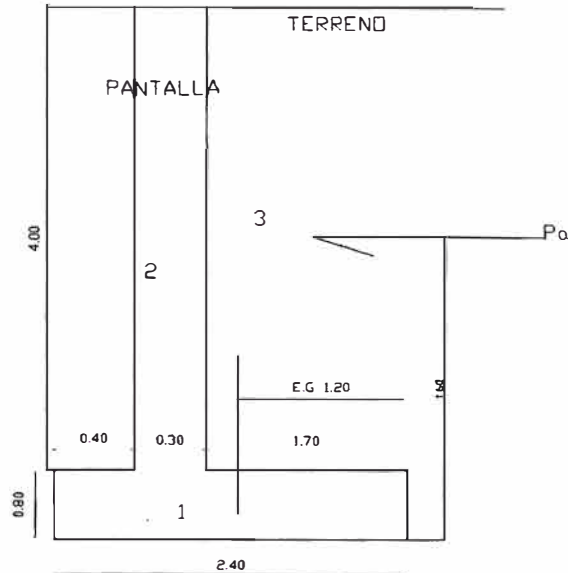
Se empleara acero grado 60 con  $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$

**Concreto**

Se empleara concreto de  $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$

## DISEÑO DE MURO DE SOSTENIMIENTO

### Muro Voladizo



Datos:

Angulo de Fricción Interno  $\theta = 34^\circ$

Peso Especifico del suelo  $\gamma_s = 1800 \text{ kg/m}^3$

Densidad del Concreto  $\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$

$K_a = 0.283$

$f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

	Vol.	$\gamma$	P(t)	$X_a$	$M_{ra}$	$X_t$	$M_{rt}$
1	$2,4 \cdot 0,8 = 1,92$	2,4	4,61	1,2	5,55	0	0
2	$4 \cdot 0,3 = 1,2$	2,4	2,88	0,55	1,58	0,65	1,87
3	$1,7 \cdot 4 = 6,8$	1,8	12,24	1,55	18,97	0,35	-4,28
			P	19,73	Mr =	26,08	-2,41
							9,41
							7

$$P_a = K_a \cdot \gamma_s \cdot h^2 = 1800 \cdot 0.283 \cdot 4.8^2 / 2 = 5.88 \text{ t}$$

$$Mv = 5.88 \cdot 1.6 = 9.41 \text{ t-m}$$

### 1) Estabilidad

$$a) FSV = 26.08/9.41 = 2.77 > 2$$

b)  $f$  = coeficiente de fricción

Nota :  $f=0.5$  es asumido

$$FSD = p \cdot f / Pa = 19.73 \cdot 0.5 / 5.88 = 1.68$$

$$E = 7 / 19.73 = 0.355 < 2.4 / 6 = 0.4 \text{ m}$$

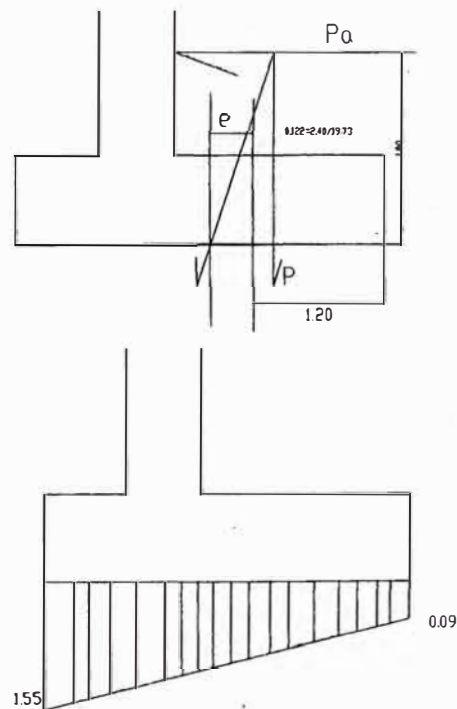
### 2) presiones

$$e = 0.355$$

$$\sigma = \frac{P(1+6e/B)}{B} = \frac{19.73/2.4 (1+6 \cdot 0.355/2.4)}{2.4}$$

$$\sigma_1 = 15.5 \text{ t/m}^2 = 1.55 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm}$$

$$\sigma_2 = 0.92 \text{ t/m}^2 = .092 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm}$$



## 3) Pantalla

$$U1 = 1.5Cm + 1.8CV$$

$$U2 = 0.9CM + 1.8CE$$

i) Por Flexión

$$U = 1.8CE$$

$$Mu = \theta fybw d^2 (1 - 0.59pfy/f'c)$$

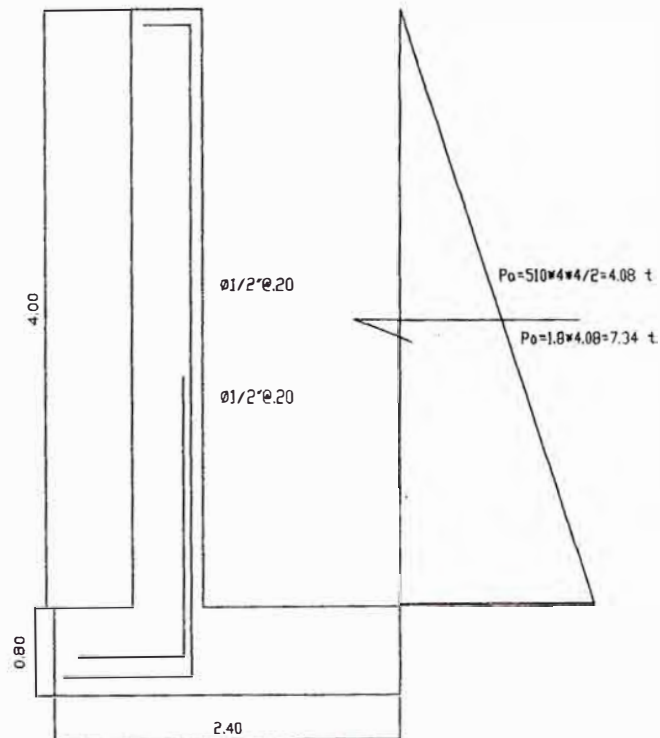
$$P = 0.18 * f'c / fy = 0.075 \text{ cuantía}$$

$$Mu = 25.3bd^2$$

$$Mu = 7.344 * 1.33 = 9.8 \text{ t-m}$$

Para  $b = 100 \text{ cm}$ 

$$d = \sqrt{Mu / 25.3b} = \sqrt{9.8 * 10^5 Mu / 25.3b}$$



$$A_{smas} = (0.85 \sqrt{.7225 - 1.7 \mu / \theta} f_c b w d^2) f_c b d / f_y$$

$$A_{max} = W_{max} * f_c b d / f_y$$

$$A_{smas} = (0.85 \sqrt{.7225 - 1.79.8 * 100000 / .9 * 175 * 100 * 625}) 175 * 100 * 25 / 4200$$

$$A_{min} = 0.0187 b t = 0.018 * 100 * 30 = 5.4 \text{ cm}^2 < 11.06 \text{ cm}^2$$

### Corte

$$\theta V_c = \theta * 0.53 \sqrt{f_c} b w d = .85 * .53 \sqrt{175} 100 * 25 = 14.9 \text{ t} > 7.34 \text{ T Pa}$$

Longitud de desarrollo:

$$L_{db} = 0.06 A_b f_y / \sqrt{f_c} = 0.06 * 1.27 * 4200 / \sqrt{175} = 24.20$$

$$L_{db} = 0.06 b d f_y = 0.006 * 1.27 * 4200 = 32 > 30$$

$$\text{Sea } h = 3.20 \text{ m}$$

$$P_a = 510 (3.2)^2 / 2 = 2.611 \text{ t}$$

$$P_{au} = 2.611 * 1.8 = 4.7 \text{ t}$$

$$\mu = 4.7 * 3.2 / 3 = 5 \text{ t-m}$$

$$A_{sv} = (0.85 \sqrt{.7225 - 1.7 * 5 * 100000 / .9 * 175 * 100 * 625}) 175 * 100 * 25 / 4200 = 5.46 \text{ cm}^2$$

$$\ominus \frac{1}{2}'' @ .20$$

$$H = 3.3 \text{ m (Corte } \theta \text{ vertical)}$$

$$P_a = 510 * (3.3)^2 / 2 = 2.8 \text{ t } P_{au} = 1.8 * 2.8 = 5.04 \text{ t}$$

$$\mu = 5.04 * 3.3 / 3 = 5.55 \text{ t-m}$$

$$A_s = 6.08 \text{ cm}^2 \ominus \frac{1}{2}'' @ .20$$

$$A_{horizontal} = .002 * 100 * 30 = 6 \text{ cm}^2 \ominus \frac{3}{8}'' @ .20$$

### 4) Punta y Talón

$$P_u = 19.73 * 1.5 \quad e = (9.41 * 1.8 + 2.41 * 1.5) / P_u = 0.45 \text{ m}$$

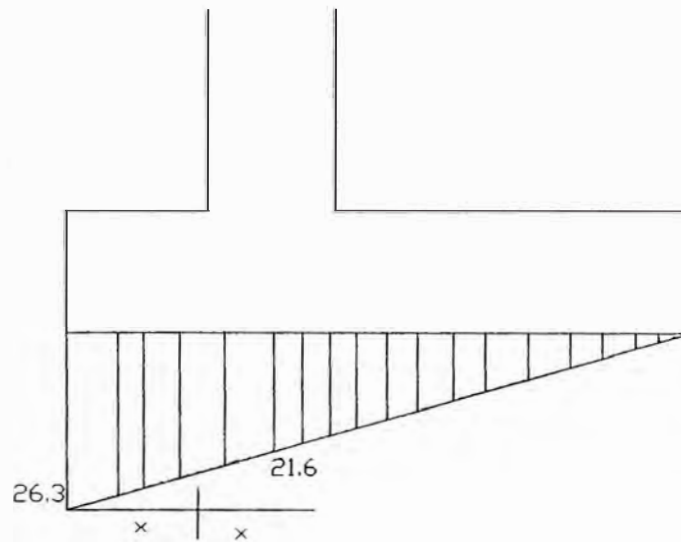
$$\sigma_u = 2P / 3a = 2 * 1.5 * 19.73 / 3 * .75 = 26.3 \text{ t/m}^2$$

i) Punta

$$M_u = 9.53 \cdot .21 - 1.55 \cdot .2 = 1.78 \text{ t-m}$$

$$F_t = 0.85 \cdot \sqrt{f'_c} = 0.85 \cdot \sqrt{175} = 11.2 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = 6M_u/bh^2 = 6 \cdot 1.78 \cdot 100000 / 100 \cdot 80^2 = 1.7 \text{ kg/cm}^2 < 11.2 \text{ kg/cm}^2$$



$$H = 9.58 \text{ t}; x = 0.19; X = 4 - x = .21 \text{ m}$$

Corte :

$$V_u = 9.50 - 1.15 = 8.43 \text{ t} < 37 \text{ t}$$

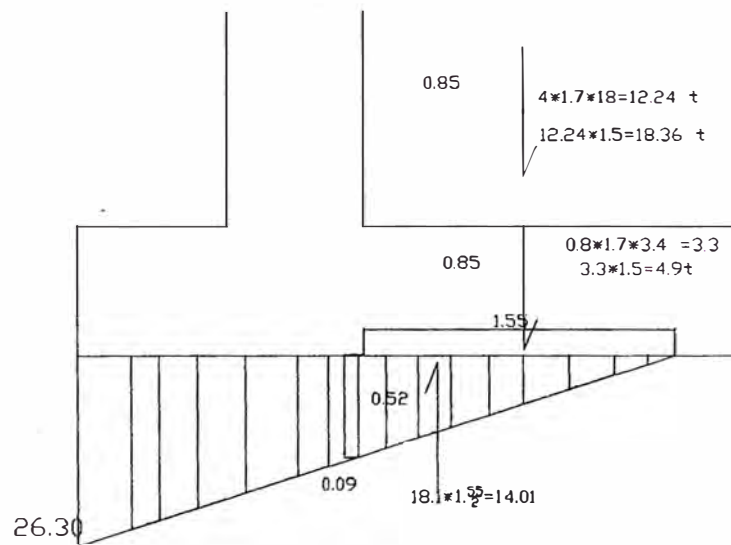
$$V_c = 0.85 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b d / 1000 = 0.85 \cdot \sqrt{175} \cdot 100 \cdot 80 / 1000 = 37 \text{ t}$$

ii) Talón

$$\text{Flexión : } M_u = 1.8 \cdot 36 \cdot .85 + 4.9 \cdot .85 - 14 \cdot .56 = 12.5 \text{ t-m}$$

$$\sigma = 6M_u/bh^2 = 6 \cdot 12.5 \cdot 100000 / 100 \cdot 80^2 = 11.7 \text{ kg/cm}^2 > 11.20 \text{ kg/cm}^2$$





$$A_{sv} = (0.85 \cdot \sqrt{.7225 - 1.7 \cdot 12.5 \cdot 100000 / .9 \cdot 175 \cdot 100 \cdot 75^2}) \cdot 175 \cdot 100 \cdot 75 / 4200 = 45 \text{ cm}^2$$

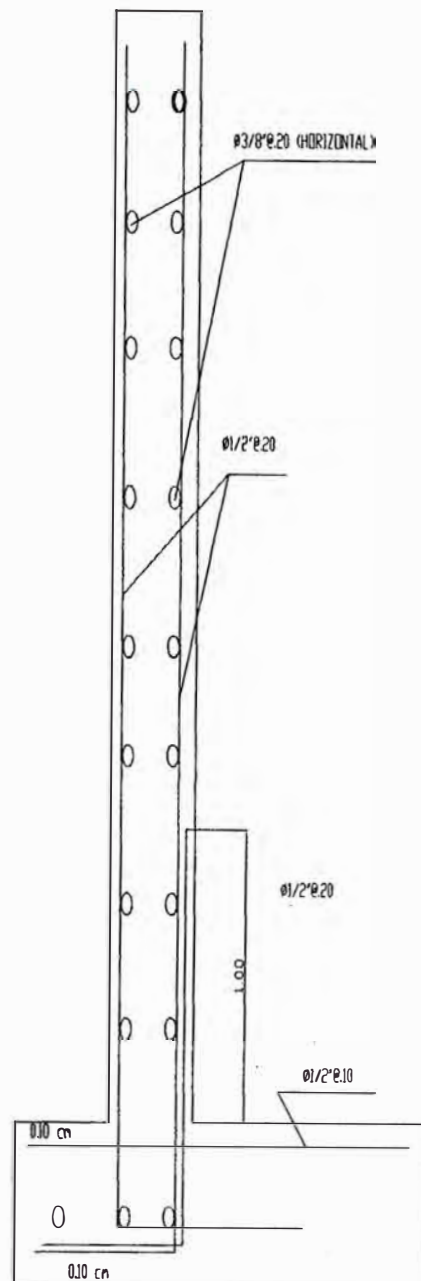
$$A_{min} = 0.0018hb = 0.0018 \cdot 100 \cdot 80 = 14.40 \text{ cm}^2$$

$$\ominus \frac{1}{2}'' @ .10 = 12.7 \text{ cm}^2$$

Corte:

$$V_u = 18.36 + 4.9 - 1.4 = 9.26 < 44.7 \text{ t}$$

$$V_c = 0.85 \cdot 0.53 \sqrt{f'_c} \cdot bd / 1000 = .85 \cdot 0.53 \sqrt{175} \cdot 100 \cdot 15 / 1000 = 44.7 \text{ t}$$



## CUNETAS

Para el diseño de cunetas en el presente proyecto hemos tenido las siguientes consideraciones:

### MATERIAL

Las cunetas irán revestidas en concreto  $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$

### PENDIENTE

La pendiente será de igual a la del trazo, el periodo de retorno considerado es de 20 años.

### DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE ESCURRIMIENTO

Para la determinación del caudal de escurrimiento, se usó utilizó la fórmula MAC – MATH, cuya expresión es la siguiente:

$$Q = K P A^{0.58} i^{0.42}$$

Donde:

Q = Ecurrimiento en lt/seg.

P = Precipitación máxima en 24 horas expresada en mm.

i = Pendiente en %

K = Coeficiente que depende del tiempo de retorno.

A = Área de influencia en hectáreas.

### PRECIPITACIÓN

Tramo	Km.	Precipitación P ( mm.)	Intensidad I (mm/h)	Caudal (m3/s)	Caudal "Q" (Us)
2	67+000 - 70+000	42.9	22.18	0.133	133

Áreas y Pendientes motivos de cálculos:

- Entre el km 67+200- 67+400, área = 1.5 Ha con pendiente  $i = 6.54 \%$
- Entre el km 67+400-67+600, área = 1.0 Ha con pendiente  $i = 3.68 \%$

K = 0.43 para T = 50 años

K = 0.22 para T = 10 años.

K = 0.11 para T = 5 años

Siendo:

K = 0.11 se elige para un T=5 años

i = 6,54%

A = 1.5 Has

P = 42.9 mm/día

Tenemos:

$$Q = 0.11 \times 42.9 \times 1.5^{0.58} \times 6.54^{0.42}$$

$$Q = 13.14 \text{ lt/seg.}$$

$$Q = 0.013 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Mediante el método racional:

$$Q = (1/36) \text{ C.I.A.}$$

$$C = \text{Coeficiente de escorrentía} = 0.44$$

$$I = \text{Intensidad de lluvia en mm/hora} = 42.9/24 = 1.79 \text{ mm/Hora.}$$

$$A = \text{Área de influencia} = 1.5 \text{ Km}^2$$

1

$$Q = \frac{1}{36} \times 0.44 \times 1.79 \times 1.5$$

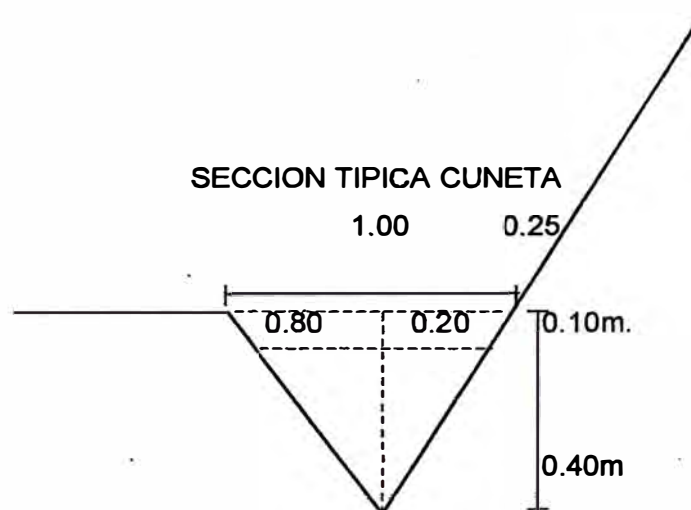
36

$$Q = 0.033 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Tomando el caudal más crítico tenemos nuestro caudal de diseño:

$$Q = 0.033 \text{ m}^3/\text{seg.} = 33 \text{ lt/seg.}$$

Teniendo en consideración las Normas Peruanas, para el diseño de carreteras, que en su Capítulo VI, fija especificaciones para el diseño de obras de drenaje, en el presente estudio hemos determinado la utilización de cunetas triangulares de 1.00 de ancho y 0.50 m. de profundidad, a partir del borde de las sub-rasante, por consiguiente dejando un borde libre como seguridad de 0.10 m., tendremos un tirante de 0.40 m., tendremos entonces que la sección de nuestra cuneta, tendrá la siguiente sección:



Donde:

$$A = \frac{1 \times 0.40}{2} = 0.20 \text{ M}^2$$

$$P = 0.90 + 0.45 = 1.35 \text{ m.}$$

$$R = \frac{0.20 \text{ m}^2}{1.35 \text{ m}} = 0.148 \text{ m.}$$

### DETERMINACIÓN DE LA PENDIENTE CRÍTICA

De la fórmula de MANNING se tiene:

$$Q = AV = A \times \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{N}$$

$$S = \left[ \frac{nv}{R^{2/3}} \right]^2$$

Valores "n"

Terrenos en Tierra	0.025
Concreto	0.017
Mampostería de Piedra	0.025

### PARA CUNETAS REVESTIDAS CON CONCRETO

$$n = 0.017$$

$$v = 3.5 \text{ m/seg}$$

$$S = \left[ \frac{nv}{R^{2/3}} \right]^2$$

$$S = \left[ \frac{0.017 \times 3.50}{0.148^{2/3}} \right]^2 = 4.52\%$$

$$S = 4.50\%$$

## DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LAS CUNETAS PARA LAS PENDIENTES DE PROYECTO

Analizaremos para la pendiente mínima 3.68% y para pendiente máxima 6.54%

### Para Pendiente S = 3.68 %

S = 3.68% cuneta revestida con concreto

$$A = 0.20 \text{ m}^2$$

$$S = 3.68\%$$

$$R = 0.148 \text{ m.}$$

$$n = 0.017$$

$$A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$Q = \frac{\quad}{\quad}$$

n

$$0.20 \times 0.148^{2/3} \times 0.0368^{1/2}$$

$$Q = \frac{\quad}{0.017} = 0.63$$

0.017

$$Q = 0.63 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.033 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

### Para Pendiente S = 6.54 %

S = 6.54 % Cuneta revestida con concreto

$$A = 0.20 \text{ m}^2$$

$$S = 6.54\%$$

$$R = 0.148 \text{ m.}$$

$$n = 0.017$$

$$Q = \frac{0.20 \times 0.148^{2/3} \times 0.0654^{1/2}}{0.017}$$

0.017

$$Q = 0.84 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.033 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Por lo deducido en la capacidad de cunetas, podemos determinar que la sección de la cuneta, satisface ampliamente el caudal de escurrimiento de la zona del proyecto.

**ANEXO II : PANEL FOTOGRAFICO**



**Foto No 01: km 67+020 Alcantarilla No 01**



**Foto No 02: km 67+324 Alcantarilla No 02**

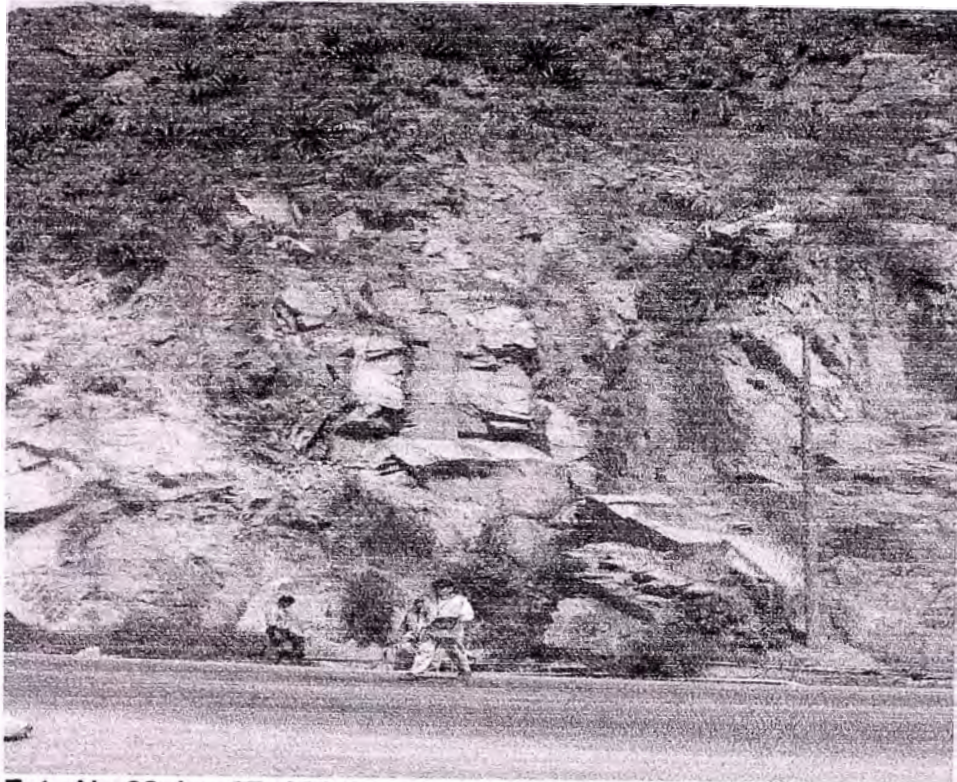


Foto No 03: km 67+380 Alcantarilla No 03



Foto No 04: km 67+580 Alcantarilla No 04





Foto No 05: km 67+850 Alcantarilla No 05



Foto No 06: km 68+340 Alcantarilla No 06



Foto No 07: km 68+497 Alcantarilla No 07

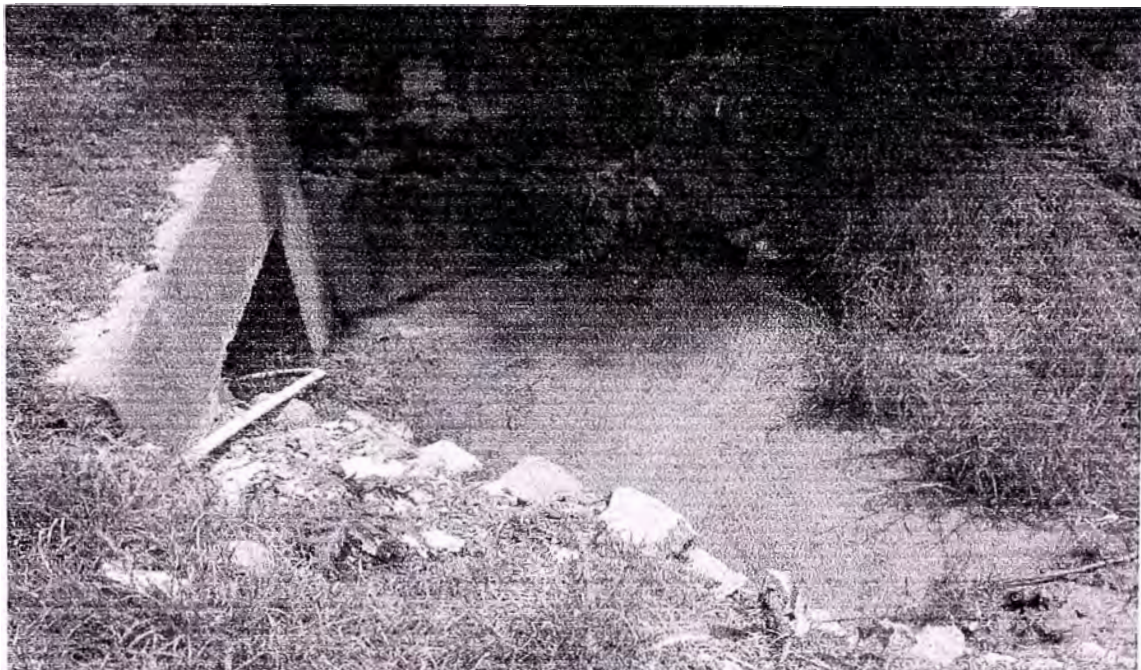


Foto No 08: km 68+710 Alcantarilla No 08



Foto No 09: km 68+913 Alcantarilla No 09



Foto No 10: km 69+100 Alcantarilla No 10



Foto No 11: km 69+399 Alcantarilla No 11

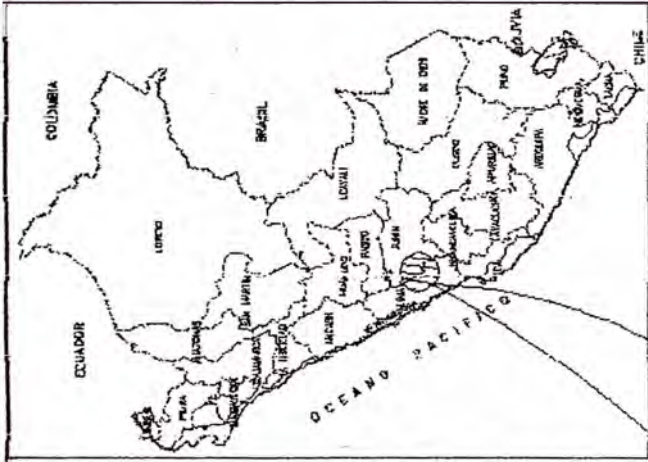


Foto No 12: km 69+520 Alcantarilla No 12

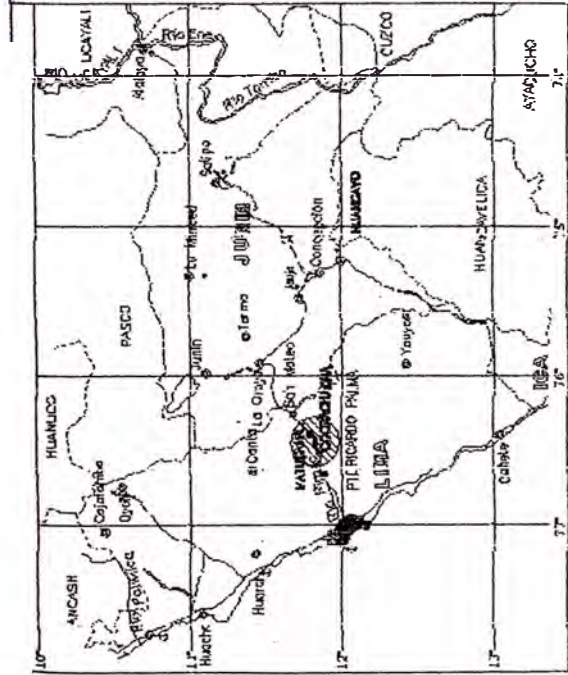


**FOTO DEL GRUPO No 08 EN LA ZONA DE CAMPO**

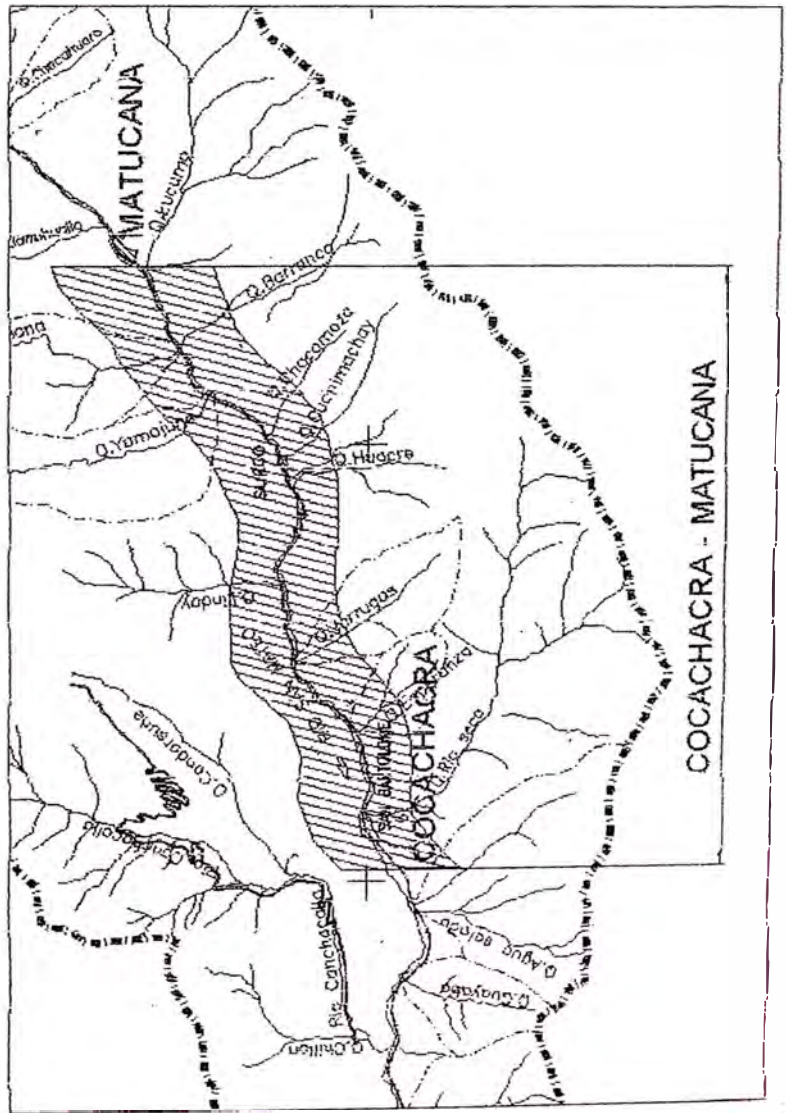
## **ANEXO III: PLANOS**

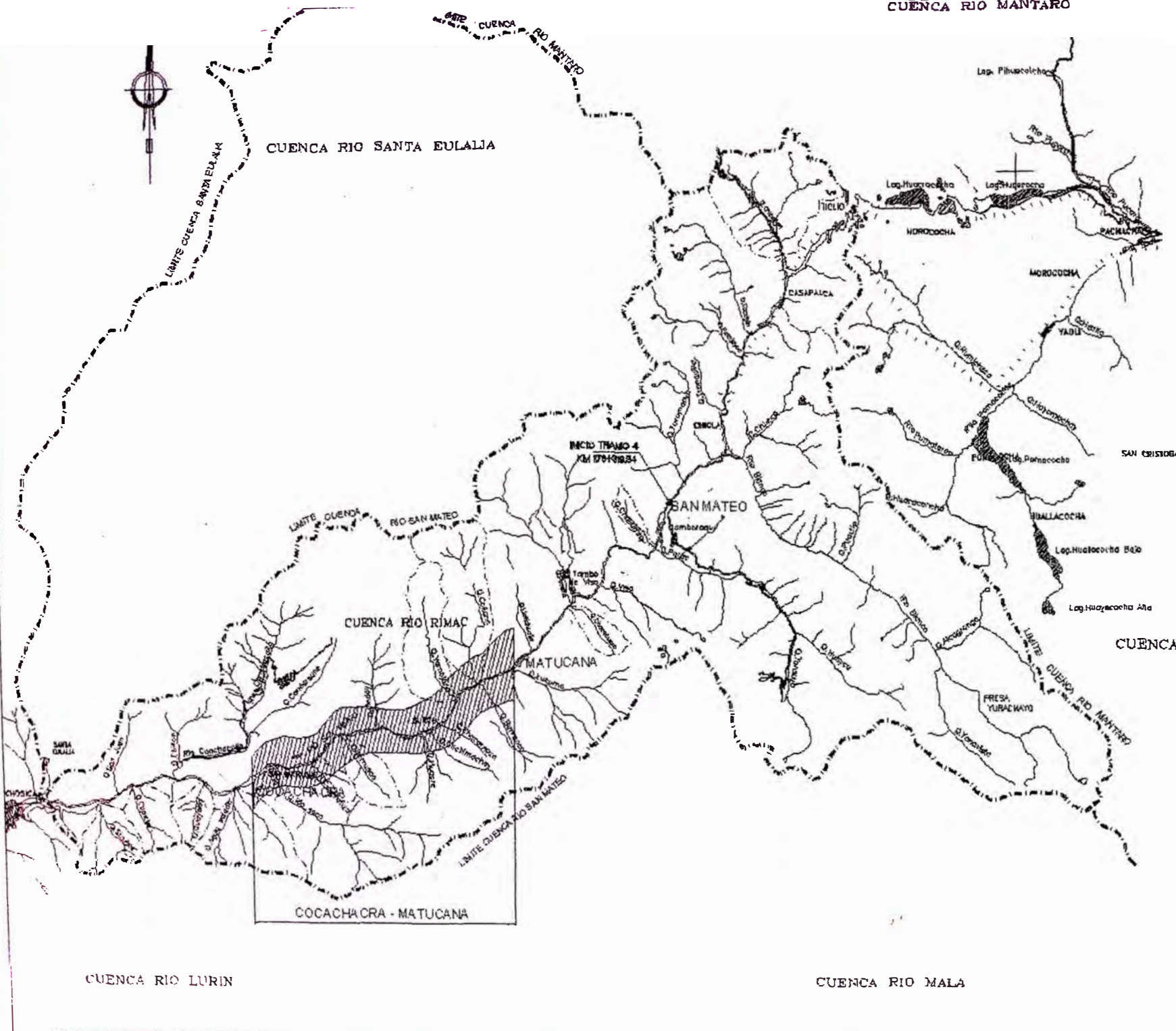


UBICACION



LOCALIZACION





LEYENDA

LIMITE CUENCA RÍO MANTARO	
LIMITE CUENCA RÍO SAN MATEO	
LIMITE CUENCA RÍO STA EULALIA	
LAGUNAS	
RÍOS Y QUEBRADAS	
POBLADOS	

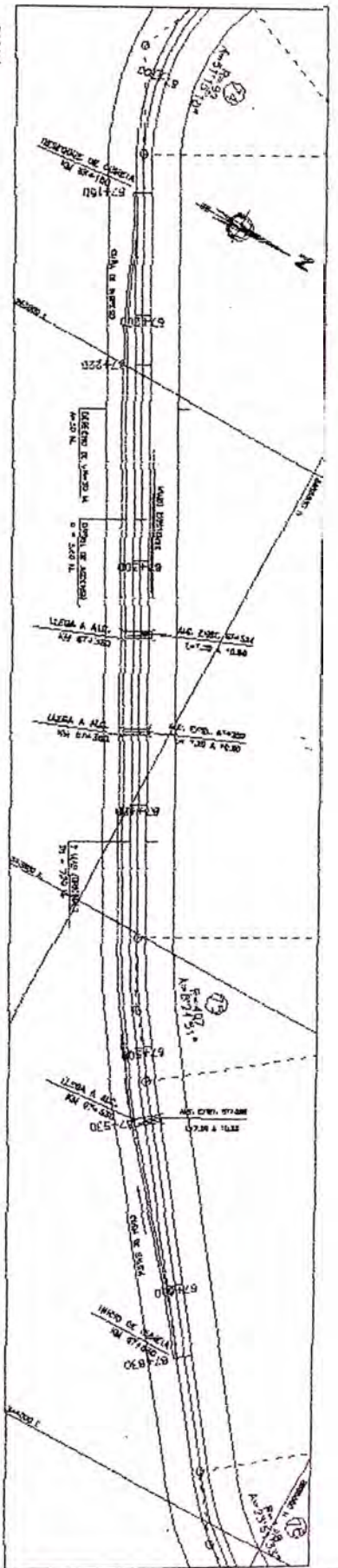
NOTA:  
SE HA GRAFICADO TODA EL AREA DE LA CUENCA DEL ESTUDIO, QUE ABARCA HASTA LA LINEA DIVISORIA DE AGUAS (TICLIO)

CUENCA RÍO LURIN

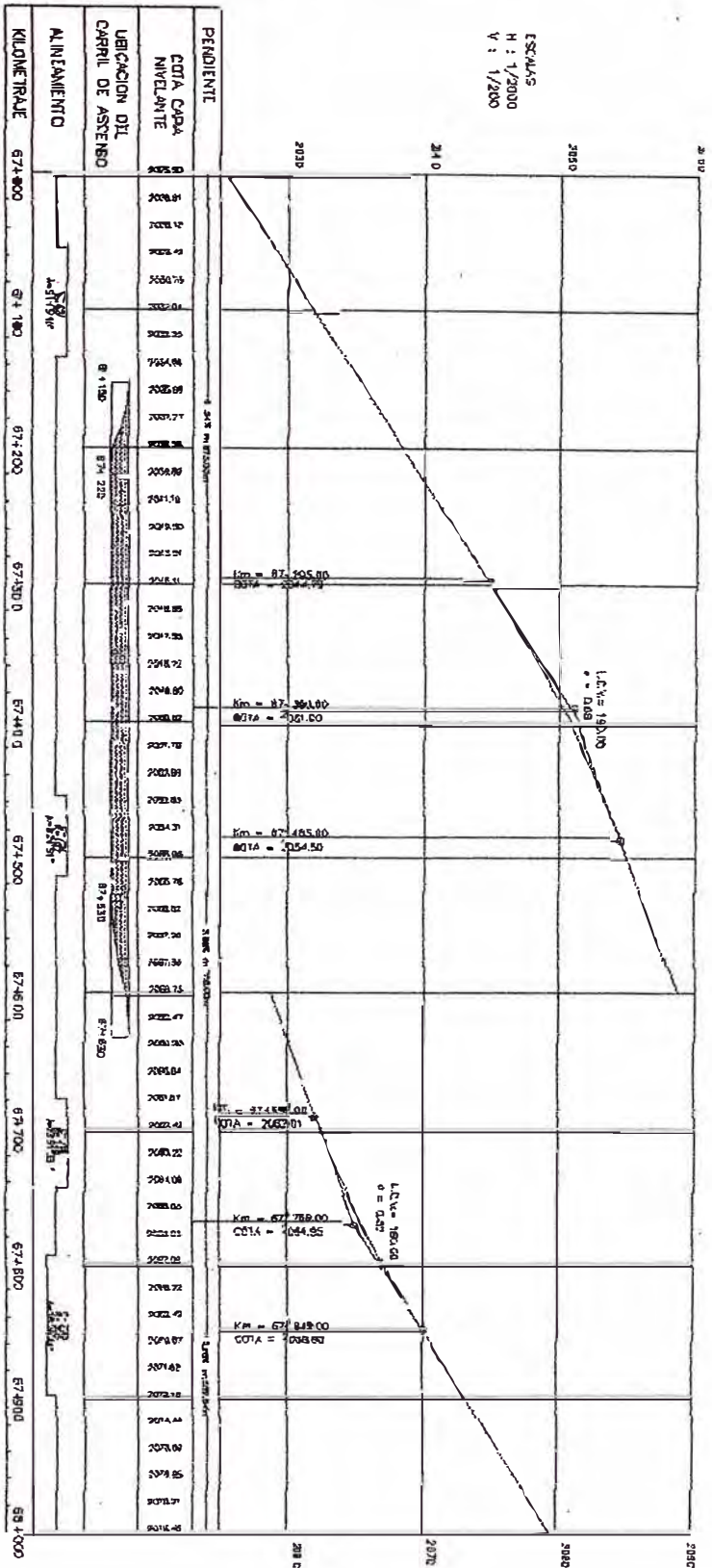
CUENCA RÍO MALA



ESCALA  
1/1800



ESCALAS  
H : 1/2000  
V : 1/200



PROYECTO PROFESIONAL POR ACTUALIZACION DE CONDICIONES

GRUPO  
No 8

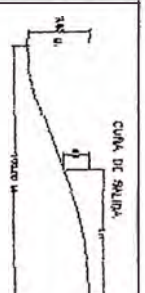
PROYECTO	ACTUALIZACION DE CONDICIONES
FECHA	15/05/2010
PROYECTANTE	GRUPO No 8
PROYECTO	ACTUALIZACION DE CONDICIONES

MEJORAMIENTO DEL PAISAJE VEHICULAR  
CARRETERA COACHACABA - MATUCANA

PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL  
K=67+130 - K=67+600



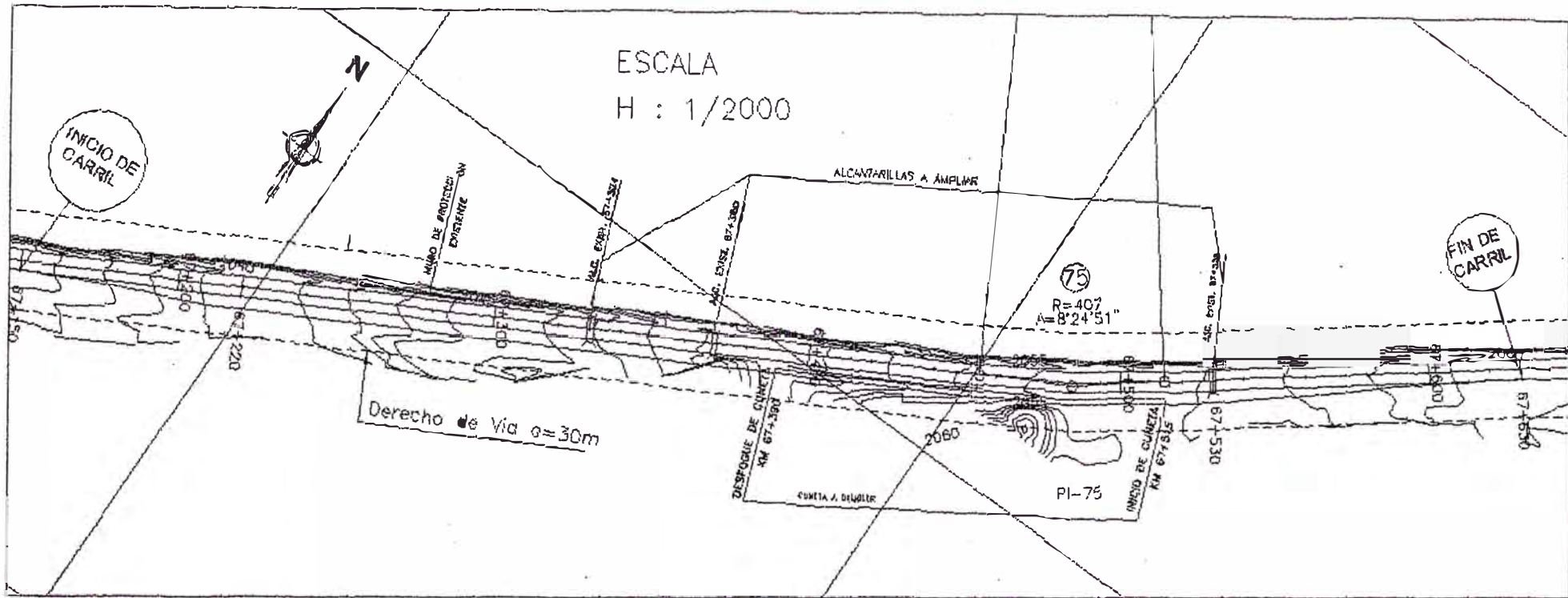
LN	SN
0.0000	0.0000
1.5000	0.0020
3.0000	0.0040
4.5000	0.0140
6.0000	0.0475
7.5000	0.1080
9.0000	0.1920
10.5000	0.2960
12.0000	0.4240
13.5000	0.5720
15.0000	0.7360
16.5000	0.9120
18.0000	1.1040
19.5000	1.3160
21.0000	1.5440
22.5000	1.7920
24.0000	2.0560
25.5000	2.3400
27.0000	2.6480
28.5000	2.9760
30.0000	3.3280
31.5000	3.7080
33.0000	4.1200
34.5000	4.5580
36.0000	5.0280
37.5000	5.5360
39.0000	6.0760
40.5000	6.6440
42.0000	7.2440
43.5000	7.8800
45.0000	8.5480
46.5000	9.2440
48.0000	9.9760
49.5000	10.7400
51.0000	11.5360
52.5000	12.3680
54.0000	13.2400
55.5000	14.1480
57.0000	15.0880
58.5000	16.0640
60.0000	17.0720
61.5000	18.1160
63.0000	19.1920
64.5000	20.3040
66.0000	21.4480
67.5000	22.6320
69.0000	23.8520
70.5000	25.1040
72.0000	26.3920
73.5000	27.7200
75.0000	29.0840
76.5000	30.4880
78.0000	31.9360
79.5000	33.4320
81.0000	34.9720
82.5000	36.5520
84.0000	38.1760
85.5000	39.8400
87.0000	41.5480
88.5000	43.3040
90.0000	45.1120
91.5000	46.9680
93.0000	48.8760
94.5000	50.8320
96.0000	52.8400
97.5000	54.8960
99.0000	57.0040
100.0000	59.1680



LN	SN
0.0000	0.0000
1.5000	0.0020
3.0000	0.0040
4.5000	0.0140
6.0000	0.0475
7.5000	0.1080
9.0000	0.1920
10.5000	0.2960
12.0000	0.4240
13.5000	0.5720
15.0000	0.7360
16.5000	0.9120
18.0000	1.1040
19.5000	1.3160
21.0000	1.5440
22.5000	1.7920
24.0000	2.0560
25.5000	2.3400
27.0000	2.6480
28.5000	2.9760
30.0000	3.3280
31.5000	3.7080
33.0000	4.1200
34.5000	4.5580
36.0000	5.0280
37.5000	5.5360
39.0000	6.0760
40.5000	6.6440
42.0000	7.2440
43.5000	7.8800
45.0000	8.5480
46.5000	9.2440
48.0000	9.9760
49.5000	10.7400
51.0000	11.5360
52.5000	12.3680
54.0000	13.2400
55.5000	14.1480
57.0000	15.0880
58.5000	16.0640
60.0000	17.0720
61.5000	18.1160
63.0000	19.1920
64.5000	20.3040
66.0000	21.4480
67.5000	22.6320
69.0000	23.8520
70.5000	25.1040
72.0000	26.3920
73.5000	27.7200
75.0000	29.0840
76.5000	30.4880
78.0000	31.9360
79.5000	33.4320
81.0000	34.9720
82.5000	36.5520
84.0000	38.1760
85.5000	39.8400
87.0000	41.5480
88.5000	43.3040
90.0000	45.1120
91.5000	46.9680
93.0000	48.8760
94.5000	50.8320
96.0000	52.8400
97.5000	54.8960
99.0000	57.0040
100.0000	59.1680

LEYENDA			
EST. A DEMOLIR	PROGRESIVA	LONG. ACTUAL	ZONA A DEMOLIR
ALC. No 01	67+324	72	ALAS DE LLEGADA
ALC. No 02	67+380	72	ALAS DE LLEGADA
ALC. No 03	67+428	72	ALAS DE LLEGADA
CUNETAS	67+515-67+500	125	TODAS

METRADOS DE DEMOLICION	
EST. A DEMOLIR	CANT.
ALC. No 01	2,70 H3
ALC. No 02	2,80 H3
ALC. No 03	3,30 H3
CUNETAS	88,00 H3



TITULACION PROFESIONAL POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS  
CURSO INTEGRADOR TIPO TALLER - PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

BACH. LAJA TAFUR ROBERTO JULIAN

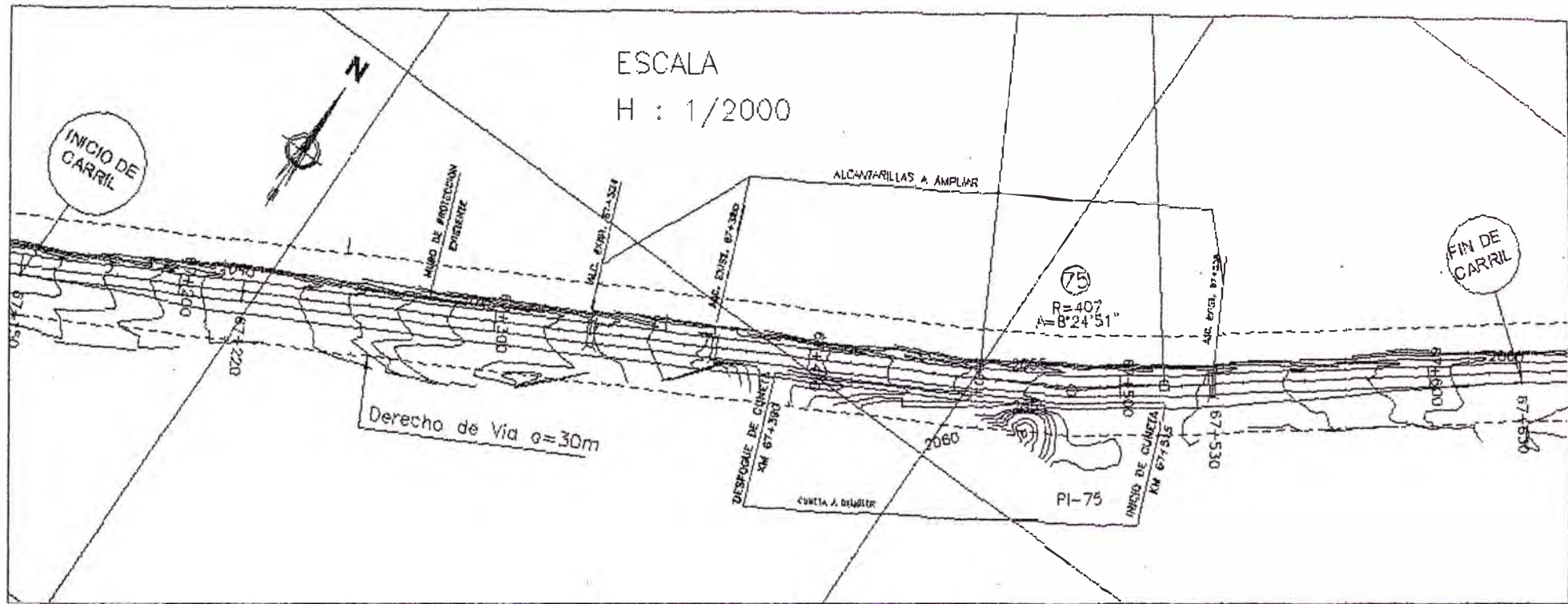
PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLAS  
CUNETAS Y MUROS DE SOSTENIMIENTO

ESTRUCTURA A DEMOLER  
Km 67+000 - Km 68+000

DM.01

LEYENDA			
EST. A DEMOLIR	PROGRESIVA	LONG. EST. (M)	ZONA A DEMOLIR
ALC. No. 01	87+324	7.2	ALAS DE LLEBADA
ALC. No. 02	87+385	7.2	ALAS DE LLEBADA
ALC. No. 03	87+529	7.2	ALAS DE LLEBADA
CUNETAS	87+515-87+530	12	TOTAL

METRADOS DE DEMOLICION	
EST. A DEMOLIR	DMO
ALC. No. 01	2.70 H3
ALC. No. 02	2.80 H3
ALC. No. 03	3.30 H3
CUNETAS	18.00 H3



TITULACION PROFESIONAL POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS  
CURSO INTEGRADOR TIPO VALLER - PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

BACH. LAJA TAFUR ROBERTO JULIAN

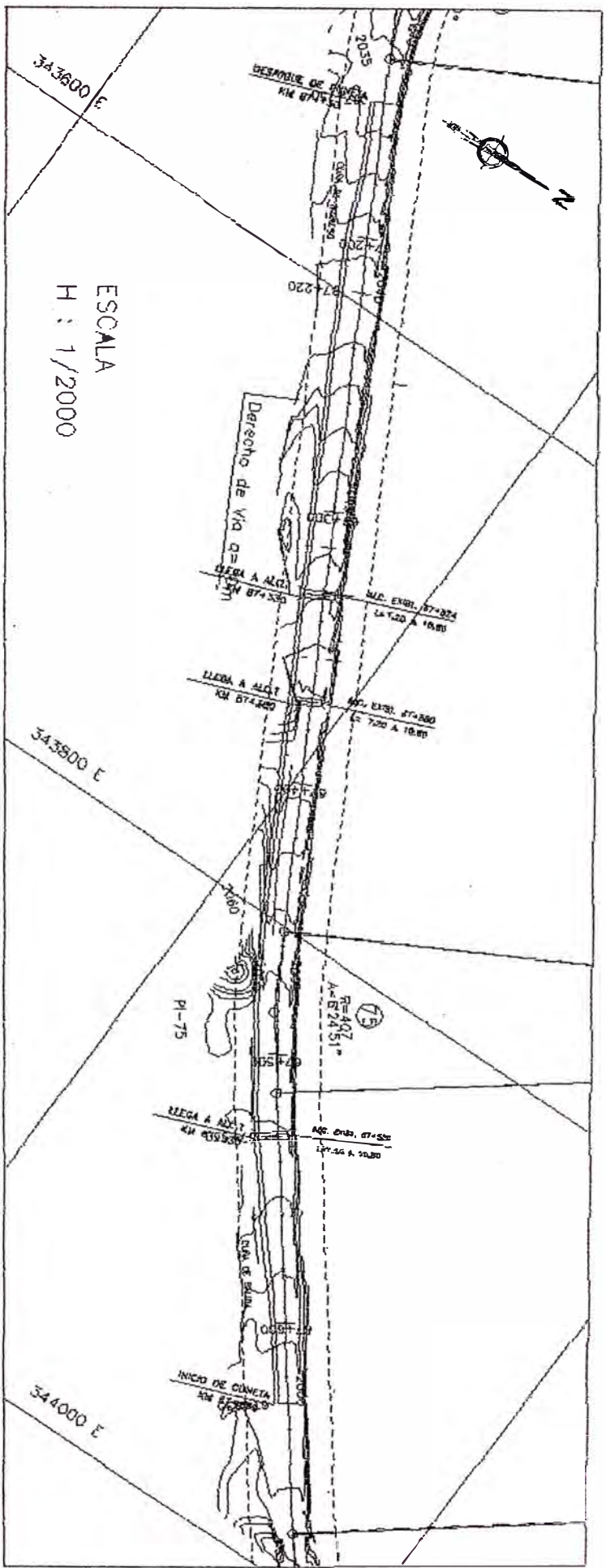
PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLAS  
CUNETAS Y MURD DE SOSTENIMIENTO

ESTRUCTURA A DEMOLIR  
Km 87+000 - Km 88+000

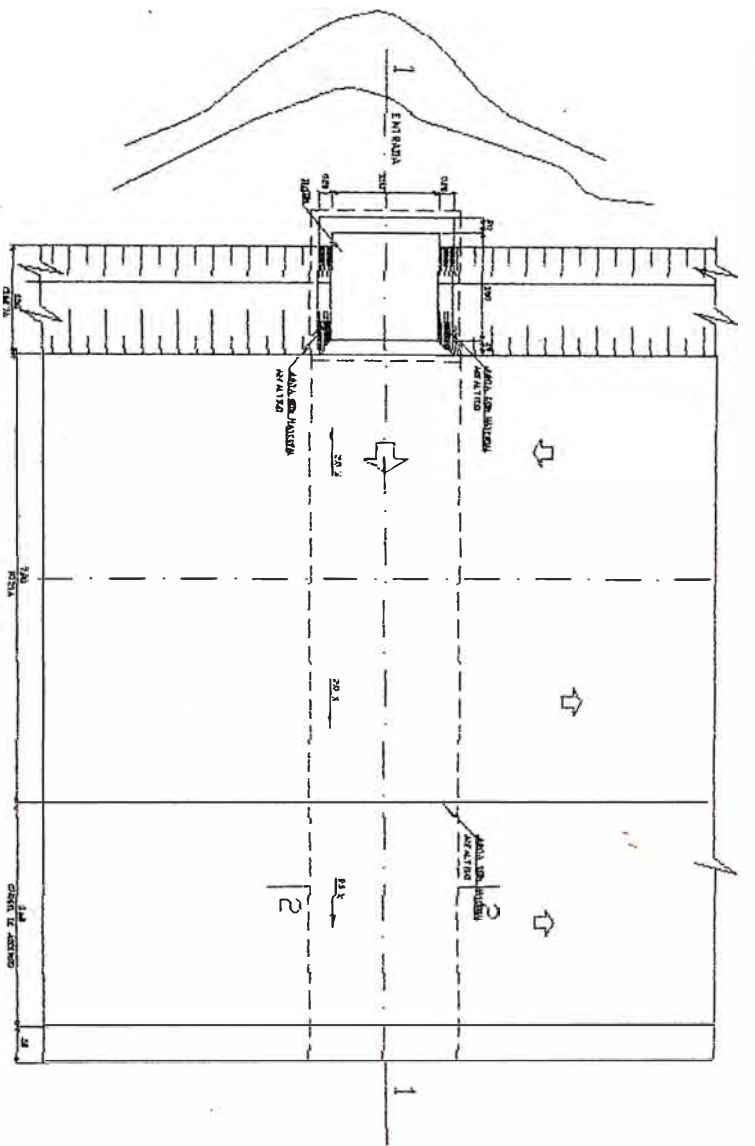
APROBADO POR EL DISEÑADOR	REVISADO POR EL INGENIERO	ESCALA	FORMA	FECHA
ESCALA:	FECHA:			
				DM.01

LIVELLO			
Quota	Profilo	Quota	Profilo
ALT. IN. DI	07+274	24	5.8
ALT. IN. DI	07+280	25	5.8
ALT. IN. DI	07+300	26	5.8
ALT. IN. DI	07+320	27	5.8
ALT. IN. DI	07+340	28	5.8
ALT. IN. DI	07+360	29	5.8
ALT. IN. DI	07+380	30	5.8

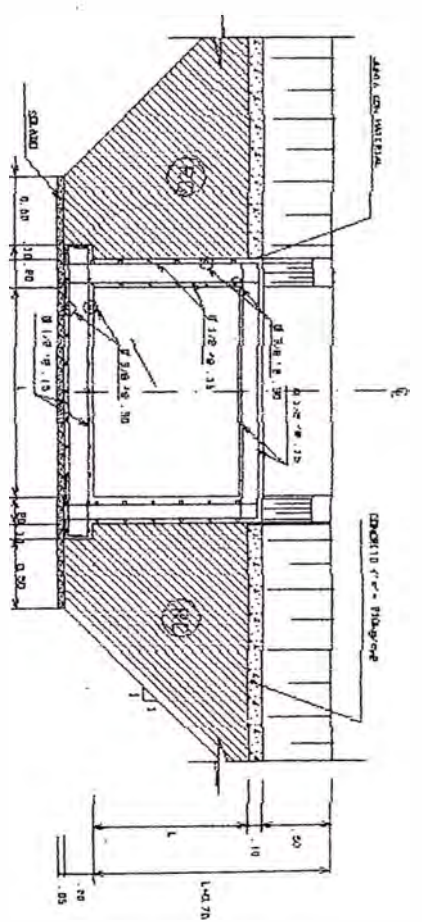
DATI DI PROFILO	
Quota	Profilo
24	5.8
25	5.8
26	5.8
27	5.8
28	5.8
29	5.8
30	5.8



SERVIZIO PROFESSIONALE PER ATTUAZIONE DE CONCORDAMENTI CORSO INTEGRADOR TIPO VALLE - DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL VIAL	BACH. LILIA TAPUR ROBERTO JULIAN	PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE ALICATILLAS CUBERTAS Y KUROS DE SOSTENIMIENTO	ESTRUCTURAS PROYECTADAS Km 87+1000 - Km 89+000	Elaborado en JTC & Modificado	Fecha	ETP-01
---	----------------------------------	---	---	-------------------------------	-------	--------

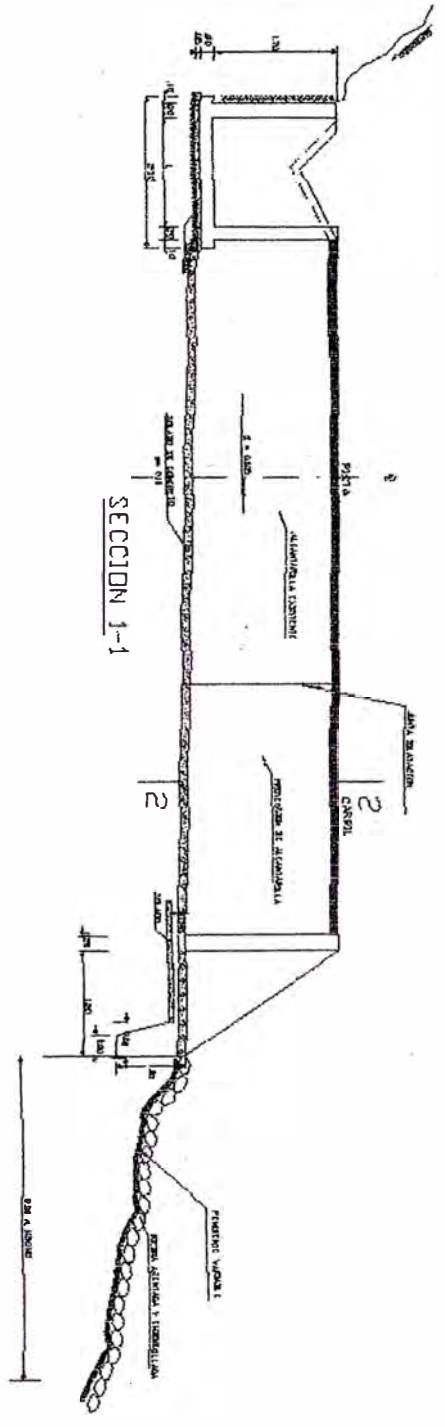


PLANTA  
 ESO 1:50



SECCION 2-2  
 ESO 1:50

1: = VARIANTE DE 1.50 y 2.00



SECCION 1-1