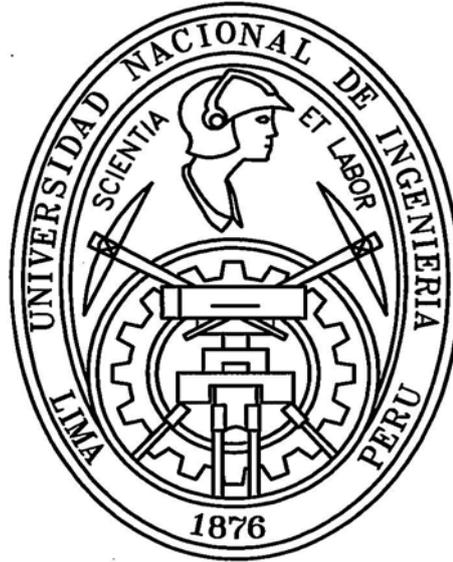


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL.**



**PROYECTO MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA
CARRETERA COCACHACRA-MATUCANA
DEL Km. 67+000 AL Km. 70+000
"CARRIL DE ASCENSO: DISEÑO GEOMETRICO, SEÑALIZACION Y
SEGURIDAD VIAL"**

- INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Bach. Jorge Martín Ortiz Guzmán

Lima-Perú

2,006

A mis Padres, Jorge y Margarita, por plantar la semilla y cuidarla con amor.

Por su esfuerzo.

A mi Esposa, Cecilia, por acompañarme y apoyarme en mi desarrollo.

Por su amor.

A mi Hija, Micaela, por motivarme cada día a dar más frutos.

Por su sonrisa.

- J. Martín Ortiz G., Julio 2006

INDICE

	Pág.
RESUMEN	5
INTRODUCCION	7
CAPITULO 1 ANTECEDENTES	9
1.1 ALCANCES	10
1.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO	11
1.2.1 DESCRIPCION DE LA ZONA DEL PROYECTO	11
1.2.1.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA	11
1.2.1.2 ASPECTOS GEOPOLITICOS	11
1.2.2 ANALISIS Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS	11
1.2.3 CONSTRUCCION DE CARRIL DE ASCENSO	13
1.2.3.1 LINEAMIENTOS GENERALES	13
1.2.3.2 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO	13
1.2.3.3 ASPECTOS DEL DISEÑO	14
1.3 INGENIERIA DE TRANSITO	15
1.3.1 RED Y SISTEMA DE TRANSPORTE	15
1.3.2 TRABAJOS REALIZADOS	15
1.3.3 ENCUESTAS DE ORIGEN Y DESTINO	16
1.3.4 ESTUDIO VOLUMETRICO	16
1.3.4.1 TRAMOS HOMOGENEOS	17
1.3.4.2 UBICACIÓN DE LA ESTACION DE CONTROL	17
1.3.4.3 ESTIMACION DEL TRÁFICO ACTUAL	17
1.3.4.4 RESULTADOS	19
1.3.5 PROYECCION DE TRANSITO	20
1.3.5.1 TRAFICO NORMAL	20
1.3.5.2 TRAFICO NORMAL PROYECTADO	21
1.3.5.3 TRAFICO INDUCIDO O GENERADO	21
1.3.5.4 TRAFICO TOTAL	21
1.4 DISEÑO GEOMETRICO	23
1.4.1 TRAZO Y DISEÑO	23
1.4.2 PERFIL LONGITUDINAL	23
1.4.3 SECCIONES TRANSVERSALES	24
1.5 ESTUDIO DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA	28
1.5.1 ESTUDIO DE GEOLOGIA	28
1.5.2 ESTUDIO DE GEOTECNIA	29
1.5.3 DISEÑO DE PAVIMENTO	30

1.6	ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO	31
1.6.1	ESTUDIO HIDROLOGICO	31
1.6.1.1	DESCRIPCION DE TRAMO EN ESTUDIO	31
1.6.1.2	ANALISIS DE SUBCUENCAS	32
1.6.1.3	CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS	32
1.6.1.4	PARAMETROS FISICOS Y GEOMORFOLOGICOS	33
1.6.1.5	ESTIMACION DE CAUDALES MAXIMOS	34
1.6.2	ESTUDIO HIDRAULICO	37
1.6.2.1	ALCANTARILLAS	37
1.6.2.2	CUNETAS	38
1.7	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL	39
1.8	EVALUACION ECONOMICA	40
1.8.1	IDENTIFICACION DE BENEFICIOS	40
1.8.2	MEDICION DE BENEFICIOS DIRECTOS	40
1.8.2.1	BENEFICIOS SOCIALES	40
1.8.2.2	VALOR SOCIAL DEL TIEMPO	40
1.8.3	ANALISIS DE COSTOS	41
1.8.3.1	INVERSION	41
1.8.3.2	COSTO DE MOLESTIAS DURANTE LA CONSTRUCCION	41
1.8.3.3	COSTO DE MANTENIMIENTO	41
1.9	IMPACTO AMBIENTAL	42
CAPITULO 11 DISEÑO GEOMETRICO		43
2.1	DISEÑO GEOMETRICO DE LA VIA ACTUAL	44
2.1.1	TOPOGRAFIA	44
2.1.2	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS	48
2.1.3	ANALISIS DE VISIBILIDAD	49
2.2	DISEÑO GEOMETRICO DEL CARRIL DE ASCENSO	62
2.2.1	ASPECTOS GENERALES	62
2.2.2	VELOCIDAD DIRECTRIZ	63
2.2.3	NECESIDAD DEL CARRIL	63
2.2.4	DIMENSIONAMIENTO	69
2.2.5	CALCULO DE LAS CUNIAS DE INGRESO Y DE SALIDA	71
2.3	BOMBEO Y PERALTE A LO LARGO DEL CARRIL DE ASCENSO	76
2.3.1	BOMBEO	76
2.3.2	DESPLAZAMIENTO DE UN VEHICULO SOBRE UNA CURVA CIRCULAR	76

2.3.3	VELOCIDAD, CURVATURA, PERALTE Y FRICCION	81
2.3.4	TRANSICION DEL PERALTE	83
CAPITULO 111	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL	88
3.1	GENERALIDADES	89
3.2	CRITERIOS DE DISEÑO	90
3.2.1	SEÑALIZACION VERTICAL	90
3.2.2	SEÑALIZACION HORIZONTAL	94
3.3	SEGURIDAD VIAL	96
3.3.1	GUARDAVIAS	96
3.3.2	TACHAS BIDIRECCIONALES RETROREFLECTANTES	96
3.3.3	POSTES DELINEADORES	97
3.3.4	PINTADO DE PARAPETOS	98
3.4	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL DEL CARRIL DE ASCENSO	99
	CONCLUSIONES	100
	RECOMENDACIONES	103
	BIBLIOGRAFIA	105
	ANEXOS	107
A.	DEL DISEÑO GEOMETRICO	108
A.1	ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTALES	109
A.2	REFERENCIAS DE PI's	110
A.3	PLANOS DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL, PLANO DE SECCION TIPICA (EXISTENTES)	119
A.4	PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL, PLANO DE SECCIONES (CARRIL DE ASCENSO)	124
B.	DE LA SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL	127
B.1	INVENTARIO DE SEÑALES PREVENTIVAS	128
B.2	INVENTARIO DE SEÑALES REGLAMENTARIAS	129
B.3	INVENTARIO DE SEÑALES INFORMATIVAS	129
B.4	INVENTARIO DE GUARDAVIAS	129
B.5	INVENTARIO DE TACHAS DELINEADORAS RETROREFLECTANTES	130
B.6	INVENTARIO DE POSTES DELINEADORES	131
B.7	PLANO DE SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL	132

RESUMEN

"Mejoramiento del Flujo Vehicular en la Carretera Cocachacra - Matucana (del Km. 67 al Km. 70)"

-carril de Ascenso: Diseño Geométrico, Señalización y Seguridad Vial-

Bach. Jorge Martín Ortiz Guzmán

Página N° 5

RESUMEN

La zona de estudio del presente informe es el tramo Cocachacra-Matucana, de la Carretera Héroes de la Breña, específicamente entre los kilómetros 67+000 y 70+000. En este tramo se observa el problema de las colas de vehículos.

Las pendientes pronunciadas, mantenidas en tramos largos, tienen un efecto desfavorable en los vehículos pesados, en subida, al producirles una reducción de su velocidad. Esto produce la formación de colas de vehículos, siendo afectados de esta forma los vehículos ligeros.

Para solucionar dicho problemas se plantean las alternativas: 1) Construcción de Un Tercer Carril. 2) Construcción de Vía Alternativa. 3) Construcción de Carril de Ascenso. De las 3 se selecciona la tercera, por ser la más práctica y económica.

A lo largo de los 3 kilómetros de carretera se efectuaron los estudios de ingeniería siguientes: Ingeniería de Tránsito, Diseño Geométrico, Estudio de Geología y Geotecnia, Estudio Hidrológico e Hidráulico, Señalización y Seguridad Vial, Evaluación Económica e Impacto Ambiental.

El presente informe desarrolla de manera particular el Diseño Geométrico del Carril de Ascenso, así como la Señalización y Seguridad Vial.

Se toma como base el diseño geométrico de la vía actual, así como la topografía del lugar. Se ha efectuado también un análisis de visibilidad en 4 curvas seleccionadas del tramo en estudio.

Con los criterios respectivos se determina la necesidad del carril de ascenso y se justifica su construcción. Según la topografía encontrada se selecciona un lugar adecuado para su ubicación.

Para dimensionar el carril se toma los criterios del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001). El ancho del carril de ascenso es el mismo que el de la vía original. La longitud mínima del carril es de 250 m., en este caso tomamos una longitud de 310 m. ya que la topografía así lo permite.

Además se tiene 2 longitudes para el ingreso y la salida, denominadas cuña de ingreso y cuña de salida respectivamente, en las cuales el ancho de la vía se va ampliando gradualmente.

La señalización del carril de ascenso se realiza teniendo cuidado de que no se confunda este carril como una ampliación de la vía de 2 carriles a una vía de 3 carriles, además se dota de elementos de seguridad vial al carril.

INTRODUCCION

INTRODUCCION

La Carretera Héroes de la Breña (Carretera Central) es una vía de vital importancia al unir los departamentos de la sierra central y de la selva central con la capital del país, permitiendo el comercio, el turismo, favoreciendo de esta manera a los poblados dentro de su zona de influencia. Es en esta importante vía, específicamente en el tramo Cocachacra-Matucana, donde se realiza el estudio, motivo del presente informe. A lo largo de este tramo se observan las colas de vehículos, producidas por la disminución en la velocidad de los vehículos pesados. En tal sentido se plantea una solución a dicho problema.

La solución planteada es la construcción de un Carril de Ascenso. Para desarrollar dicho carril se han efectuado los estudios de tránsito, geológicos, hidráulicos, etc., los cuales brindan los datos necesarios para el desarrollo integral del carril de ascenso. En este informe se desarrolla el Diseño Geométrico, Su Señalización y Seguridad Vial, los cuales son los elementos que caracterizan al Carril de Ascenso, son los que lo identifican como tal, al darle su forma.

Este es un tema poco conocido y se espera que el presente informe sirva de base para motivar su investigación más profunda. Además el desarrollo de este diseño puede servir como un proyecto piloto a ser implementado a lo largo de la carretera, en la ubicación que se requiera su construcción.

En el primer capítulo se presentan a manera de resumen los estudios realizados en la zona para el Carril de Ascenso, como son: la ingeniería de tránsito, el diseño geométrico, el estudio de geología y geotecnia, el estudio hidrológico e hidráulico, la señalización, la evaluación económica y el impacto ambiental.

El segundo capítulo es el desarrollo del Diseño Geométrico, en primer lugar se presenta el diseño geométrico de la vía actual, así como un análisis de visibilidad, para luego entrar al diseño geométrico propio del Carril de Ascenso.

El tercer capítulo trata la Señalización y la Seguridad Vial, primero se presentan criterios de diseño generales y elementos usados en la vía actual, finalmente se tiene la señalización y seguridad vial del carril de ascenso.

A continuación se presentan una serie de conclusiones y recomendaciones.

Como parte de los anexos se tienen los planos del diseño geométrico y de la señalización.

CAP. 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 la 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 desarrollo un Carril de Ascenso, cuyo trabajo final esta contenido en seis volúmenes los cuales se indican a continuación:

Proyecto "Carril de Ascenso",

VOLUMEN 1	: RESUMEN EJECUTIVO
VOLUMEN 11	: INGENIERIA DEL PROYECTO
VOLUMEN 111	: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
VOLUMEN IV	: EXPEDIENTE TECNICO
VOLUMEN V	: EVALUACION ECONOMICA
VOLUMEN VI	: PLANOS.

Teniendo como base ese trabajo, se desprende el desarrollo del Diseño Geométrico, Señalización y Seguridad Vial para este Informe de Suficiencia.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO

1.2.1.1 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 Huarochirí, distrito de Matucana.

Los datos precisos de longitud son los siguientes:

Inicio:	Km. 52+948.61 de la Carretera Central
Final:	Km. 74+295.80
Longitud:	21 Km. + 347.19 m.

1.2.1.2 ASPECTOS GEOPOLITICOS

La provincia de Huarochirí 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 Huarochirí, 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.

1.2.2 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 el margen derecho, 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.

1.2.3 CONSTRUCCION DE CARRIL DE ASCENSO

1.2.3.1 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 servicialidad 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

1.2.3.2 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 500m.

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 requiera, según el estudio hidrológico. Se construirán muros de contención en las zonas que se requiera.

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

1.2.3.3 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

El diseño de 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".

1.3 INGENIERIA DE TRANSITO

1.3.1 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 Huanuco, 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.

El Tramo 11, materia de este estudio, forma parte de la Carretera Pte. Ricardo Palma - La Oroya. Este tramo se inicia en Cocachacra y termina en Matucana.

1.3.2 TRABAJOS REALIZADOS

El estudio de tráfico esta 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.

Se han realizado las siguientes actividades:

En Campo

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

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 Capita. Según resultados obtenidos de las encuestas de Origen y Destino.
- c) Cálculo de las Tasas de Crecimiento.
- d) Cálculo de Trafico 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

1.3.3 ENCUESTAS DE ORIGEN Y DESTINO

Las encuestas de origen y destino tienen como objetivo conocer las zonas generadoras y atractoras 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 Capita.

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

1.3.4 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.

1.3.4.1 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 considerara las variaciones significativas.

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

1.3.4.2 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 Coreana
Progresiva	48+250
Duración:	4 días
Fechas:	Del 16 al 22 de enero del 2006

1.3.4.3 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.

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

$$\text{Promedio diario} = \frac{(VJ + W)/2 * 5 + VS + VD \times FCE}{7}$$

Donde VJ, W, 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 1.5, que sirve para eliminar las fluctuaciones del tráfico durante el resto del año.

CUADRO 1.1
PROMEDIOS DIARIOS DE TRÁFICO - PEAJE DE CORCONA
MES DE ENERO 2006

DIAS	VEHICULOS	VEHICULOS PESADOS						I.M.D.
		2 EJES	3 EJES	4 EJES	5 EJES	6 EJES	TOTAL	
LUNES 16	1051	1149	458	76	259	320	2262	3313
MARTES 17	1098	1217	517	95	251	313	2393	3491
MIERCOLES 1R	1143	1285	521	98	220	300	2424	3567
JUEVES 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 1.2

SERIES HISTORICAS DE FACTORES DE CORRECCION ESTACIONAL

AÑO		VEHICULOS LIGEROS	VEHICULOS PESADOS					TOTAL
			2 ejes	3 ejes	4 ejes	5 ejes	6 ejes	
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	168.1
	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

1.3.4.4. RESULTADOS

En el cuadro 1.3 se puede apreciar los IMDA por tipo de vehículo.

CUADRO 1.3

IMDA AÑO BASE (2005) POR TIPO DE VEHICULO

VEHICULO	COCRACHACRA-MATUCANA
AUTOS	607
PICKUP	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
CAMIÓN 4 EJES	28
2S2	39
2S3	121
3S2	69
3S3	252
2T2	4
2T3	0
3T2	25
3T3	26
I.M.D.A.	3324

1.3.5 PROYECCION DE TRANSITO

El tráfico futuro generalmente esta 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 ó generado.

1.3.5.1 TRAFICO NORMAL

Este tipo de tráfico que esta 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 trafico entre los anos 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, Paseo, Huanuco, Ucayali los cuales se han seleccionado basándose en los resultados de las encuestas de origen y destino.

1.3.5.2 TRÁFICO NORMAL PROYECTADO

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

CUADRO 14
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%

1.3.5.3 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.

1.3.5.4 TRAFICO TOTAL

CUADRO 1.5
TRAFICO PROYECTADO
TRAMO COCRACHACRA- MATUCANA

TASAS DE CRECIMIENTO	PERIODO	Veh. Lig	Bus	Camiones
	2007-16	5.8%	5.1 %	6.1 %
	2017-26	3.6%	3.1 %	3.9%

	2006	2007	2008	2009	2017	2018	2025
	AÑO BASE	CONSTRUCCION	AÑO DE OPERACION	AÑO 2	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 20
TRAFICO NORMAL							
AUTOS	59E	6 ♦	670	709	1114	1154	1586
PICKUP	30.	320	33E	358	561	582	800
C.R.	127	134	14.	150	236	245	33E
MICROS	126	133	141	149	234	243	331
Bus 2 EJES	27E	292	307	32♦	480	49E	65.
♦US3EJES	11E	125	131	13E	206	212	27E
CAMION 2 EJES	86E	921	977	1037	1665	1730	2441
CAMION 3 EJES	339	360	382	40E	650	676	953
CAMIONES 4 EJES	30	32	34	36	5f	60	84
♦RTICULADOS	534	567	601	636	1024	1064	1502
TOTAL	332.	3517	3724	3943	6225	6460	8967
TRAFICO DERIVADO A LA CARRETERA LIMA -CANTA -UNIS							
AUTOS				24	37	3E	53
PICKUP					53	5E	7E
C.R.							
MICROS							
BUS 2 EJES				76	113	117	154
BUS 3 EJES							
CAMION 2 EJES				82	132	137	193
CAMION 3 EJES				79	121	131	18E
CAMIONES 4 EJES							
♦RTICULADOS				55	♦	98	136
TOTAL				35♦	55E	57E	79E
TRAFICO TOTAL SIN PROYECTO LIMA -CANTA - UNISH							
AUTOS	595	634	670	705	1114	1154	1586
PICKUP	30.	320	338	356	561	582	800
C.R.	127	134	142	150	236	241	33E
MICROS	126	133	141	14E	234	243	334
BUS 2 EJES	27E	292	307	323	480	495	65<
BUS 3 EJES	115	125	131	131	206	212	275
CAMION 2 EJES	86E	921	977	1037	1665	1730	2441
CAMION 3 EJES	33♦	360	38.	405	650	676	953
CAMIONES 4 EJES	30	32	34	36	5E	60	84
♦RTICULADOS	534	567	601	638	1024	1064	1502
TOTAL	332.	3517	3724	3943	6225	6460	8967
TRAFICO TOTAL CON PROYECTO LIMA-CANTA-UNISH							
AUTOS	599	6 ♦	670	68E	1077	1116	1534
PICKUP	30.	320	33E	324	509	527	725
C.R.	127	134	142	150	236	245	336
MICROS	126	133	141	145	234	243	3 ♦
BUS 2 EJES	278	292	307	247	367	378	498
BUS 3EJES	119	125	131	136	206	21.;	275
CAMION 2 EJES	868	921	977	95E	153♦	1593	2247
CAMION 3 EJES	339	360	382	326	524	544	76E
CAMIONES 4 EJES	30	32	34	36	5E	60	84
♦RTICULADOS	534	567	601	579	930	967	1364
TOTAL	3322	3517	3724	3590	5673	5884	8169

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 Carretas 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 desplazaran 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 1.6
DESARROLLO DE LA CURVA DE INGRESO

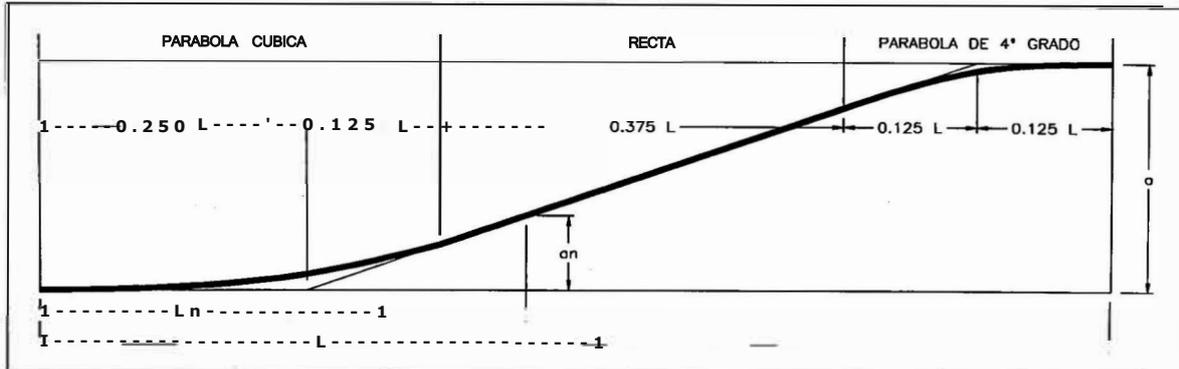
Ln	an
0.0000	0.0000
3.5000	0.0020
7.0000	0.0140
10.5000	0.0470
14.0000	0.1080
17.5000	0.2230
21.0000	0.3670
24.5000	0.5830
26.2500	0.7200
28.0000	0.8640
31.5000	1.1520
35.0000	1.4400
38.5000	1.7280
42.0000	2.0160
45.5000	2.3040
49.0000	2.5920
52.5000	2.8800
56.0000	3.1390
59.5000	3.3410
63.0000	3.4850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

CUADRO 1.7
DESARROLLO DE LA CUIA DE SALIDA

Ln	an
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 "Ln" y "an" se observan en el siguiente esquema:

GRAFICO 11
VARIACION DEL ANCHO DEL CARRIL



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 (Km. 70+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 más de 70° de inclinación, se manifiestan fenómenos de caída de rocas. Comúnmente el depósito 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 varía 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 varía entre 10 y 25 m de altura y presenta fuerte inclinación (60-70°), y se encuentra estable por la cohesión de los materiales.

1.5.2 ESTUDIO DE GEOTECNÍA

De lo tratado anteriormente puede comentarse que los suelos que forman la estructura de pavimento esta formada básicamente por carpeta y base, solo habiéndose detectado capa de sub-base en la calicata Km. 68+400.

La carpeta presenta espesores relativamente considerables de 10 y 15 cm.

Los suelos que forman la base granular están formados principalmente por:

CUADRO 18
BASE GRANULAR

De Km	Akm	Características
67+000	68+500	Gravas limosas y arcillosas mal graduada.
68+500	70+000	Grava limosa bien graduada, (GW-GM).

CUADRO 19
SUB RASANTE

De Km	Akm	Características
67+000	68+000	Grava limosa bien graduada, (GW-GM).
68+000	70+000	Gravas y arenas arcillosas, (GC y SC).

1.5.2.1 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

CANTERA SAN JUAN

-Ubicación Se ubica a la derecha de la progresiva 69+860 de la

carretera Central.

-Accesibilidad: 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, obteniendo lo siguiente:

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

FUENTES DE AGUA

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

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

1.5.3 DISEÑO DE PAVIMENTO

Esta estructura tendrá las siguientes características:

CUADRO 1.10
DISEÑO DE PAVIMENTO

ESTRUCTURA	ESTRUCTURA		SN (real)
	Carpeta Asfáltica (cm.)	Base Granular (cm.)	
Km. 67+150 - Km. 67+630	15.00	32.00	4.28

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. Callana, 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 realizó el análisis de las cuencas Yamajune y Callana, asimismo, se realizó el calculo de los caudales de cada una de las quebradas existentes en el tramo del Km. 67 al Km. 70, considerando desde las más pequeñas hasta las más 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 sí, cuyos cauces son rectos o ligeramente sinuosos con fuertes pendientes en la parte alta y moderada en la desembocadura, las Quebradas Yamajune y Callana 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 1.11.

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	IZO	DER	Alcantarilla
02	NN2	67+324	IZO	DER	Alcantarilla
03	NN3	67+380	IZO	DER	Alcantarilla
04	NN4	67+528	IZO	DER	Alcantarilla
05	NN5	67+960	IZO	DER	Alcantarilla
06	NN6	68+340	IZO	DER	Alcantarilla
07	NN7	68+497	IZO	DER	Alcantarilla
08	NN8	68+710	IZO	DER	Alcantarilla
09	NN9	68+913	IZO	DER	Alcantarilla
10	NN10	69+100	IZO	DER	Alcantarilla
11	NN11	69+399	IZO	DER	Alcantarilla
12	NN12	69+520	IZO	DER	Alcantarilla
13	Oda. Yamajune	69+700	IZO	DER	Puente
14	Oda. Collana	71+522	IZO	DER	Puente

1.6.1.4 PARÁMETROS FÍSICOS Y GEOMORFOLÓGICOS

La extensión de las subcuencas NN1 a NN12 se han delimitado siguiendo la línea de cumbres, para determinar el área drenaje se determino: 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 cuadro siguiente:

CUADRO 1.12

PARÁMETROS FÍSICOS Y GEOMORFOLÓGICOS (KM. 67+000 AL 70+000)

QUEBRADA	AREA (Km ²)	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:

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

Donde:

$$Q = \text{Caudal de diseño en m}^3/\text{s}$$

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

I = Intensidad de la lluvia en mm/h
 A = Área de la cuenca en km²

El Método Racional es utilizado generalmente en cuencas pequeñas, y cuya área no sobrepasa los 10Km².

CUADRO 1.13
CALCULO DE INTENSIDAD (mm/hr)

Nº Cuenca	Tc(min)	O(horas)	Precipitacion	Pe(mm)	I(mmJhr)
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 1.15
CALCULO DE CAUDALES FINALES (m³/s)

CALCULO DE CAUDALES FINALES (m³/s)							
DESCRIPCION	AREA (km ²)	PERIM (km)	L (km)	Le (km)	Cota máx. (m.s.n.m.)	Cota-mín. (m.s.n.m.)	Pendiente (S)
Qda. Yamaiune	19,100	21,707	8,280	4,653	4700	2100	0,3140
Qda. Collana	28,221	26,978	12,210	6,530	4800	2200	0,2129
CALCULO DE DESCARGAS							
DESCRIPCION	ESTRUCTURA	TP (hr)	tr (horas)	qp (m ³ /s/c m)	P (cm)	CH	Q(m ³ /s) Tr=100 años
Qda. Yamaiune	PUENT	4,49	0,82	7,10	4,70	81,00	9.23
Qda. Collana	PUENT	5,58	1,01	8,44	4,80	81,00	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 utilizo 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 esta 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 m. a 10.8 m. 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. respectivamente de acuerdo a los análisis hidráulicos realizados, 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 pintura 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 cuñas se encuentran cada 5.00 m. y en la zona de ancho constante cada 20.00 m.

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

1.8.2.1 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 accidentabilidad, pues la vía cuenta actualmente con una buena superficie de rodamiento, la cual se mantendrá en el presente proyecto.

1.8.2.2 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 m.) una velocidad de 20 Km./h. Para el tramo restante (2850 m) 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.

1.8.3 ANÁLISIS DE COSTOS

1.8.3.1 INVERSION

El Presupuesto inicial es de \$ 82,468.99 como Costo Directo y de \$125,979.63 como Presupuesto Total.

1.8.3.2 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 \$250,000.00

1.8.3.3 COSTO DE MANTENIMIENTO

Se está considerando un mantenimiento periódico cada 5 años con un monto de \$ 38,000 (reapeo 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.

1.9 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 ocasionaran las colas en dicho tramo reducción de tiempo y consumo de combustible.
- e) 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.

CAP. 11 DISEÑO GEOMETRICO

21 DISEÑO GEOMETRICO DE LAVIAACTUAL

2.1.1 TOPOGRAFIA

Para el siguiente trabajo se cuenta con los planos de los 3 kilómetros de estudio (Km. 67+000 al Km. 70+000), con curvas de nivel cada 1 m., a lo largo de la vía, en una franja dentro del derecho de vía que es de 30 m. Se tiene en estos planos el trazo en planta del eje de la vía, así como los perfiles longitudinales.

El procedimiento que se aplicó, en el estudio original, para el trabajo topográfico tanto en campo como en gabinete, se resume en los siguientes conceptos:

- Para obtener las características geométricas del trazo existente, se ha aplicado el Método Indirecto. Esto es que se levanta la franja de carretera con el instrumento Estación Total y en computadora se hacen las intersecciones y la obtención de los parámetros geométricos utilizando el programa elegido para el presente proyecto, para después replantearlos por coordenadas, en el terreno.

- Datum de partida

- Para los controles altimétricos y de posición se han utilizados los hitos geodésicos siguientes:

- Hito Geodesico Matucana BM - V - 51 R (cota 2,305.8474 m.s.n.m.)

Esta ubicado al costado de una capilla antigua en el desvío a Huarquiña, 2.2 Km. antes de la localidad de Matucana, desde donde se elevo una nivelación cerrada hasta BM 74.5 del proyecto.

De dicho hito geodésico se realizó la expansión altimétrica hacia Cocachacra para amarrar con la nivelación iniciada en el BM oficial de Chosica, dado que no hay hito oficial en Cocachacra.

· - Hito Geodésico Estación C° Chimallan (2° orden Hoja 24J)

El procedimiento aplicado en el campo y en el gabinete ha seguido la secuencia siguiente.

- **Medición y estacado del eje cada 20m. en tangente y 10m. en curva, siguiendo por el eje pintado existente en la vía a partir del punto inicial entregado por el SINMAC.**
- **Colocación de vértices para la poligonal de apoyo, desde donde se hará el levantamiento de la franja de carretera.**
- **Levantamiento topográfico con Estación Total desde los vértices de la poligonal de apoyo, mediante secciones en las progresivas previamente estacadas.**
- **Por método indirecto aplicando un programa en base al levantamiento topográfico de la carretera se ha obtenido los elementos de curva que son ángulo de inflexión, radio, tangente, PC y PT.**
- **Colocación y nivelación cerrada de BM cada 500 m. así como de los vértices de la poligonal de apoyo**
- **Secciones Transversales**
Este trabajo se ha realizado con la Estación Total sobre las estacas previamente colocadas en el eje de la vía.

• Cierre Vertical

En armonía con las Normas Peruanas de Carreteras, se han hecho los cierres de nivelación cada 500 m con la precisión permisible, que para el caso es:

$$E = 1 \text{ cm} \sqrt{N}$$

N: distancia de cierre en Km.

Para 0.5 Km: $E = 0.7 \text{ cm}$ (7mm)

Para 1.0 Km: $E = 1.2 \text{ cm}$ (12 mm)

Para cada segmento de 500 m se ha trabajado teniendo como error límite 7mm.

La nivelación diferencial del tramo se apoyó en los BM oficiales siguientes:

IGN Y-50 cota: 847.6207

IGN V-51R cota: 2,305.8474

No existiendo un BM oficial en Cocachacra, se corrió una nivelación desde el BM oficial Y-50 ubicado en Chosica, hasta amarrar el BM 53 inicial del tramo. A partir de este BM se hizo la nivelación hasta el final del Tramo con cierre cada 500 m, de donde se corrió la nivelación hasta llegar al BM oficial V-51 R ubicado en Matucana en una zona aledaña al Km. 71.4 de la carretera, ingresando por un camino de acceso ubicado en el lado derecho.

Longitud entre BMs oficiales = 35.5 Km. (siguiendo el curso de la carretera y camino de acceso)

Error total: + 0.018m

Error relativo:

$E = 18 \text{ mm} / 35.5 \text{ Km.} = 0.5 \text{ mm} / \text{Km.} \leq 12 \text{ mm} / \text{Km.}$ OK.

Este valor de cierre esta por debajo del permisible con holgura.

• Cierre Horizontal:

No existiendo punto geodésico en Cocachacra, para dar coordenadas al punto inicial, se ha corrido una poligonal de apoyo desde el Puente Ricardo Palma, en el cual hay un punto amarrado al hito geodésico C⁹ Chimallan (hoja 24J), poniendo como primera estación el punto E-1 en las proximidades de dicho puente cuyas coordenadas son:

$$-1 \quad X = 319,285.787 \quad Y = 8,681,692.879$$

Se partió de este punto, habiéndose llegado a Cocachacra con la Estación E-57 con las coordenadas siguientes:

$$E-57 \quad X = 332,349.923 \quad Y = 8,682,778.987$$

Esta es la estación inicial de la poligonal de apoyo con la que se levantó el trazo hasta llegar al punto final en Matucana con la estación E-161 :

$$E-161 \quad X = 349,078.59 \quad Y = 8,689,419.254$$

En vista que no hay hito geodésico en Matucana, de esta última estación se corrió una poligonal de retorno con otros puntos hacia la estación inicial E-57, para cerrar el circuito, habiéndose llegado con las coordenadas siguientes:

$$E-57 \quad X = 332,350.0264 \quad Y = 8,682,783.788$$

Los errores son: $\sum x = -0.1034$ $\sum y = -4.801$

Con estos valores calculamos el Error Relativo que arroja:

$$E = 4.80m$$

La longitud del tramo es : $L = 21,347.19$ m
El error relativo permitido para carreteras es : $e = 1 / 2,000$
Para la longitud dada el error lineal permisible es : $e = 10.67$ m

$$E = 4.80\text{m} < 10.67\text{m}$$

El resultado esta por debajo de la tolerancia que da las Normas
Cabe agregar que en Cocachacra no hay puntos geodésicos, salvo los que están en cerros muy lejanos.

2.1.2 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

El eje de trazo actual de la Carretera Central de la cual es parte el Tramo Cocachacra - Matucana, es el resultado de rehabilitaciones hechas anteriormente, en las que se hizo rectificaciones y mejoras del eje, para dotar a la vía una mayor Velocidad Directriz, así como para mejorar el paso por zonas criticas que constituían riesgo en época lluviosa, tales como el abandono de la carretera antigua que estaba en la margen izquierda del río Rímac, para pasar a la margen derecha que es más segura, a través del Puente Surco, y continuar por allí hasta el Puente Matucana, donde retorna a la margen izquierda, todo ello entre los kilómetros 66 y 74.5 (Matucana)
Dentro de este Tramo Cocachacra - Matucana, tenemos los 3 kilómetros de estudio, cuyas principales características geométricas se resumen en el siguiente cuadro:

CUADRO 21

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL TRAMO EN ESTUDIO

CARACTERISTICAS TECNICAS	
INICIO	KM. 67+000
FINAL	KM. 70+000
LONGITUD	KM. 3+000
VELOCIDAD DIRECTRIZ	50 KM./H
ANCHO DE RODAMIENTO	7.20M.
BERMAS	En general no se cuenta con bermas, excepto en zonas con lavaderos de carros
RADIO	Entre 92m. y 407 m. (siendo el mínimo normal de 60 m.)
Nº DE CURVAS HORIZONTALES	16 (promedio 5.33 curvas/Km.)
PENDIENTE MAXIMA	6.76% en 282.50 m. 6.85% (al final de los 3 Km., en 135.5m.)
CUNETA TRIANGULAR REVESTIDA	1.00 m. x 0.40 m. y 1.20 m. x 0.40 m.

2.1.3 ANALISIS DE VISIBILIDAD

En la visita de campo se realizó la medida de las distancias de visibilidad en 4 curvas horizontales del tramo en estudio. Para poder comprobar si estas distancias resultan suficientes, debemos compararlas con las Distancias de Visibilidad de Parada respectivas. En tal sentido hacemos un repaso sobre la Distancia de Visibilidad de Parada y algunas fórmulas que nos permiten su cálculo.

La Distancia de Visibilidad de Parada "Dp" es la distancia que requiere un conductor para detenerse, desde que divisa un objeto fijo en su carril de

circulación hasta que el vehículo detiene su marcha. Todos los puntos de la vía deberán contar con dicha distancia, pero si en un sector resulta prohibitivo aplicarla, deberá señalizarse dicho sector con la velocidad máxima admisible y con la autorización del MTC o autoridad competente. Esta distancia se compone de 2 sumandos:

d1 : distancia desde que divisa el obstáculo y aplica los frenos (percepción y reacción)

d2 : distancia de frenado

Experimentalmente han determinado que el tiempo de percepción puede tomarse 1.5 s y que el tiempo de reacción (aplicación de los frenos) de 0.5 a 1 segundo, por lo que suelen considerar en total 2 a 3 segundos. Siendo la velocidad igual a espacio sobre tiempo:

$$d1 = t \times V \quad \text{y para que } V: \text{ Km./h, } t: \text{ segundos y } d1 : \text{ metros}$$

$$d1 = t \times V / 3.6$$

Cuando se aplica los frenos se produce un esfuerzo o fuerza de frenado, que multiplicado por la distancia recorrida d2, produce un trabajo de frenado que deberá ser igual a la fuerza viva del vehículo:

$$\mu_r m g d_2 = \frac{mV^2}{2} \quad \mu_r m g d_2 = \frac{mV^2}{2} \quad d_2 = \frac{V^2}{2\mu_r g}$$

Reemplazando $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, $V: \text{ Km./h}$ y $d_2 : \text{ metros}$:

$$d_2 = \frac{V^2}{254\mu_r} = 0.00394 \frac{V^2}{\mu_r}$$

En caso de desconocer el coeficiente de rozamiento longitudinal a causa de condiciones desfavorables. Tal es el caso de pavimento mojado, se puede utilizar el valor de μ_r en condiciones normales pero aplicando a la expresión anterior, un factor de seguridad igual a 1.25.

$$d = \frac{125 v^2}{254 \mu_{rl}} - 0.00492 \frac{v^2}{\mu_{rl}}$$

Tomando en consideración el efecto de la pendiente, la distancia de parada será menor en rampa ascendente y mayor en descenso, quedando la expresión de D_p como:

$$D_p = \frac{H}{3} + \frac{v^2}{254(\mu_{rl} \pm i)} \quad \text{Expresión general}$$

Siendo:

- D_p : distancia de parada
- V : velocidad directriz en Km./h
- T_{pr} : tiempo de percepción y reacción en segundos
- μ_{rl} : coeficiente de fricción por rotación longitudinal en estado húmedo
- i : pendiente de la rasante en decimal o tanto por uno, con su signo

A continuación se presentan diferentes consideraciones tomadas de varias bibliografías para el cálculo de las distancias de parada.

-CONGRESO PANAMERICANO (1942)

No teniendo valores de fricción del firme en estado húmedo, consideraban la aplicación del factor de seguridad 1.25. Así la Distancia de Parada:

$$D_p = \frac{V t}{3.6} + \frac{0.00492 V^2}{(\mu_{rl} \pm i)}$$

CUADRO 2.2
DATOS PARA HALLAR DP CON LA FORMULA DEL CONGRESO
PANAMERICANO (1942)

Vd		t reac. y perc.	Url estado seco
Km./h	<i>mis</i>		
25	7	3	0.68
30	8	3	0.66
40	11	3	0.64
50	14	3	0.62
60	17	2.83	0.60
70	19	2.67	0.58
80	22	2.50	0.56
90	25	2.33	0.54
100	28	2.17	0.52
110	30	2	0.50
120	33	2	0.48
130	36	2	0.46
140	39	2	0.44
150	42	2	0.40

-SEGÚN PAULO EMILIO BRAVO (1976)

El coeficiente de fricción U_{rl} varía principalmente con la velocidad del vehículo, en forma inversamente proporcional, y con el estado de humedad del pavimento de manera que U_{rl} en estado seco se reduce casi a la mitad.

Por otro lado indica que la AASHTO recomienda en estos casos considerar entre el 85% y 95% de la velocidad directriz, dado que en condiciones húmedas del pavimento, el conductor reduce su velocidad para evitar

riesgos de accidentes.

Bajo estos lineamientos, para el cálculo toma la expresión general, es decir sin la aplicación del factor de seguridad, la velocidad de operación el conductor, un tiempo de percepción y reacción promedio de 2.5 segundos, es decir valor aplicable a cualquier velocidad y que esta en un plano horizontal.

$$Dp = 0.695 V_{marcha} + \frac{V_{marcha}^2}{254 \mu_{rt}}$$

CUADRO 2.3**DISTANCIA DE PARADA PARA TRAMOS A NIVEL EN METROS**

CASO PAVIMENTOS HUMEDOS					
VELOCIDAD		t perc. y reac.	Coef. Fricción Longitudinal	DISTANCIA DE PARADA	
V directriz	V marcha		U _{rl}	Calculada	Redondead a
40	38	2.5	0.40	40.60	40
50	47	2.5	0.37	56.15	60
60	54	2.5	0.35	74.17	75
70	63	2.5	0.33	91.10	90
80	72	2.5	0.32	113.78	110
100	88	2.5	0.31	159.16	160
120	105	2.5	0.30	217.60	220
CASO PAVIMENTOS SECOS					
40	40	2.5	0.64	37.64	40
50	50	2.5	0.62	50.62	50
60	60	2.5	0.60	65.52	65
70	70	2.5	0.59	81.35	80
80	80	2.5	0.58	99.01	100
100	100	2.5	0.56	139.80	140
120	120	2.5	0.54	188.32	190

Los efectos de la pendiente de la rasante son considerados en la siguiente tabla, teniendo que aumentar o disminuir la distancia indicada, según rasante negativa (descenso), o rasante positiva (ascenso), respectivamente, de los mostrados en el cuadro anterior:

CUADRO 2.4

CORRECCION DE DISTANCIA DE FRENADO PARA TRAMOS HUMEDOS EN PENDIENTE, EN METROS

VELOCIDAD EN KM./H		CORRECCION DE DISTANCIA DE FRENADO PARA TRAMOS HUMEDOS EN PENDIENTE, EN METROS					
		DEDUCCION PARA SUBIDAS			AUMENTO PARA BAJADAS		
Vd	V marcha	+3%	+6%	+9%	-3%	-6%	-9%
40	38	-	-	3	-	3	4
50	47	-	3	5	-	5	8
60	56	3	5	7	3	7	11
70	63	4	7	-	5	11	-
80	72	6	10	-	7	15	-
100	88	9	-	-	11	-	-
120	105	13	-	-	16	-	-

Para la preparación del cuadro anterior:

-Se ha hecho caso omiso a pendientes menores de! 3%

-El cálculo de las correcciones se ha aproximado a metros completos prescindiendo de valores inferiores a 3.00 por no considerarlos de utilidad.

-Que los datos de investigación aplicados a los cálculos sobre visibilidad han sido obtenidos con relación a vehículos de pasajeros. En este sentido los vehículos comerciales de mayor volumen y peso, necesitarían de una mayor distancia para parar, pero como estos suelen viajar a velocidades más bajas y la altura del conductor esta más elevada sobre el pavimento,

los valores mostrados en las dos tablas anteriores, consideran que son válidas para cualquier tipo de vehículo.

-SEGÚN APUNTES DE CLASE ING. JIMENEZ (1981)

-Si $V < 50$ Km./hora, $t = 3$ seg.

$$D_p = 0.833 y + \frac{0.00492 V^2}{(\mu, t \pm)}$$

-Si $V > 110$ Km./hora, $t = 2$ seg.

$$D_p = 0.565V + \frac{0.00491 V^2}{(\mu, t \pm)}$$

-NORMAS MEXICANAS (1984)

Estas tratan la distancia de parada de manera similar que Paulo Emilio, en el que trabajan con los coeficientes de fricción para el caso crítico, para cuando el pavimento se encuentra en estado húmedo, y que el conductor reduce su velocidad de operación entre el 0.83 y 0.93 de la velocidad directriz. En tal sentido no es necesario aplicar el coeficiente de seguridad:

$$D_p = 0.695 y_{marcha} + \frac{V^2_{marcha}}{254(\mu_e \pm)}$$

. CUADRO 2.5
DATOS PARA HALLAR Dp CON LA FORMULA DE LAS NORMAS
MEXICANAS (1984)

VELOCIDAD		t perc. y reac.	COEF. FRICCION LONG. (ESTADO HUMEDO) U _{rl}
Vd	V marcha		
30	28	2.5	0.40
40	37	2.5	0.38
50	46	2.5	0.36
60	55	2.5	0.34
70	63	2.5	0.325
80	71	2.5	0.31
90	79	2.5	0.305
100	86	2.5	0.300
110	92	2.5	0.295

-NORMAS PERUANAS MTC-DG 2001

Las normas peruanas consideran el caso crítico, es decir en el supuesto de que el conductor viaja cuando el pavimento se encuentra en estado húmedo, siendo el valor del coeficiente de fricción por rotación longitudinal U_{rl}, entre 0.30 a 0.40, correspondiendo el valor de 0.30 a las mayores velocidades, por lo que tampoco afectan del coeficiente de seguridad a la expresión general de distancia de parada. Indican considerar un tiempo de percepción y reacción de aproximadamente 2 segundos. Pero no hacen mención si la figura 402.05 de la norma, referente a la distancia de parada, ha sido calculada con la velocidad directriz o con la de marcha, ya que en condiciones de pavimento húmedo el conductor tendería a disminuir su velocidad.

$$Dp = \frac{tV}{3.6} + \frac{V^2}{254(\mu_r \pm i)}$$

La pendiente ejerce influencia sobre la distancia de parada, y esta tiene importancia práctica para valores de la pendiente de más o menos 6% y para velocidades directrices mayores de 80 Km./hora. Se recuerda que en esta expresión la pendiente "i", es en centésimos o tanto por uno, si la rasante es por ejemplo 6%, entonces $i = 0.06$.

Contando con estas fórmulas pasamos a calcular la Dp en cada una de las curvas a analizar, con cada una de las fórmulas propuestas:

Para la Curva N° 76 tenemos:

CUADRO 2.6
CALCULO DE Dp EN LA CURVA N° 76

FORMULA	V	t	Url	i	Dp
CONGRESO PANAMERICANO (1942)	50	3.0	0.62	0.0368	62.76
PAULO EMILIO BRAVO (1976)	47	2.5	0.37	0.0368	56.17
APUNTES DE CLASE (1981)	50	3.0	0.62	0.0368	62.74
NORMAS MEXICANAS (1984)	46	2.5	0.36	0.0368	57.75
NORMAS PERUANAS MTC - DG 2001	50	2.0	0.36	0.0368	58.23

De este cuadro tomamos el mayor valor de $Dp = 62.76$ m.

Para la Curva N° 79 tenemos:

CUADRO 2.7
CALCULO DE Dp EN LA CURVA N° 79

FORMULA	V	t	Url	i	Dp
CONGRESO PANAMERICANO (1942)	50	3.0	0.62	0.0628	63.74
PAULO EMILIO BRAVO (1976)	47	2.5	0.37	0.0628	61.17
APUNTES DE CLASE (1981)	50	3.0	0.62	0.0628	63.72
NORMAS MEXICANAS (1984)	46	2.5	0.36	0.0628	60.00
NORMAS PERUANAS MTC - DG 2001	50	2.0	0.36	0.0628	60.90

De este cuadro tomamos el mayor valor de Dp = 63.74 m.

Para la curva N° 81 tenemos:

CUADRO 2.8
CALCULO DE Dp EN LA CURVA N° 81

FORMULA	V	t	Url	i	Dp
CONGRESO PANAMERICANO (1942)	50	3.0	0.62	0.0591	63.60
PAULO EMILIO BRAVO (1976)	47	2.5	0.37	0.0591	61.17
APUNTES DE CLASE (1981)	50	3.0	0.62	0.0591	63.58
NORMAS MEXICANAS (1984)	46	2.5	0.36	0.0591	59.66
NORMAS PERUANAS MTC - DG 2001	50	2.0	0.36	0.0591	60.49

De este cuadro tomamos el mayor valor de Dp = 63.60 m.

Para la Curva N° 85 tenemos:

CUADRO 29
CALCULO DE Dp EN LA CURVAN° 85

FORMULA	V	t	Url	i	Dp
CONGRESO PANAMERICANO (1942)	50	3.0	0.62	0.0455	63.08
PAULO EMILIO BRAVO (1976)	47	2.5	0.37	0.0455	56.17
APUNTES DE CLASE (1981)	50	3.0	0.62	0.0455	63.06
NORMAS MEXICANAS (1984)	46	2.5	0.36	0.0455	58.46
NORMAS PERUANAS MTC - DG 2001	50	2.0	0.36	0.0455	59.07

De este cuadro tomamos el mayor valor de Dp = 63.08 m.

Ahora podemos comparar las medidas tomadas en campo, con las calculadas en los cuadros por las fórmulas:

CUADRO 2.10
CUADRO COMPARATIVO DE DISTANCIA DE VISIBILIDAD MEDIDA EN CAMPO Y DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADACALCULA POR FORMULAS

CURVA	D medida	Dp	SITUACION
76	69.20	62.76	OK
79	64.50	63.74	OK
81	73.30	63.60	OK
85	63.50	63.08	OK

Podemos observar que las Distancias de Visibilidad Medidas en cada punto es mayor que la distancia de Visibilidad de Parada requerida, por

tanto, no se requiere de banqueta de visibilidad en las curvas estudiadas.

FOTO 21
VISIBILIDAD EN CAMPO



22 DISEÑO GEOMETRICO DEL CARRIL DE ASCENSO

2.2.1 ASPECTOS GENERALES

Las pendientes elevadas y en tramos largos traen como consecuencia la disminución en la velocidad de los vehículos, sobre todo en los pesados.

La velocidad de los vehículos ligeros no sufre mayor pérdida en rampas que sean menores de 7%, sin embargo la velocidad de los vehículos pesados se ve gravemente afectada, apenas la pendiente rebasa el 3% y la rampa es larga. Además esto suele coincidir con zonas que tienen dificultades en la visibilidad, por tanto a los vehículos ligeros les resulta sumamente difícil adelantar a los vehículos lentos, ya que no pueden acelerar en rampa, de esta manera la velocidad de todo el tráfico se ve determinada por los vehículos pesados, produciéndose un perjuicio en el nivel de servicio.

Para el caso de trazados nuevos las inclinaciones mayores de la rasante en terrenos accidentados o muy accidentados significan una disminución en el costo de la construcción, pero aumentan los costos de operación.

En trazos existentes resulta sumamente difícil modificar la inclinación de la rasante, ya que se desaprovecharía la inversión inicial y no se podría mantener la circulación. En este caso la alternativa a considerar es el Carril de Ascenso.

El carril de Ascenso es un carril adicional de poca longitud, que se desarrolla en el lado derecho de la vía, para los vehículos pesados en subida, dejando de esta manera la libertad a los vehículos ligeros de continuar su marcha a velocidad normal. De esta manera, la cola de vehículos producida por el vehículo pesado, desaparece.

El efecto del carril de ascenso de eliminar las colas de vehículos,

producido por la baja de velocidad en los vehículos pesados, se prolongara por un tramo más de la vía.

Los carriles de ascenso deben de ser correctamente señalizados como una ayuda circunstancial al tránsito y no como la transformación de la carretera de 2 carriles en una de 3 carriles.

2.2.2 VELOCIDAD DIRECTRIZ

Cabe resaltar en este punto que la Velocidad Directriz actual de la vía esta en armonía con el terreno que es accidentado, donde la plataforma esta confinada entre el río y los farallones, con escasa posibilidad de desplazamiento de eje. Por tal motivo la Velocidad Directriz del diseño original se mantiene, es decir que contamos con $VD = 50 \text{ Km./h.}$

2.2.3 NECESIDAD DEL CARRIL DE ASCENSO

No suele estar justificado el disponer de un carril de ascenso si el $IMDA < 1,000$ y simultáneamente la pendiente no rebasa el 4%. En este caso se tiene:

$$\begin{array}{lcl} IMDA & = & 3,324 > 1,000 \\ Pendiente & = & 6.54\% > 4\% \end{array}$$

Es decir, que por este primer análisis, vemos que es justificado colocar el carril.

Utilizando la fórmula de Capacidad Posible de la Vía, calcularemos la longitud a la cual se requiere colocar el carril de ascenso.

"La Capacidad Posible de la Vía" se obtiene aplicando unos factores de corrección a la "Capacidad de la Vía en Condiciones Ideales" .. La capacidad de una carretera de 2 carriles en "condiciones ideales",

independientemente de la distribución en los 2 sentidos de marcha, es de 2,000 vehículos/hora

Las condiciones ideales del tráfico y de la carretera se establecen así:

- a) Flujo ininterrumpido, libre de interferencia laterales de vehículos y peatones.
- b) Evolución plano altimétrica correspondiente a una velocidad de base de más o menos 110 Km./hora y distancia de visibilidad de adelantamiento no inferior a 450m.
- c) Carriles de 3.65 m. de ancho con bermas adecuadas y sin obstáculos laterales a una distancia no menor de 1.80 m. desde el borde de pavimento
- d) Ausencia de camiones.

Los coeficientes correctivos que se aplican a la capacidad de 2,000 vehículos/hora son:

- L: que tiene en cuenta la evolución planimétrica del trazo.
- W: que tiene en cuenta el ancho de los carriles y la presencia de obstáculos laterales.
- T: que tiene en cuenta la presencia de camiones y las características altimétricas de la carretera que fuerzan a los mismos a velocidades inferiores a las permitidas a los automóviles

Por tanto la capacidad posible de la carretera será:

$$C = 2000 \times L \times W \times T \dots\dots\dots (F 1)$$

Dado que en cada tramo la capacidad posible debe ser igual al volumen de tráfico:

$$C = V \dots \dots \dots (F2)$$

Se tiene:

$$V = 2000 \times L \times W \times T \dots \dots \dots (F3)$$

De donde:

$$T = \frac{V}{2000 \times L \times W} \dots \dots \dots (F4)$$

Para tal efecto haremos uso de los siguientes cuadros y gráficos:

CUADRO 2.11

VALORES DEL COEFICIENTE "L" PARA CADA VELOCIDAD DIRECTRIZ

VELOCIDAD DIRECTRIZ (KM/H)	L
110	1.000
100	0.987
90	0.973
80	0.960
70	0.953
60	0.945
50	0.940
40	0.935
30	0.930

CUADRO 2.12

EFFECTO COMBINADO DEL ANCHO DEL CARRIL Y DEL ANCHO LATERAL LIBRE DE OBSTACULOS SOBRE LA CAPACIDAD DE UNA CARRETERA DE 2 CARRILES CON FLUJO DE TRAFICO NO INTERRUMPIDO

Distancia del borde del carril al obstáculo (m)	FACTORES DE CORRECCION							
	OBSTACULO DE UN SOLO LADO				OBSTACULO EN LOS DOS LADOS			
	Carril de 3.80m	Carril de 3.30m	Carril de 3.00m	Carril de 2.75m.	Carril de 3.80m	Carril de 3.30m	Carril de 3.00m	Carril de 2.75m.
1.80	1.00	0.88	0.81	0.76	1.00	0.88	0.81	0.76
1.20	0.98	0.85	0.79	0.74	0.94	0.83	0.76	0.71
0.60	0.90	0.81	0.75	0.70	0.85	0.75	0.69	0.65
0.00	0.88	0.77	0.71	0.66	0.76	0.67	0.62	0.58

GRAFICO 21

EQUIVALENCIA DE VEHICULOS PESADOS A VEHICULOS LIVIANOS EN TRAMOS DE DISTINTA PENDIENTE Y LONGITUD

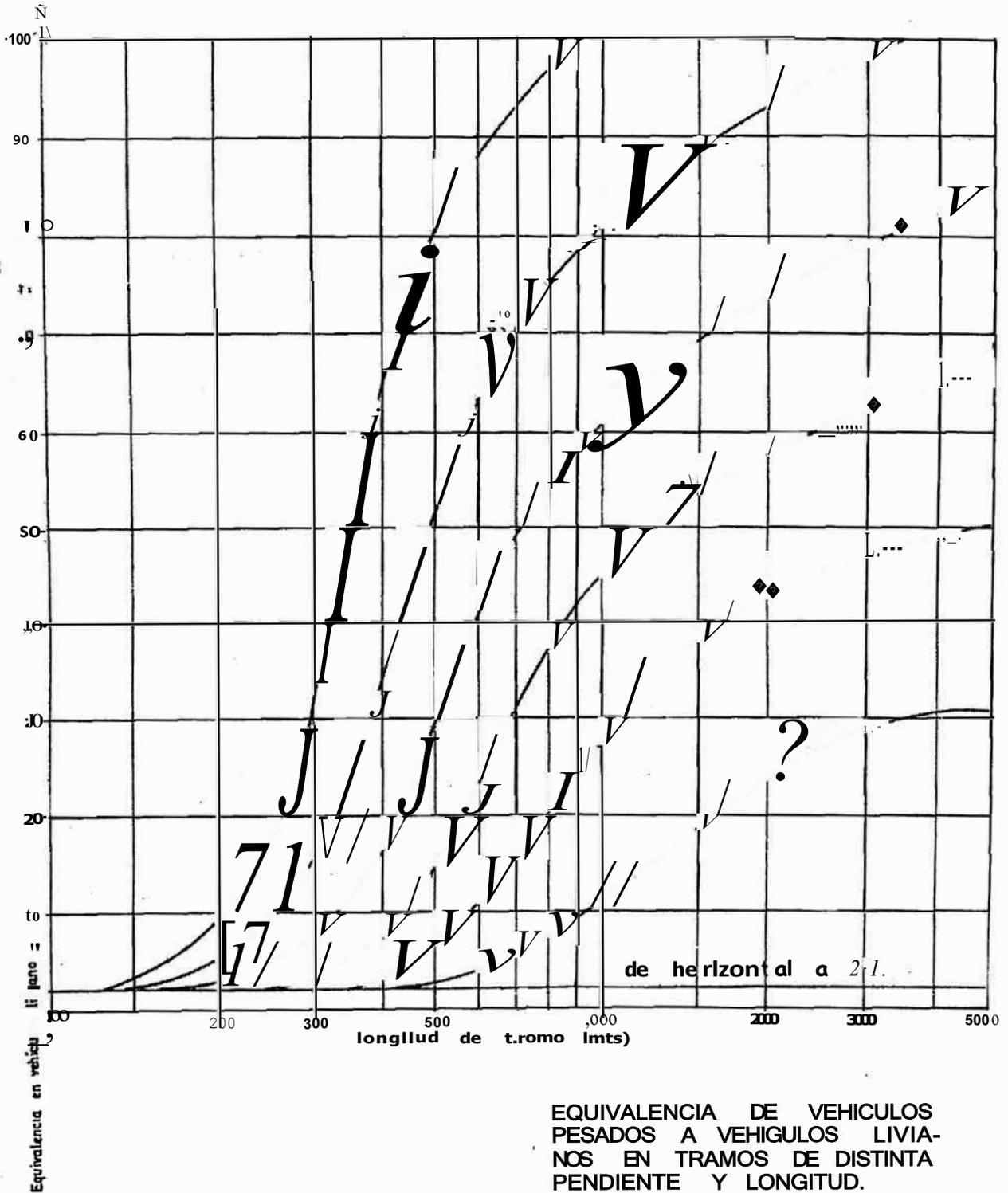
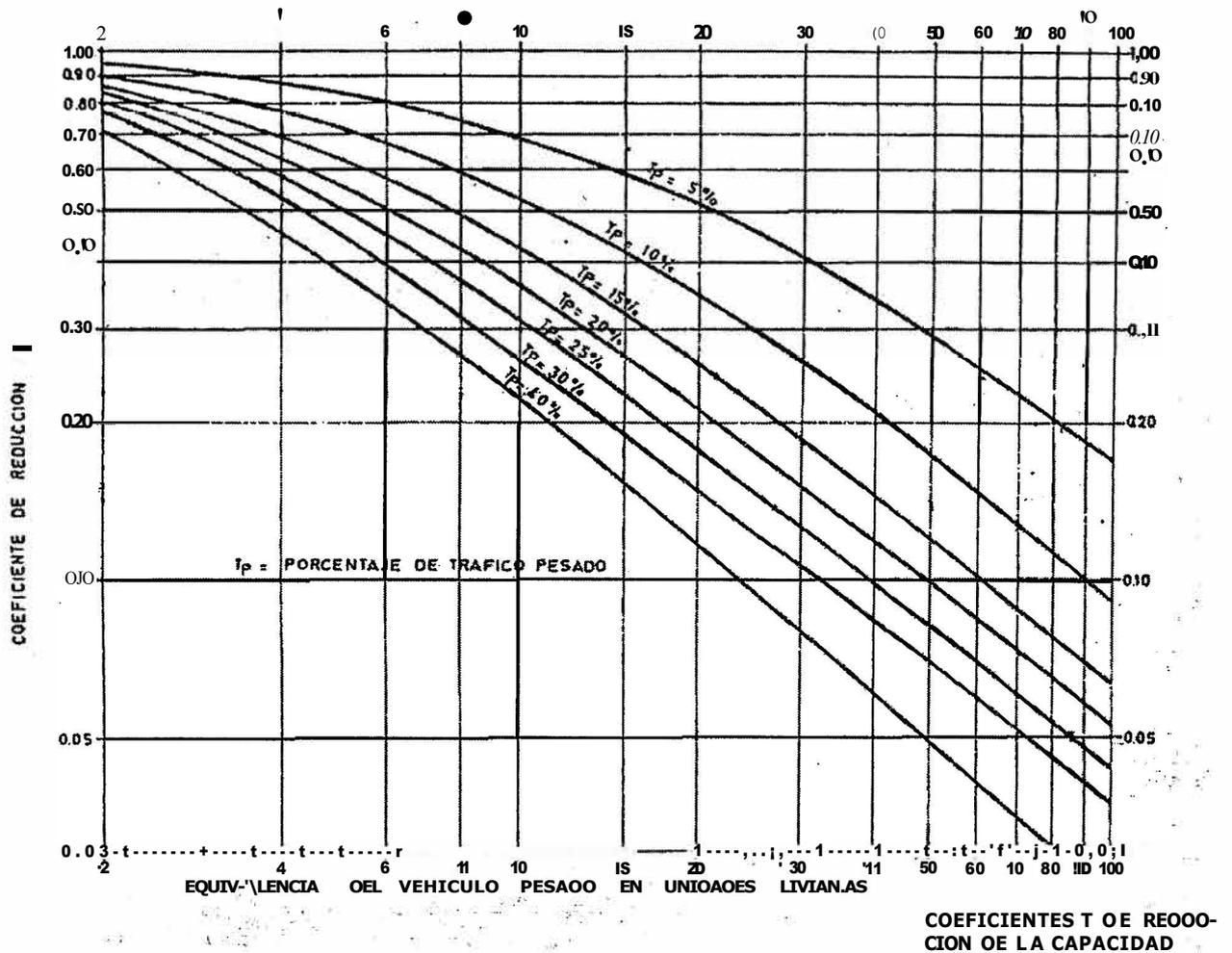


GRAFICO 22
COEFICIENTES "T" DE REDUCCION DE LA CAPACIDAD



Entonces del cuadro 2.11 obtenemos el valor de "L", para $VD = 50 \text{ Km/h}$ tenemos

$$L = 0.940$$

Del cuadro 2.12 obtenemos el valor de "W", con los datos ancho de carril $a = 3.60 \text{ m}$ y ancho de berma = 0.00 m , por interpolación, obtenemos

$$W = 0.75$$

Nuestro volumen de tráfico es el IMDA = 3,324. Para ingresar a la fórmula se necesita el dato en Vehículos/Hora, para esto aplicamos un factor de corrección de 15%. Así se tiene $3,324 \times 0.15 = 498.60$ vehículos/hora.

Aplicando los datos obtenidos en la fórmula F4, obtenemos:

$$T = 498.60 / 2,000 \times 0.940 \times 0.75$$

$$T = 0.35$$

Ingresando al gráfico 2.2 con los valores de $T = 0.35$ y $T_p = 65.26\%$ (porcentaje de tráfico pesado, obtenido del Estudio de Tránsito), se obtiene un valor de $N = 0.35$.

Con el valor de $N = 0.35$ y la pendiente 6.54% se ingresa al gráfico 2.1, de este se obtiene el valor de $L = 195$ m.

El valor obtenido de "L" es bastante pequeño, incluso menor que las longitudes mínimas del carril de ascenso (como se verá más adelante). Esto CONFIRMA LA NECESIDAD DEL CARRIL DE ASCENSO.

Es importante recalcar que aparte de las justificaciones numéricas y teóricas, en una visita a la zona de estudio, se puede vivir la experiencia de las colas de vehículos debido a la disminución en la velocidad de los vehículos pesados, en las subidas de mayor pendiente, siendo necesario aplicar una solución como el carril de ascenso a este problema.

2.2.4 DIMENSIONAMIENTO

Una vía con carril de ascenso no debe considerarse como una vía de tres carriles, sino como una vía de dos carriles más uno adicional, para los vehículos que disminuyen su velocidad cuesta arriba, para que los vehículos que usan el carril adyacente no se retrasen. Considerando esto y el hecho de que generalmente son los vehículos pesados los que hacen

uso de este carril, el ancho del carril de ascenso debe ser el mismo que el de diseño de la calzada.

Entonces tenemos:

$$a = 3.60 \text{ m.}$$

La longitud mínima del carril debe ser la correspondiente a un tiempo de recorrido de 18 segundos a la Velocidad Directriz.

En este caso se tiene:

$$VD = 50 \text{ Km./h } \acute{o}$$

$$VD = 13.89 \text{ mis}$$

Para un tiempo $t = 18$ s, se obtiene:

$$L \text{ min.} = 250 \text{ m.}$$

Antes y después del carril se dispondrá de cuñas de transición, cuyas longitudes mínimas son las siguientes:

$$L \text{ ing} = 70 \text{ m. (Long mínima de cuña de ingreso)}$$

$$L \text{ sal} = 100 \text{ m. (Long mínima de cuña de salida)}$$

Ubicando una zona, dentro del tramo en estudio, que presente las mejores condiciones para ubicar el carril de ascenso, se observa que dentro del primer Km. se tiene un tramo recto, con solo una pequeña curva horizontal de radio grande, que permite desarrollar el carril con las distancias requeridas, contando además con visibilidad.

Planteando como inicio de cuña de ingreso la progresiva 67+150, con una longitud de 70 m., se tiene como inicio del carril con ancho constante la progresiva 67+220. Tomando como final de la cuña de salida la progresiva 67+630, con una longitud de 120 m., se tiene como fin del carril con ancho

constante, la progresiva 67+530. En resumen esto da:

CUADRO 2.13
PROGRESIVAS Y LONGITUDES OBTENIDAS PARA EL CARRIL DE
ASCENSO

TRAMO	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	LONGITUD DE DESARROLLO (m)
CUÑA DE INGRESO	67+150	67+220	70
CARRIL	67+220	67+530	310
CUÑA DE SALIDA	67+530	67+630	100
TOTAL	67+150	67+630	480

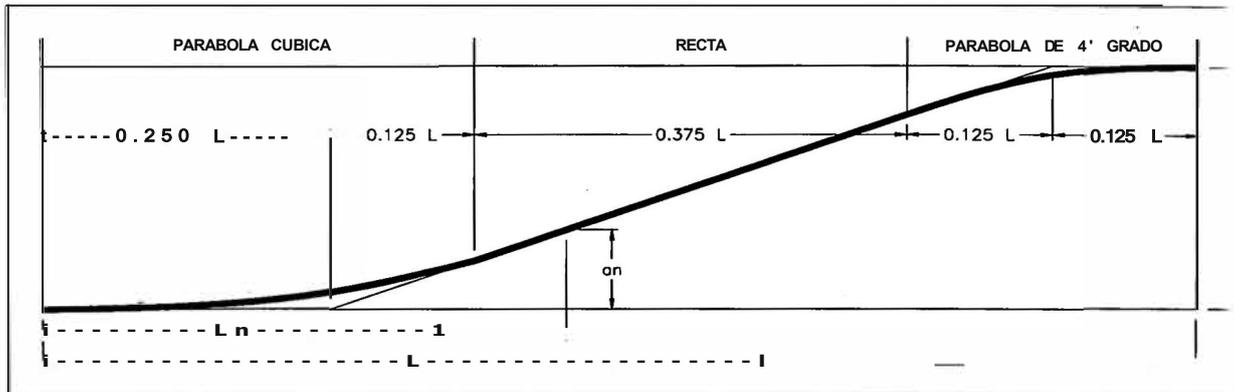
Se puede ver que la longitud obtenida es $L = 310 \text{ m.} > L_{\text{min}} = 250 \text{ m.}$
Para las longitudes de las cuñas se han considerado las mínimas.

2.2.5 CALCULO DE LAS CUÑAS DE INGRESO.Y DE SALIDA

Las cuñas de ingreso y de salida del carril de ascenso permiten un cambio gradual en el ancho de la vía, esta variación se realiza pasando de una parábola cúbica a una recta y luego a una parábola de cuarto grado.

GRAFICO 2.3

VARIACION DEL ANCHO DE LA SECCION TRANSVERSAL



La variación "an" en función de una distancia "Ln", se obtiene mediante la aplicación del siguiente cuadro:

CUADRO 2.14

FACTORES PARA EL CALCULO DE LAS CUÑAS DE TRANSICION

Ln/L	<i>anta</i>
0.0000	0.0000
0.0500	0.0005
0.1000	0.0040
0.1500	0.0130
0.2000	0.0300
0.2500	0.0620
0.3000	0.1020
0.3500	0.1620
0.3750	0.2000
0.4000	0.2400
0.4500	0.3200
0.5000	0.4000
0.5500	0.4800
0.6000	0.5600
0.6500	0.6400
0.7000	0.7200
0.7500	0.8000
0.8000	0.8720
0.8500	0.9280
0.9000	0.9680
0.9500	0.9920
1.0000	1.0000

Teniendo "L" y "a" como datos, se pueden calcular los valores de "Ln" y "an", así se obtiene la posición de cada punto de la cuña.

En este caso, para la Cuña de Ingreso se tiene $L = 70.00$ m. y $a = 3.60$ m., entonces se procede a calcular, obteniendo:

CUADRO 2.15
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

Para la Cuña de Salida se tiene $L = 100.00$ m. y $a = 3.60$ m., entonces se procede a calcular, obteniendo:

CUADRO 2.16
DESARROLLO DE LA CUÑA DE SALIDA

Ln	an
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

23 BOMBEO Y PERALTE A LO LARGO DEL CARRIL DE ASCENSO

2.3.1 BOMBEO

Para los tramos rectos de carreteras se considera una inclinación mínima en la dirección transversal de la calzada, dicha inclinación tiene por finalidad evacuar las aguas superficiales. Esta inclinación llamada Bombeo dependerá del nivel de rugosidad de la calzada, así como del nivel de precipitaciones de la zona.

En la siguiente tabla podemos ver los valores de bombeo para distintos casos, dando de esta manera los rangos dentro de los cuales se puede elegir el valor de bombeo.

CUADRO 2.17
BOMBEO DE LA CALZADA

Tipo de Superficie	Bombeo(%)	
	Precipitación:< 500 mm/año	Precipitación:> 500 mm/año
Pavimento Superior	2,0	2,5
Tratamiento Superficial	2,5 (*)	2,5-3,0
Afirmado	3,0- 3,5 e>	3,0 -4,0

(*) En climas definitivamente desérticos se pueden rebajar los bombeos hasta un valor límite de 2%.

En el caso de la Carretera en estudio se tiene un bombeo de 2%, cuyo eje es el centro de la calzada. Este bombeo se mantendrá en el Carril de Ascenso a manera de proyección de la inclinación.

2.3.2 DESPLAZAMIENTO DE UN VEHICULO SOBRE UNA CURVA CIRCULAR

Con el fin de proporcionar seguridad, eficiencia y un diseño balanceado entre los elementos de la vía desde el punto de vista geométrico y físico, es fundamental estudiar la relación existente entre la velocidad y la curvatura.

Cuando un vehículo circula sobre una curva horizontal, actúa sobre él una fuerza centrífuga que tiende a desviarlo radialmente hacia afuera de su trayectoria.

$$(1) \quad F = W V^2 / g R$$

F = Fuerza centrífuga desarrollada

W = Peso del vehículo

V = Velocidad del vehículo

g = Aceleración de la gravedad

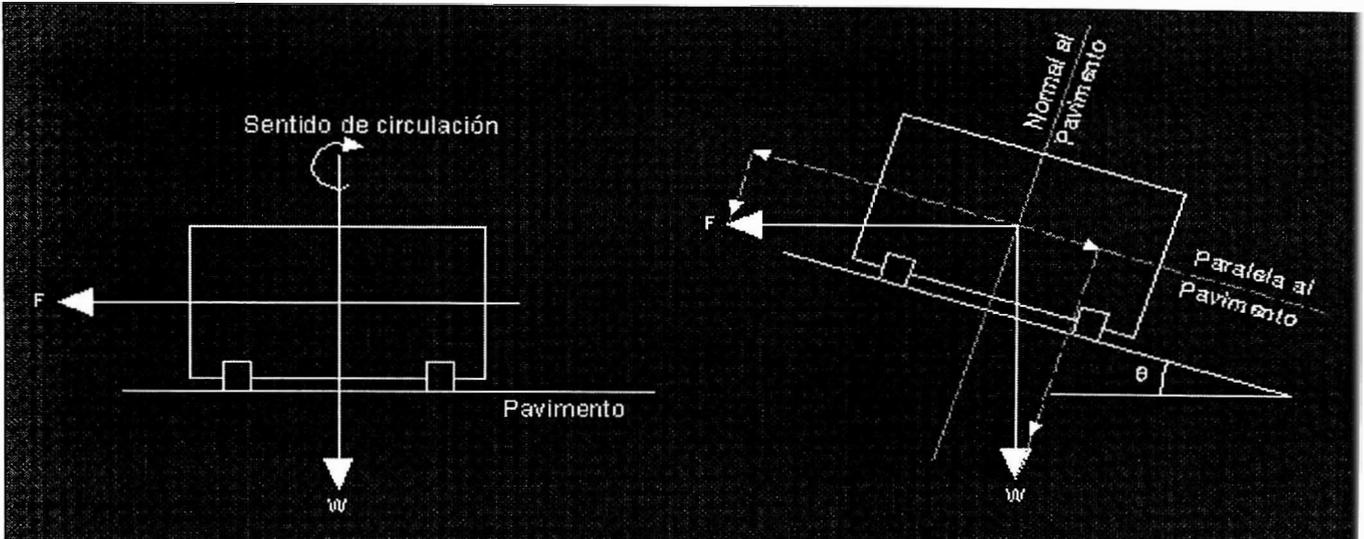
R = Radio de la curva circular horizontal

Se aprecia con claridad en la expresión anterior como al incrementarse la velocidad con un mismo radio, la fuerza centrífuga es mayor.

La única fuerza que se opone al desplazamiento lateral del vehículo es la Fuerza de Fricción desarrollada entre las llantas y el pavimento, esta fuerza no es lo suficientemente capaz de impedir el desplazamiento lateral del vehículo en la mayoría de los casos, por esto es necesario buscarle un complemento inclinando transversalmente la calzada. Dicha inclinación se denomina PERALTE.

Si sobre una curva horizontal de radio "R" un vehículo circula a una velocidad constante "V", según la ecuación anterior, el peso "W" y la Fuerza centrífuga "F" son también constantes, pero sus componentes en las direcciones normal y paralela al pavimento varían según la inclinación que tenga la calzada, tal como se aprecia en el gráfico 2.4.

GRAFICO 24
VARIACION DE PESO Y FUERZA CENTRIFUGA SEGÚN INCLINACION DE LA CALZADA



Para la situación anterior las componentes normales de las fuerzas "W" y "F" son siempre del mismo sentido y se suman, actuando hacia el pavimento, contribuyendo a la estabilidad del vehículo. En cambio las componentes paralelas de dichas fuerzas son de sentido opuesto y su relación hace variar los efectos que se desarrollan en el vehículo.

Las componentes normales y paralelas de las fuerzas "W" y "F" se definen como:

W_n , F_n : Componentes normales al pavimento

W_p , F_p : Componentes paralelas al pavimento

De esta manera se presentan los siguientes casos:

1. $W_p = 0$

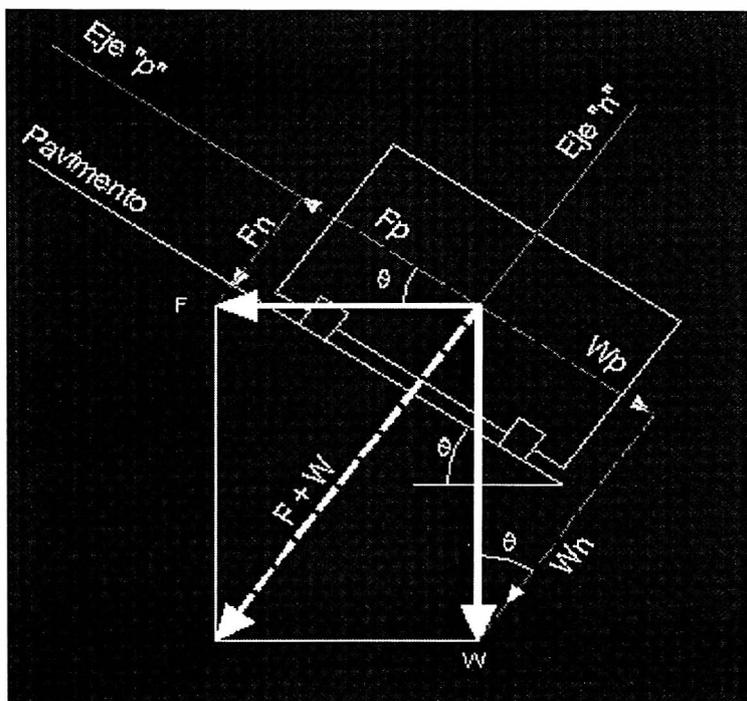
La calzada es horizontal, es decir que no hay inclinación transversal y "Fp" alcanza su valor máximo "F".

2. $W_p = F_p$

La fuerza resultante ($F + W$) es perpendicular a la superficie del pavimento, por lo tanto la fuerza centrífuga no es sentida en el vehículo, esta velocidad se denomina "Velocidad de Equilibrio". (Gráfico 2.5).

GRAFICO 25

FUERZA RESULTANTE (F+W) PARA EL CASO $W_p = F_p$

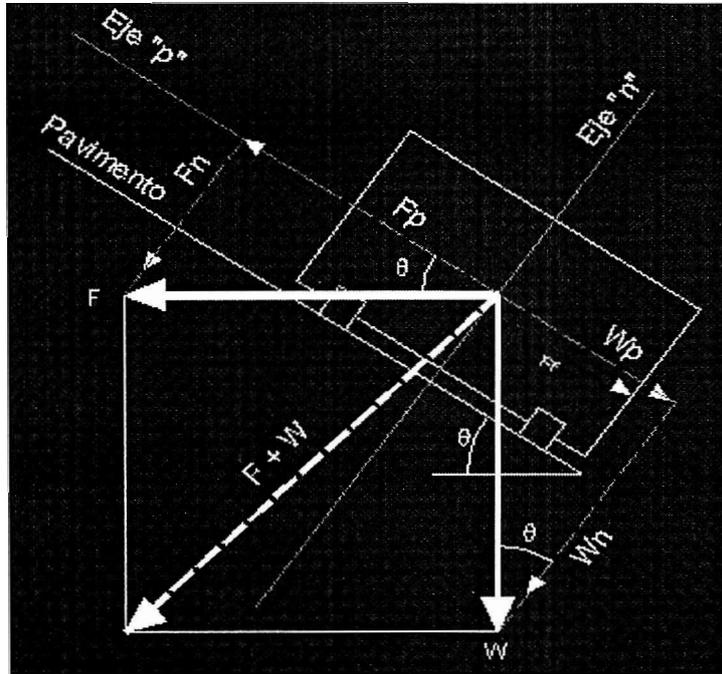


3. $W_p < F_p$

La fuerza resultante ($F + W$) actúa en el sentido de la fuerza centrífuga "F", por lo tanto el vehículo tiende a deslizarse hacia el exterior de la curva. Volcamiento en este caso es típico en vehículos livianos. (Gráfico 2.6)

GRAFICO 2.6

FUERZA RESULTANTE (F+W) PARA EL CASO $W_p < F_p$

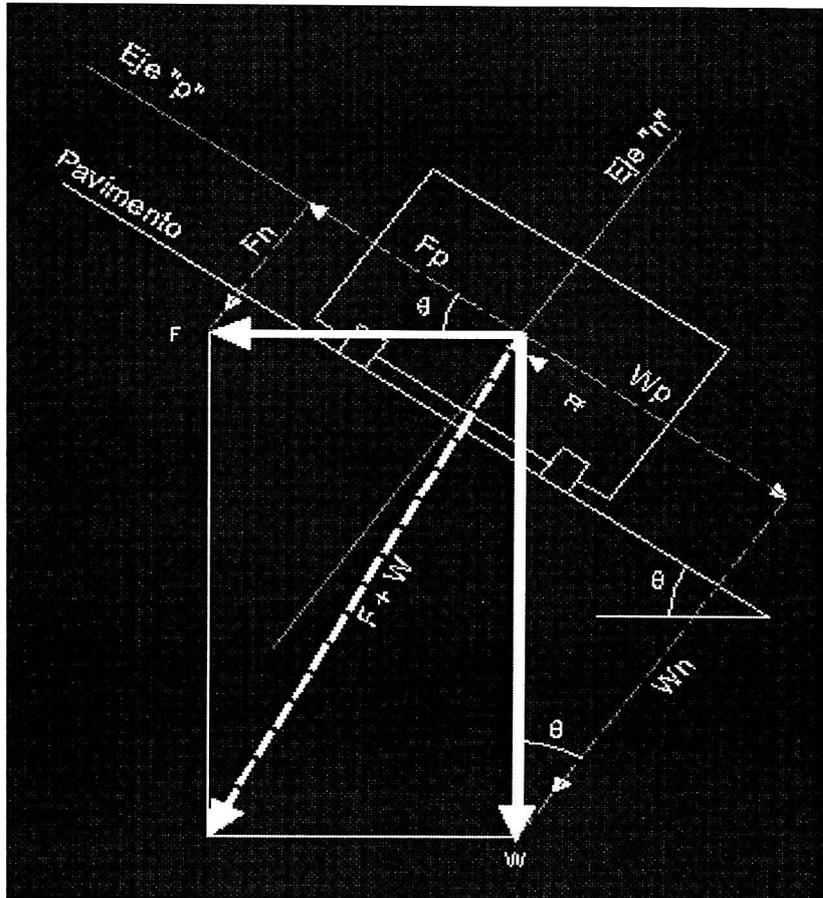


4. $W_p > F_p$

La resultante ($F + W$) actúa en sentido contrario de "f", por lo tanto, el vehículo tiende a deslizarse hacia el interior de la curva. Volcamiento es típico en vehículos pesados. (Gráfico 2.7).

GRAFICO 2.7

FUERZA RESULTANTE (F+W) PARA EL CASO $W_p > F_p$



2.3.3 VELOCIDAD, CURVATURA, PERALTE Y FRICCIÓN

Dos fuerzas se oponen al desplazamiento lateral de un vehículo, la componente "Wp" del peso y la fuerza de fricción transversal desarrollada entre las llantas y el pavimento. Para evitar que exista desplazamiento se acostumbra en las curvas darle cierta inclinación transversal a la calzada la cual se denomina peralte "p", que de acuerdo a las figuras anteriores:

$$(2) \quad p = \tan \theta$$

A la velocidad de equilibrio (gráfico 2.5)

$$W_p = F_p$$

$$W \sin \theta = F \cos \theta$$

$$\sin \theta / \cos \theta = F / W$$

$$\tan \theta = F / W$$

Reemplazando las ecuaciones 1 y 2

$$(3) \quad p = V^2 / g R$$

Teniendo en cuenta que la gravedad es igual a 9.81 m/seg² se tiene que:

$$(4) \quad p = 0.007865 (V^2 / R)$$

"V" se expresa en Kilómetros/ hora y "R" en metros.

Para $W_p < F_p$ (gráfico 2.6)

$W_p < F_p$, o lo que es lo mismo $F_p - W_p > 0$

En el gráfico 2.6 se aprecia que la resultante ($F_p - W_p$) actúa hacia la izquierda, por lo que es resistida por una fuerza de fricción transversal "Ff" desarrollada entre las llantas y el pavimento y que actúa hacia la derecha.

$$F_p - W_p = F_f$$

Se sabe que,

Fuerza Fricción = Fuerza normal (coeficiente de fricción)

$$F_f = (F_n + W_n) f$$

f = Coeficiente de fricción transversal

$$F_p - W_p = (F_n + W_n) f$$

$$f = (F_p - W_p) / (F_n + W_n)$$

En la práctica para valores normales del peralte, la componente "Fn" es muy pequeña y se puede deprecia, entonces reemplazando:

$$f = (F \cos \theta - W \sin \theta) / W \cos \theta$$

$$f = (F \cos \theta / W \cos \theta) - (W \sin \theta / W \cos \theta) = (F / W) - \tan \theta$$

$$f = (F / W) - p$$

Reemplazando la ecuación 1

$$(5) \quad p + f = (V^2 / g R)$$

Convirtiendo unidades

$$(6) \quad p + f = 0.007865 (V^2 / R)$$

Para $W_p > F_p$ (gráfico 2.7)

Por homología se tiene que

$$(7). \quad p - f = 0.007865 (V^2 / R)$$

La situación más común que se presenta es cuando los vehículos van a una velocidad mayor que la de equilibrio, por esto la expresión más usada para efectos de diseño es la ecuación 6.

El radio mínimo "R min", o el máximo grado de curvatura "G máx", es el límite para una velocidad de diseño "V" dada, calculado a partir del peralte máximo "p máx" y el coeficiente de fricción transversal "f máx".

Por lo tanto para una determinada velocidad de diseño y una vez establecidos los valores máximos del peralte y del coeficiente de fricción transversal, el radio mínimo se calcula según la ecuación 6, como:

$$(8) \quad R \text{ min} = 0.007865 (V^2 / (p \text{ máx} + f \text{ máx}))$$

De esta manera a las curvas que tienen el radio mínimo les corresponde el peralte máximo

Un procedimiento bastante utilizado para calcular el peralte "p" de cualquier curva de radio "R", siendo $R > R \text{ min}$, consiste en realizar una repartición inversamente proporcional así:

$$p \text{ máx} = 1 / R \text{ min}$$

$$p = 1 / R$$

De donde:

$$(9) \quad p = (R \text{ min} / R) ip \text{ máx}$$

2.3.4 TRANSICION DEL PERALTE

La sección transversal de la calzada sobre un alineamiento recto tiene una inclinación llamada BOMBEO, el cual tiene por objeto facilitar el drenaje o escurrimiento de las aguas lluvias lateralmente hacia las cunetas. El

bombeo v ría dependiendo de la intensidad de las lluvia en la zona del proyecto.

Así mismo la sección transversal de la calzada sobre un alineamiento curvo tendrá una inclinación asociada con el peralte, el cual tiene por objeto, como se vio anteriormente, facilitar el desplazamiento seguro de los vehículos sin peligros de deslizamientos.

Para pasar de una sección transversal con bombeo normal a otra con peralte, es necesario realizar un cambio de inclinación de calzada. Este cambio no puede realizarse bruscamente, sino gradualmente a lo largo de la vía entre este par de secciones. A este tramo de la vía se le llama "Transición del Peraltoado".

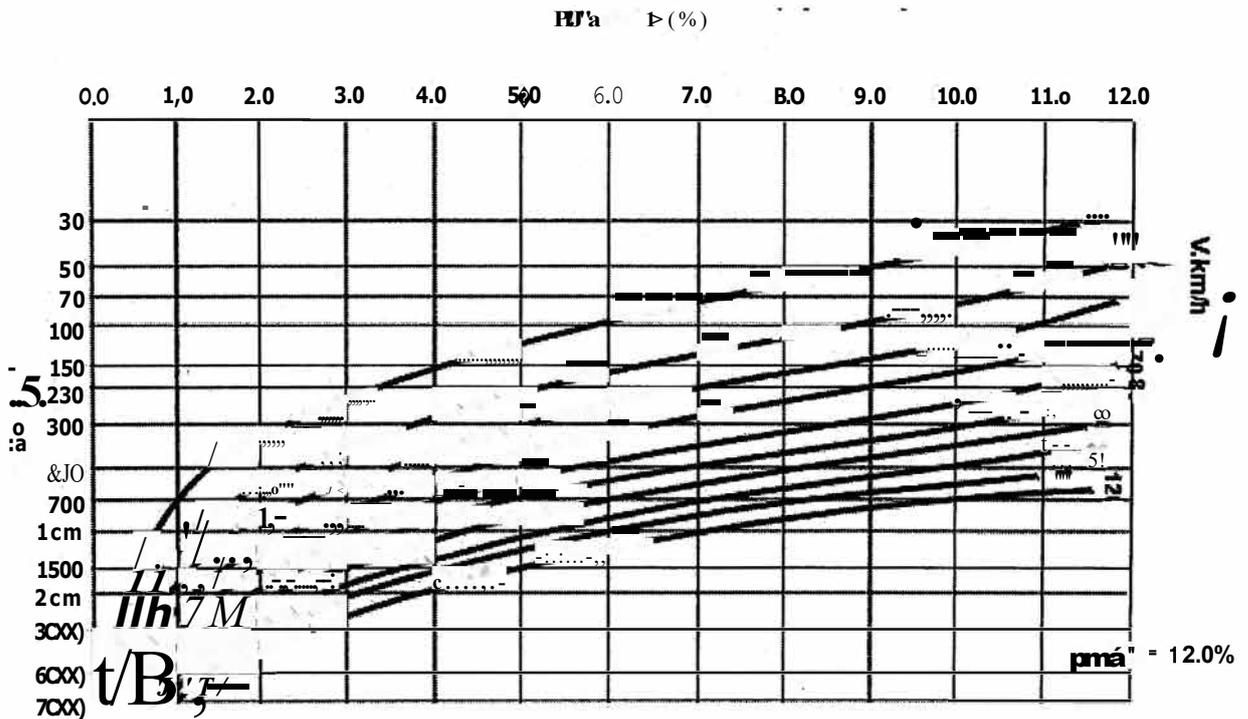
Si para el diseño de la vía de las curvas horizontales se han empleado espirales de transición, la transición del peraltoado se efectúa conjuntamente con la curvatura. Cuando se dispone únicamente de curvas circulares, se acostumbra realizar una parte de la transición en recta y la otra parte en curva. Se ha determinado empíricamente que la transición del peralte puede introducirse dentro de la curva hasta en un 50%, siempre que por lo menos la tercera parte central de la longitud de la curva quede con el peralte completo.

Para realizar la transición del bombeo al peralte se pueden utilizarse tres procedimientos:

1. Rotando la calzada alrededor de su eje central (es el más conveniente).
2. Rotando la calzada alrededor de su eje interior.
3. Rotando la calzada alrededor de su eje exterior.

Para la carretera en estudio, en el tramo donde se ubica el Carril de Ascenso se tiene una curva horizontal, en la cual se debe considerar un peralte, cuyo valor se tomara en base al siguiente grafico:

GRAFICO 28
PERALTE EN ZONA RURAL (Tipo 3 ó 4)



Con los datos $V_d = 50 \text{ Km./h}$ y $\text{radio} = 407 \text{ m.}$, se obtiene un peralte = 4.2%
La porción de peralte que se desarrollará en tangente se toma del siguiente cuadro:

CUADRO 218
PROPORCIÓN DEL PERALTE A DESARROLLAR EN TANGENTE

$p < 4.5\%$	$4.5\% < p < 7\%$	$p > 7\%$
0,5p	0,7p	0,8p

En este caso tenemos 0.5p para desarrollar en tangente.

A continuación se presentan unas fotos de la Carretera en estudio, donde se observa claramente el peralte, así como la transición del bombeo al peralte.

FOTO 22
EJEMPLO DE TRANSICION DE PERALTE

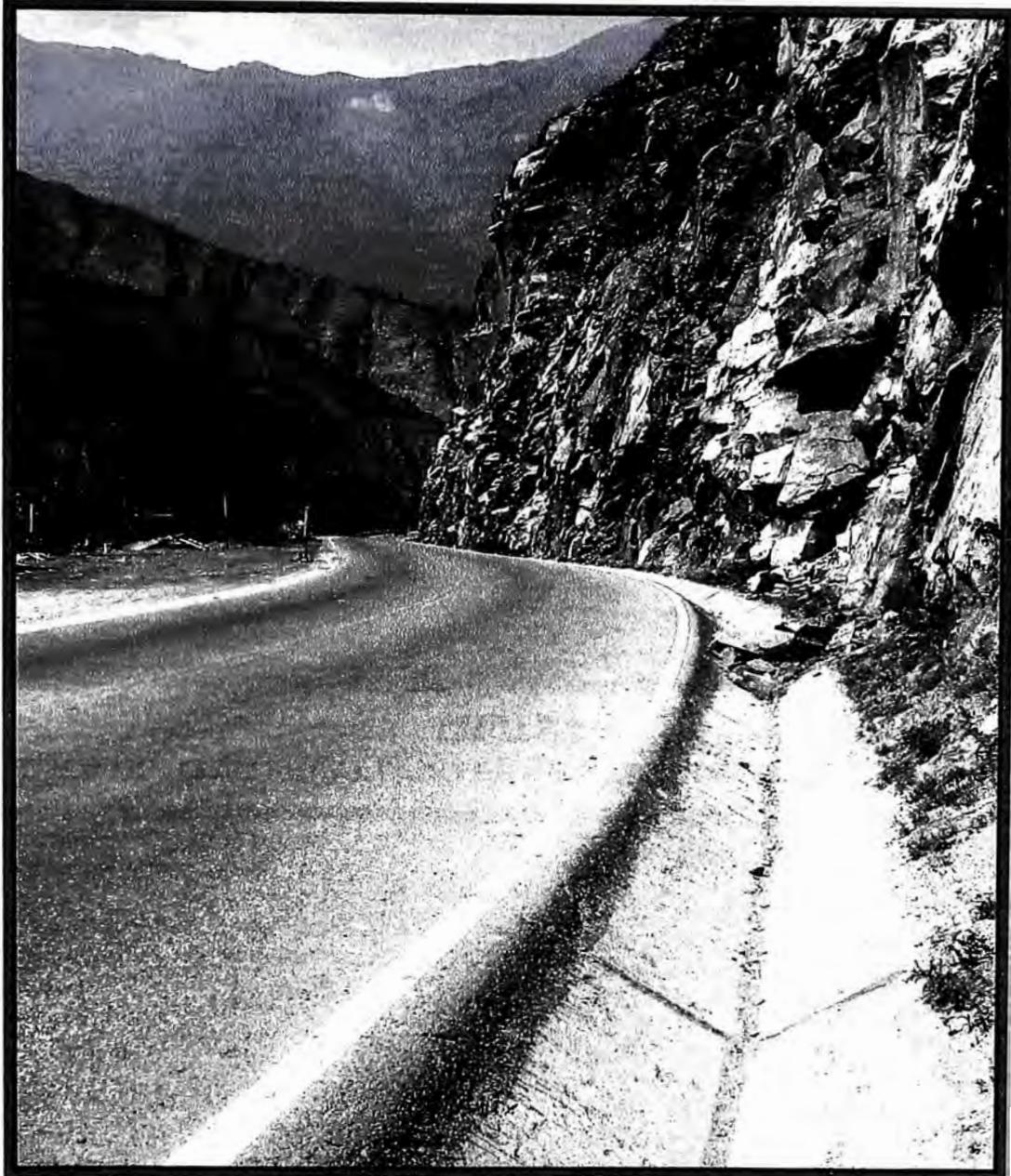


FOTO 23

EJEMPLO DE PERALTADO EN CURVAS HORIZONTALES (1)

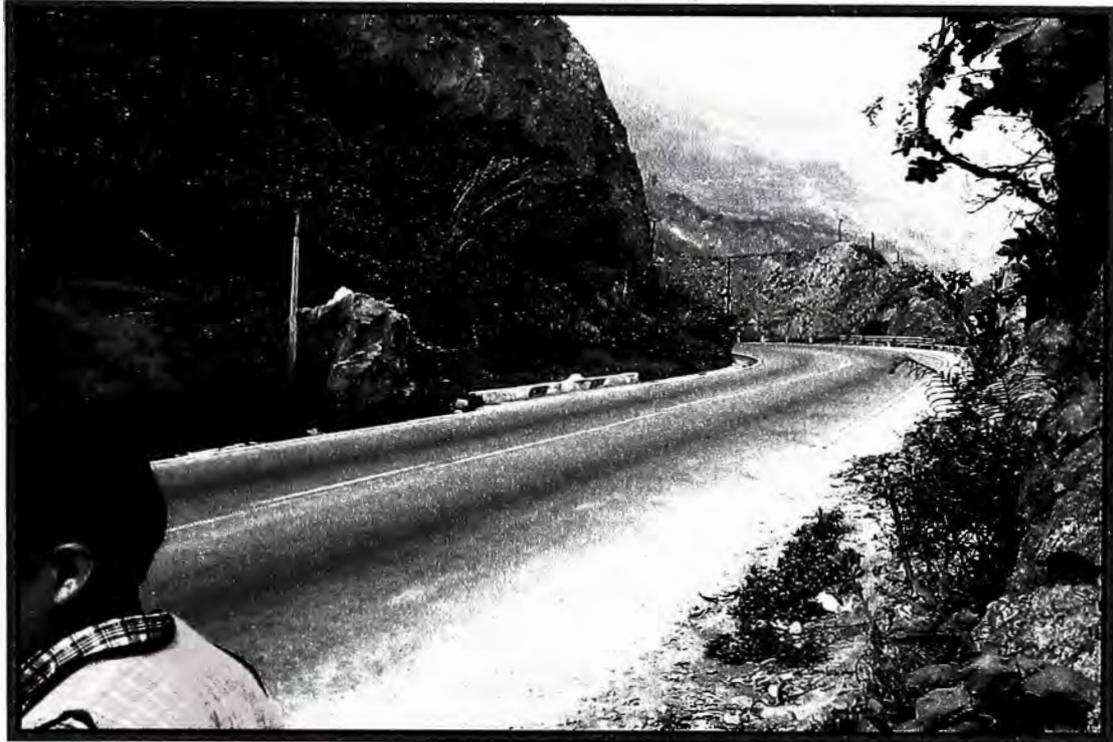


FOTO 24

EJEMPLO DE PERALTADO EN CURVAS HORIZONTALES (2)



CAP 11 SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

3.1 GENERALIDADES

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

En esta carretera se requiere densa señalización pues discurre en terreno accidentado, en que hay una diversidad de elementos tales como presencia de quebradas, cruces con la línea de ferrocarril, túneles, puentes, curvas reversas, desarrollos con curvas de volteo, zonas con acantilados y farallones. Si a ello se agrega que la carretera tiene un tránsito pesado intenso con gran volumen de autobuses y furgones con remolque, se verá que el riesgo es grande, si no se cuenta con una señalización adecuada y elementos de seguridad suficientes.

Los 3 Km. estudiados son una muestra representativa de la Carretera, en los apéndices se presentan los inventarios de señales encontradas en este tramo.

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

- Señalización Vertical que comprende las Señales de prevención, de reglamentación y de información.

- Señalización Horizontal o marcas en el pavimento.

- Dispositivos de Seguridad Vial.

3.2 CRITERIOS DE DISEÑO

3.2.1 SEÑALIZACION VERTICAL

Las formas, dimensiones, colores y otras características de las señales verticales se encuentran descritos en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC; por tal motivo solo se dará una descripción resumida de las características de las mismas.

Las señales verticales, como dispositivos de control del tránsito, son colocadas donde se necesitan, de acuerdo a los estudios previos.

Se utilizan para prevenir cualquier peligro que podría presentarse en la circulación vehicular donde se apliquen determinadas regulaciones. Asimismo, para informar al usuario sobre direcciones, rutas, destinos y dificultades existentes en la carretera.

Las señales que presenta el tramo son:

-Señales de reglamentación, para notificar a los usuarios de la vía de las limitaciones, prohibiciones o restricciones que gobiernan el uso de ella y cuya violación constituye un delito.

-Señales de prevención, para advertir a los usuarios de la vía de la existencia de un peligro y la naturaleza de éste.

-Señales de información, para guiar al usuario a través de la carretera central, proporcionándole la información que pueda necesitar.

-SEÑALES PREVENTIVAS

Las señales preventivas han sido diseñadas y ubicadas de acuerdo al alineamiento de la vía, en las zonas que presentan un peligro real o

potencial que puede ser evitado disminuyendo la velocidad del vehículo o tomando las precauciones del caso.

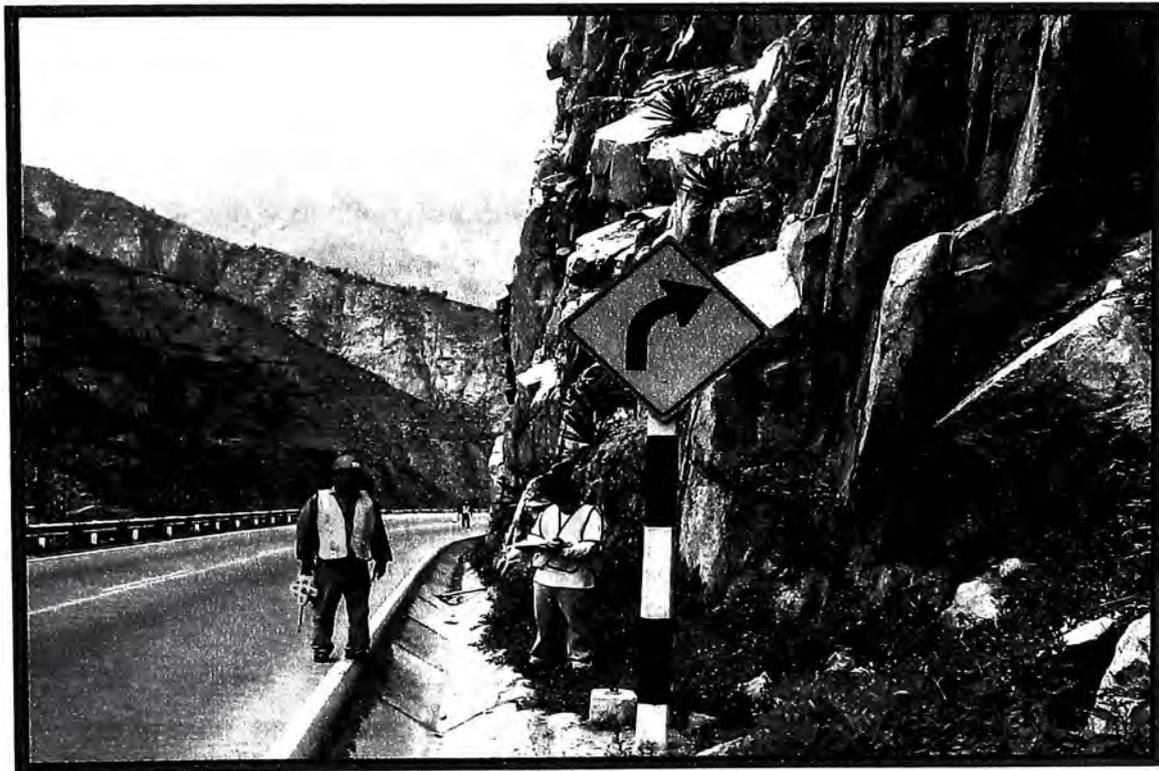
Las señales preventivas encontradas tienen una dimensión de 0.60 x 0.60 m con fondo de material retroreflectante de alta intensidad de color amarillo y símbolos,

letras y borde del marco pintados con tinta xerográfica color negro, con uno de los vértices del cuadrado hacia abajo.

Los postes de fijación de estas señales son de concreto, pintados en franjas de 0.50 m con esmalte de color blanco y negro.

La distancia recomendada para la ubicación de las señales preventivas en zona rural es de 90m. a 180m.

FOTO 3.1
EJEMPLO DE SEÑAL PREVENTIVA



-SENALES REGLAMENTARIAS

Las señales reglamentarias darán a conocer al usuario las limitaciones y restricciones que gobiernan la circulación. Para la vía en estudio se tienen señales reglamentarias dentro de la clasificación de señales prohibitivas o restrictivas.

Estas señales son de forma rectangular con excepción de la serial "Pare", de forma octogonal y de la serial "Ceda el paso", correspondiente a un triángulo equilátero con el vértice hacia abajo.

Las señales reglamentarias se colocan en el lugar donde existe la prohibición o restricción. Mayores detalles sobre las señales reglamentarias se encuentran en el manual correspondiente del MTC.

-SENALES DE INFORMACION

Las señales informativas tienen la finalidad de guiar al conductor de un vehículo a través de determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino.

También tienen por objeto identificar puntos notables como ciudades, ríos, lugares de destino, y dar información útil al usuario de la carretera.

Las señales informativas que se utilizan en el proyecto son las de localización y destino, las cuales proporcionan información al conductor de los lugares o poblaciones más importantes en el trayecto.

También, se tienen señales con indicadores de distancias, las cuales se utilizan con el fin de informar al conductor del vehículo sobre las distancias a las que se encuentran los desvíos a poblaciones de importancia. Se utilizan también hitos kilométricos de concreto.

Las señales informativas son de forma rectangular con su mayor dimensión horizontal, y de dimensiones variables según el mensaje a

transmitir. Se ubican al lado derecho de la carretera de manera que los conductores puedan distinguirlas de manera clara y oportuna.

FOTO 3.2
EJEMPLO DE SEÑAL INFORMATIVA



FOTO 33
HITO KILOMETRICO



3.2.2 SEÑALIZACION HORIZONTAL

Las marcas en el pavimento se utilizan para demarcar el centro de la calzada de dos carriles de circulación que soporta el tránsito en ambas direcciones, así como los bordes que delimitan la superficie de rodadura con las bermas.

En el presente caso se utiliza pintura de color amarillo para el eje de calzada y pintura de color blanco en línea continua para los bordes de carril.

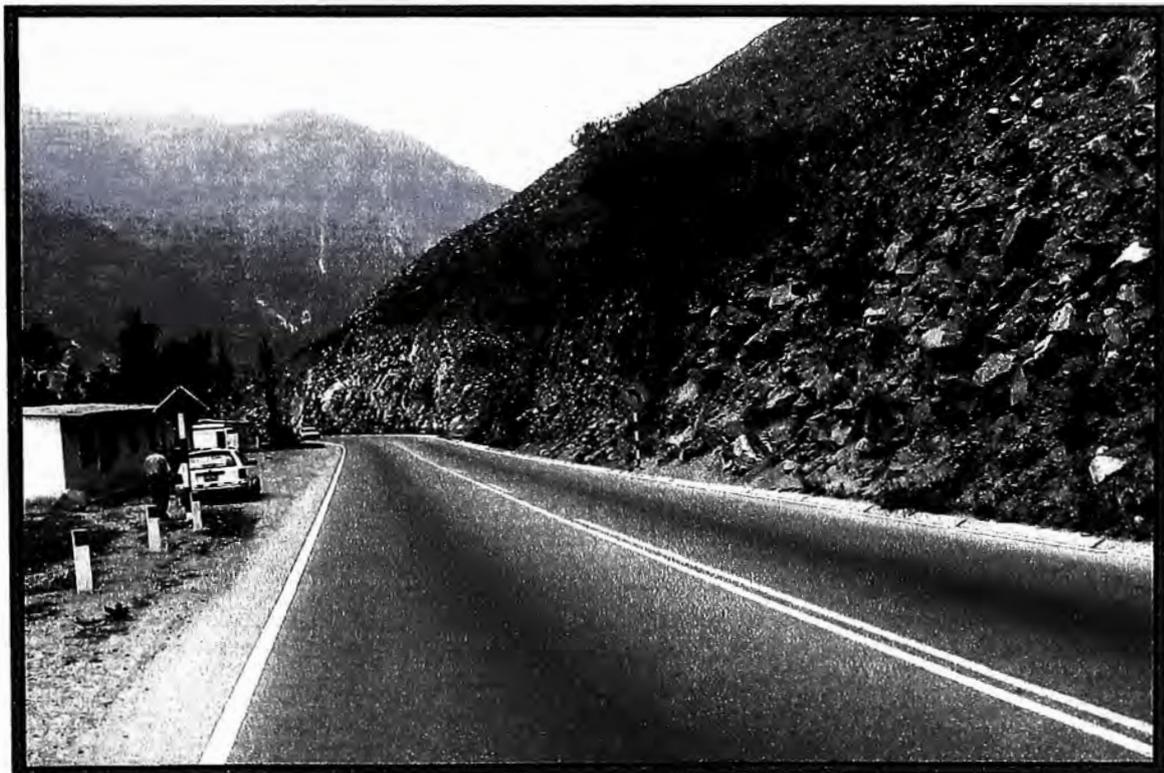
Para el eje de la carretera se utilizara una línea discontinua, cuyos segmentos son de 4.50 m de longitud espaciados cada 7.50 m.

La doble línea amarilla demarcadora del eje de la calzada, significa el

establecer una barrera imaginaria que separa el tránsito vehicular en ambos sentidos, y se encuentra en las curvas críticas y zonas no aptas para sobrepasar. El eje de la calzada coincide con el eje del espaciamiento entre las dos líneas continuas y paralelas. La distancia adoptada para la zona de preaviso en zonas rurales es de 75 metros, con segmentos de 4.50 metros de longitud espaciados cada 1.50 m.

El ancho de las líneas es de 10 cm., para las líneas longitudinales central y de borde.

FOTO 34
SEÑALIZACION HORIZONTAL



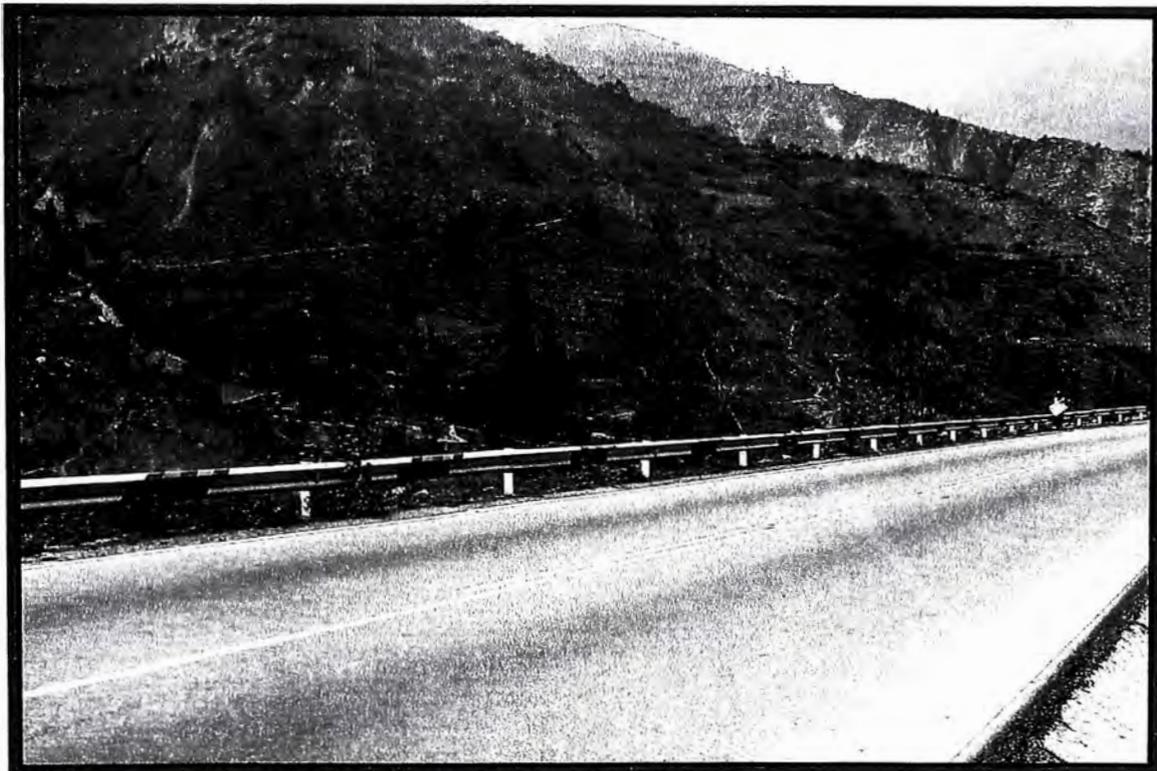
3.3 SEGURIDAD VIAL

3.3.1 GUARDAVIAS

Los guardavías son un sistema de contención de vehículos empleados en los márgenes y separadores de las carreteras.

Los podemos observar principalmente en zonas de curvas y al borde de taludes. Evitan que los vehículos puedan salirse de la vía debido a la velocidad.

FOTO 3.5
GUARDAVIA



3.3.2 TACHAS BIDIRECCIONALES RETROREFLECTANTES

Las tachas bidireccionales colocadas en el eje de la vía, son de color amarillo en ambas caras; mientras que las que se colocan en los bordes

son de color blanco en el sentido del tráfico y de color rojo en sentido contrario.

La colocación de tachas se ha considerado principalmente en las curvas verticales y horizontales con visibilidad restringida que requieren de estos elementos para prevenir accidentes de tránsito.

3.3.3 POSTES DELINEADORES

Los postes delineadores son elementos verticales que ayudan a visualizar los contornos de la carretera cuando hay vaguedad o riesgo de salirse de la vía. Por lo general se utilizan en tramos con rellenos altos, sectores en tangente con desniveles considerables y en algunos casos, al lado exterior de curvas muy pronunciadas.

FOTO 3.6
POSTES DELINEADORES



3.3.4 .PINTADO DE PARAPETOS

Se observa el pintado de los parapetos de las alcantarillas y muros, lo cual sirve de ayuda a los usuarios de la vía, sobre todo en la conducción nocturna y evitando de esta manera accidentes de tránsito.

34 SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL DEL CARRIL DE ASCENSO

El Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor Para Calles y Carreteras, no cuenta con una señal para Carril de Ascenso. En tal sentido se esta considerando una señal nueva, de tipo preventiva con el texto:

"CARRIL DE ASCENSO A 100 M. PARA TRANS. PESADO"

la cual se colocará a 100 m. antes del inicio del carril. Esta señal esta siendo bien específica en su texto, para evitar confusiones en el usuario de la vía y no se tome el Carril de Ascenso como una ampliación de la calzada de 2 carriles a una de 3 carriles.

En el ingreso del Carril de Ascenso se pintara una flecha con desvío en el pavimento, para indicar el acceso. Además, como pintura sobre el pavimento, también se tendrá una línea continua al borde exterior del Carril de Ascenso.

Como medidas de seguridad vial, bordeando el carril de ascenso se colocarán postes delineadores, cada 5 m. en las cuñas y cada 20 m. en la zona de ancho constante.

Entre al carril de ascenso y la vía existente se colocarán tachas retroreflectantes cada 10 m., para indicar el límite entre ambas, a lo largo de la zona del carril con ancho constante.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- El Carril de Ascenso otorga mayor servicialidad a la vía, en el sentido de subida, gracias a que ofrece a los vehículos pesados una vía adicional, así los vehículos ligeros pueden mantener una mayor velocidad.
- La ampliación de la sección transversal con el Carril de Ascenso favorece por dotar de una mayor visibilidad al usuario.
- De los análisis de visibilidad presentados podemos ver que la fórmula del Congreso Panamericano (1,942) es la más conservadora, obteniendo valores mayores para Distancia de Parada.
- Las Distancias de Visibilidad medidas en campo, son mayores que las distancias de parada requeridas. Por tanto no se requiere de banquetas de visibilidad.
- Los vehículos ligeros no sufren mayor pérdida en su velocidad en pendientes menores de 7%, sin embargo los vehículos pesados se ven muy afectados en su velocidad, apenas se pasa el 3% de pendiente en rampa larga.
- En un trazo nuevo, una pendiente mayor significa una disminución del costo de construcción, pero un aumento en el costo de operación.
- Para trazos existentes es difícil y resultaría costoso un cambio en su pendiente, desaprovechando la inversión inicial. En este caso es favorable el Carril de Ascenso.
- El efecto del Carril de Ascenso no es localizado, se prolonga por un tramo más de vía.
- Para un tramo existente que se encuentra confinado entre el río y los farallones, resulta poco posible desplazarlo. En tal sentido no se puede aumentar la velocidad de diseño al tener esta limitación.
- En el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2001, no contamos con un procedimiento para justificar la necesidad del carril de ascenso. El criterio que se expresa es por el IMDA, que no debe ser menor de 1,000 y la pendiente no debe ser menor de 4%. Además cuando la velocidad se reduce en 25 Km./h.
- Más que las justificaciones numéricas, es importante la experiencia vivida en la zona de estudio, la cual permite observar las colas de vehículos debido a la

disminución de la velocidad de los vehículos pesados.

- En el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2,001 se indica una ampliación en la longitud recta del carril de ascenso, pero la redacción es confusa y no permite su comprensión. Por esto se está dando un tramo de 60m. adicional al mínimo de 250m., el cual es permitido por la topografía.

- La finalidad del bombeo en las carreteras es facilitar el drenaje de las aguas superficiales. Mientras que la finalidad del peralte es contrarrestar los efectos de la fuerza centrífuga, ejercida sobre los vehículos durante su desplazamiento sobre curvas horizontales.

- La transición del bombeo al peralte debe realizarse de manera gradual, en la curva de transición. Si no se cuenta con dicha curva, se realizará la transición, parte en la tangente y parte en la curva horizontal.

- El Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC, no cuenta con una señal vertical específica para indicar la presencia del carril de ascenso.

- Así mismo el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC, no presenta señalización horizontal ni elementos de seguridad vial específicos para carril de ascenso.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

- Para efectuar Análisis de visibilidad con un criterio conservador es recomendable utilizar la fórmula de Distancia de Parada del Congreso Panamericano (1,942).
- En trazos nuevos debe evitarse, en lo posible, los tramos largos con una pendiente elevada. Para eso se aplica un Carril de Descanso.
- Para justificar la necesidad del carril de ascenso se puede aplicar un procedimiento de la norma del 70, desarrollado en este informe, el cual utiliza el concepto de Capacidad Posible de la Vía.
- El Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2,001 trata el tema del carril de ascenso de manera limitada. El Manual debería presentar con más detalle y claridad el diseño geométrico del carril de ascenso.
- Al tener que indicarse el carril de ascenso de manera clara, para que no se confunda con una ampliación de la vía de 2 carriles a una de 3 carriles, se debe considerar una señal informativa con un texto explícito sobre carril de ascenso, como el utilizado en este informe.
- El diseño geométrico del carril de ascenso, así como su señalización y seguridad vial, deben ser desarrollados con mayor amplitud en los respectivos manuales nacionales.
- El carril de ascenso es una solución práctica y económica para solucionar el problema del tránsito en las carreteras, el cual puede ser implementado a lo largo de la carretera con un diseño típico y flexible, para ser adaptado a cada ubicación en particular.

BIBLIOGRAFIA

"Mejoramiento del Flujo Vehicular en la Carretera Cocachaca - Matucana (del Km. 67 al Km. 70)"

• "Manual de Ascenso: Diseño Geométrico, Señalización y Seguridad Vial"

Red. Jorge Martín Ortiz Guzmán

Página N° 105

BIBLIOGRAFIA

- (2001). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, DG - 2001*, Perú; PERT-MTC
- (1970). *Normas Peruanas Para el Diseño de Carreteras*, Perú; Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- Leclair, R. (2004). *Manual Centroamericano: Normas Para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales*, Secretaría de Integración Económica Centroamericana SIECA, 2da Edición.
- Crespo Villalaz, C. (2002). *Vías de Comunicación: Caminos, Ferrocarriles, Aeropuertos, Puentes y Puertos*, México; Limusa. 717 Pág.
- Escario Nuñez, J. (1960). *Estudio del Trazado y Construcción de la Explanación*, Madrid; Escuela Especial de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos. 4ta Edición 544 Pág. Vol. 1
- Cárdenas Grisales, J. (1993). *Diseño Geométrico de Vías*, Colombia; Editorial ECOE, Universidad del Valle. 320 Pág.
- <http://www.monografias.com>
- <http://espanol.geocities.com/pablojavierbarrera/>
- <http://www.carreteros.org/>

ANEXOS

A. DEL DISEÑO GEOMETRICO

A.1 ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTALES

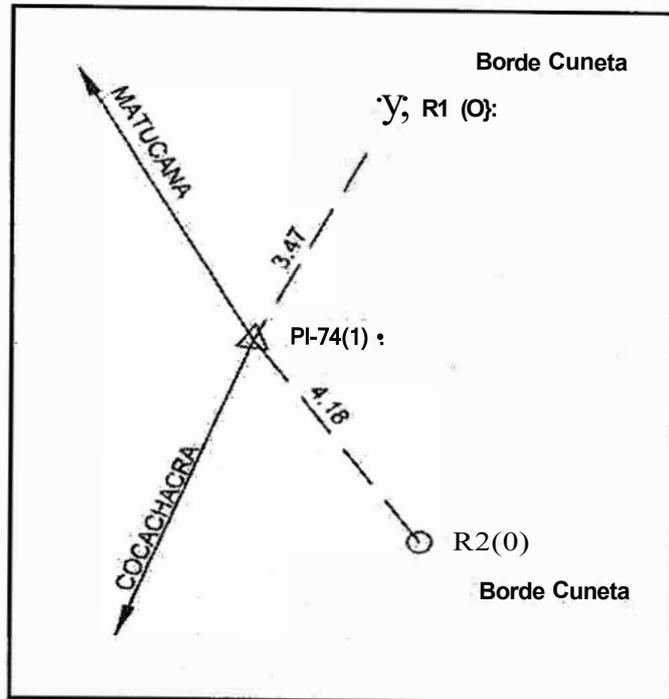
TABLA TDG3-01 ELEMENTOS DE CURVAS ENTRE LOS KM. 67+000 Y KM. 70+000

ELEMENTOS DE CURVAS

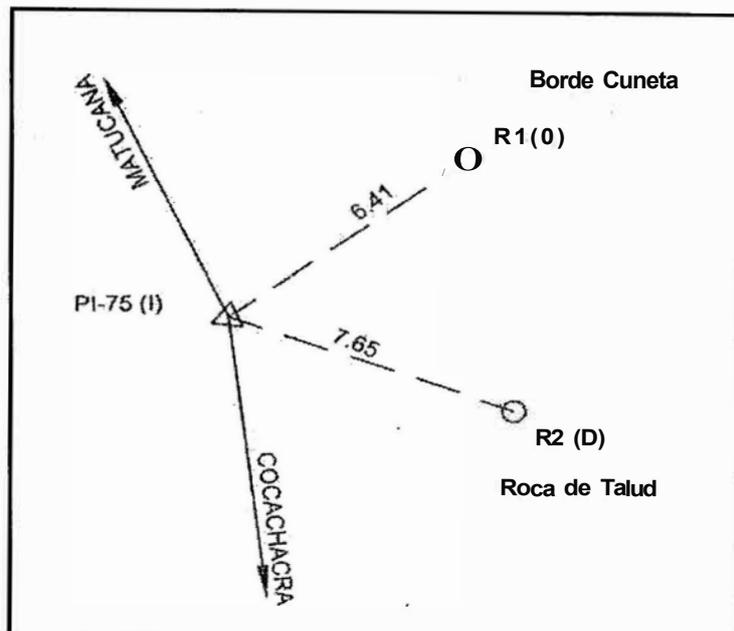
No	S	A.D.	R	T.G.	L.C.	PC	PI	PT	S.A.	P%	NORTE	ESTE
74	I	51° 15'10"	92	44.13	82.297	67+052.12	67+096.25	67+134.42	0.9	5.5	8686453.966	343482.7
75	I	8° 24'51"	407	29.94	59.769	67+454.58	67+484.52	67+514.35	0.3	2.5	8686643.756	343827.1
76	I	23° 51'33"	148	31.27	61.63	67+678.86	67+710.13	67+740.49	0.6	5.0	8686780.196	344007.1
77	D	18° 26'44"	325	52.77	104.629	67+794.33	67+847.10	67+898.96	0.3	3.0	8686900.843	344074.4
78	D	37° 9'43"	191	64.21	123.882	68+000.16	68+064.37	68+124.04	0.3	4.0	8687048.540	344234.J
79	I	52° 48'56"	105	52.14	96.789	68+190.13	68+242.27	68+286.91	0.6	5.5	8687065.846	344416.L
80	D	17° 0'14"	226	33.78	67.071	68+433.40	68+467.19	68+500.47	0.3	3.5	8687263.497	344538.1
81	I	29° 45'15"	150	39.85	77.896	68+586.61	68+626.46	68+664.51	0.6	4.5	8687368.853	344658.E
82	I	7° 14'37"	400	25.32	50.569	68+723.63	68+748.95	68+774.20	0.3	2.5	8687486.376	344699.4
83	D	22° 29'42"	120	23.86	47.113	68+859.64	68+883.51	68+906.75	0.6	5.0	8687618.178	344726.7
84	D	16° 11'9"	130	18.49	36.724	68+906.84	68+925.33	68+943.57	0.6	5.0	8687653.259	344750.1
85	I	46° 8'27"	106	45.15	85.363	69+099.44	69+144.59	69+184.80	0.6	5.5	8687793.095	344919.7
86	D	10° 4'48"	390	34.4	68.613	69+374.92	69+409.31	69+443.53	0.3	2.5	8688061.995	344939.S
87	D	17° 52'6"	230	36.16	71.728	69+527.41	69+563.57	69+599.14	0.3	3.5	8688211.603	344978.2
88	D	15° 1'20"	160	21.1	41.95	69+860.81	69+881.91	69+902.76	0.6	4.5	8688481.371	345148.3
89	I	18° 9'41"	185	29.57	58.641	69+973.20	70+002.77	70+031.85	0.3	4.0	8688563.564	345237.3

A.2 REFERENCIAS DE Pis

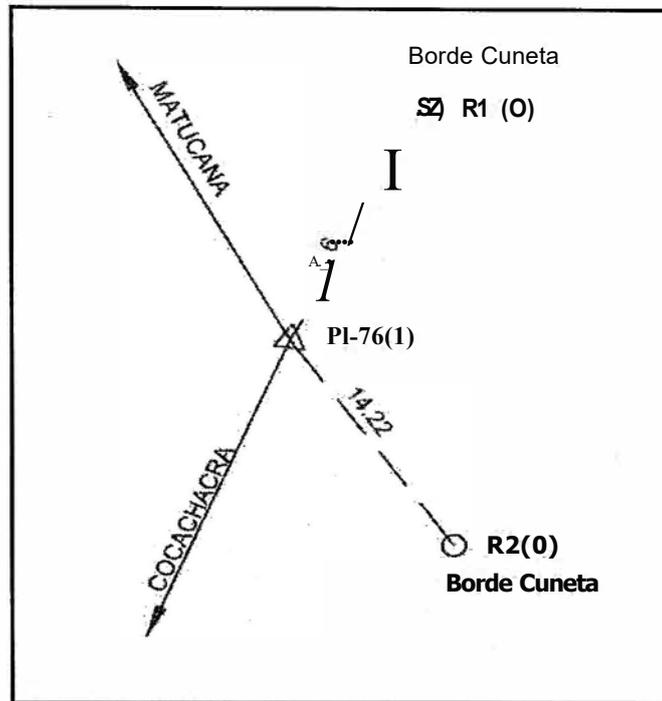
CURVAN° 74



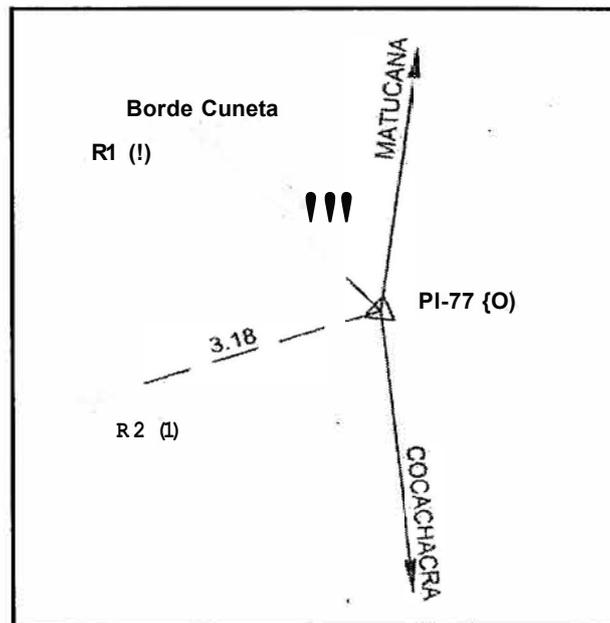
CURVAN° 75



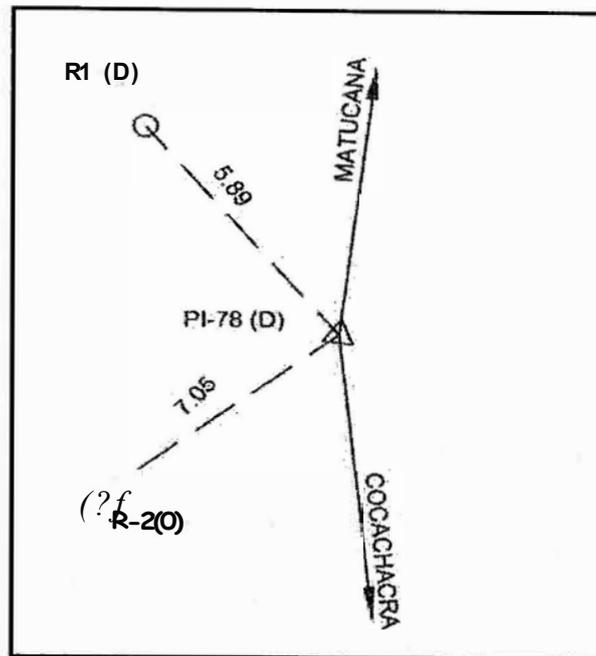
CURVAN° 76



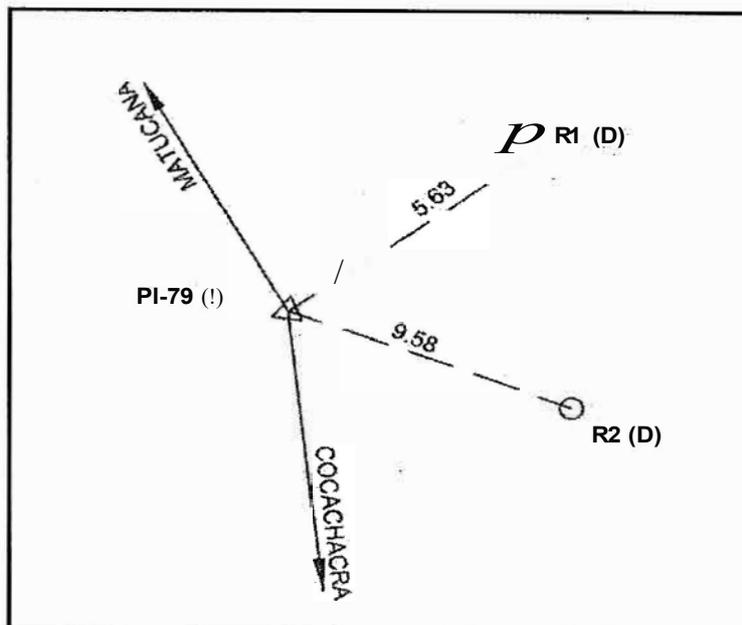
CURVAN° 77



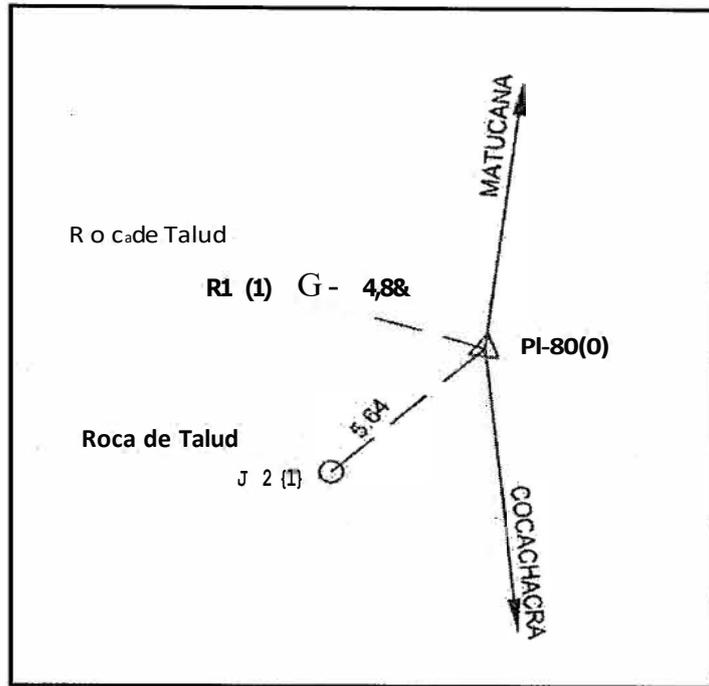
CURVAN° 78



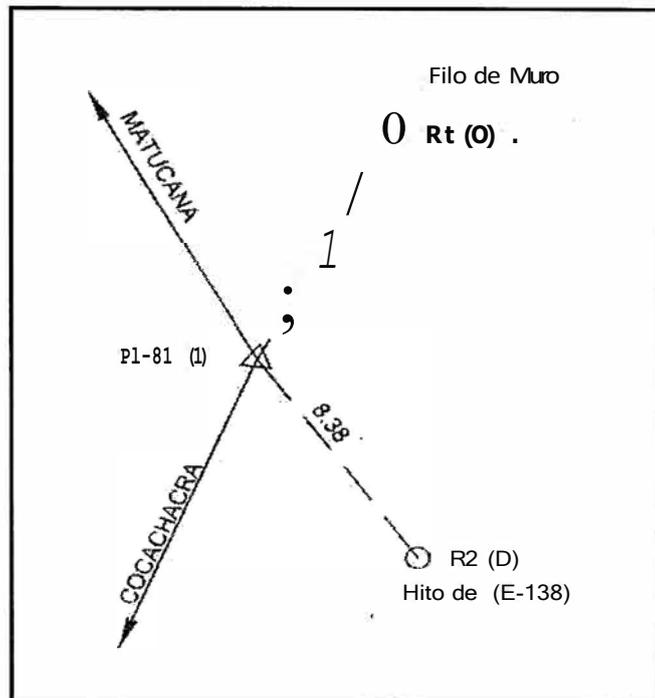
CURVAN° 79



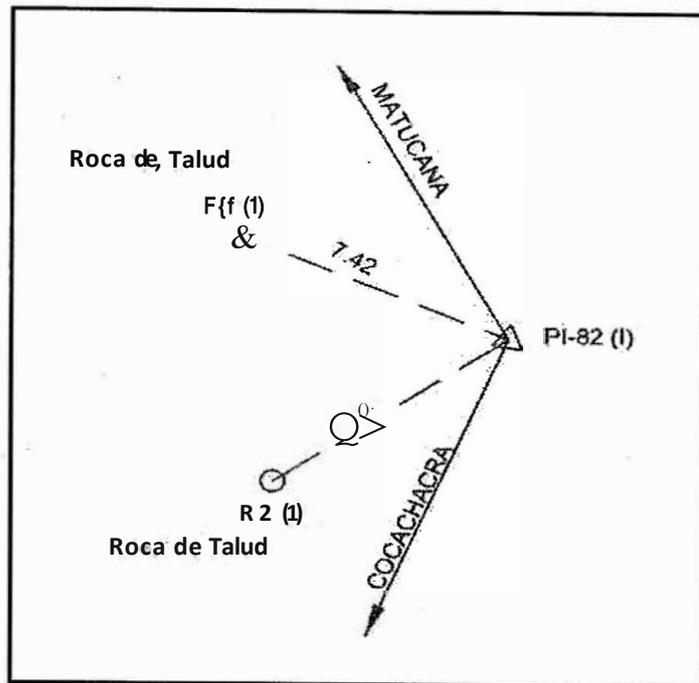
CURVAN° 80



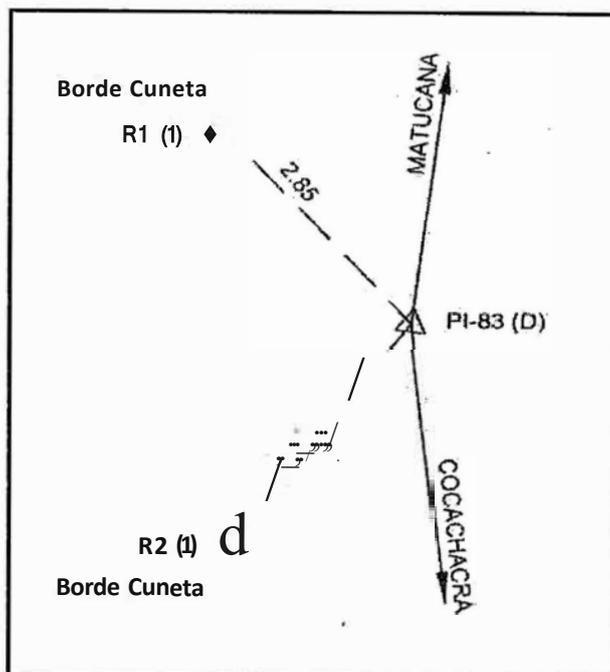
CURVAN° 81



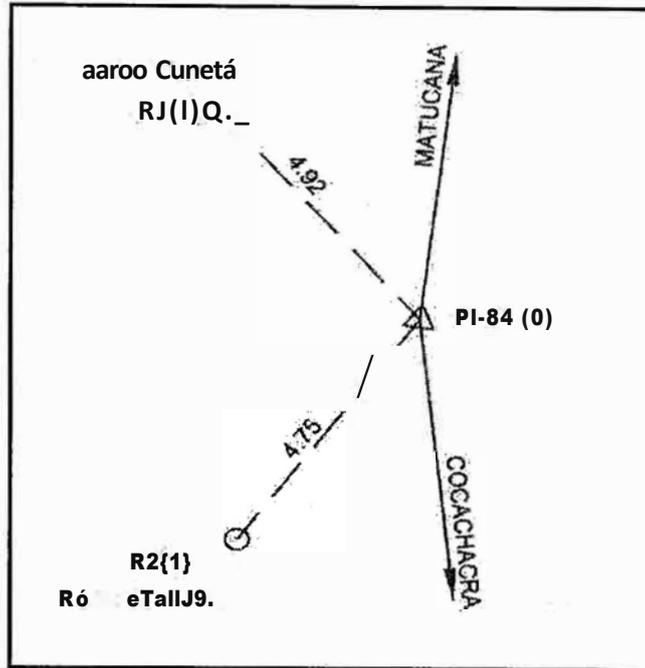
CURVAN ° 82



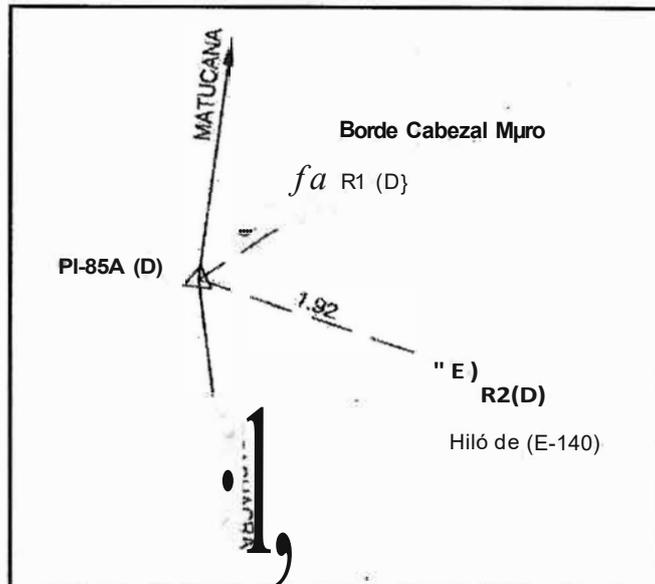
CURVAN ° 83



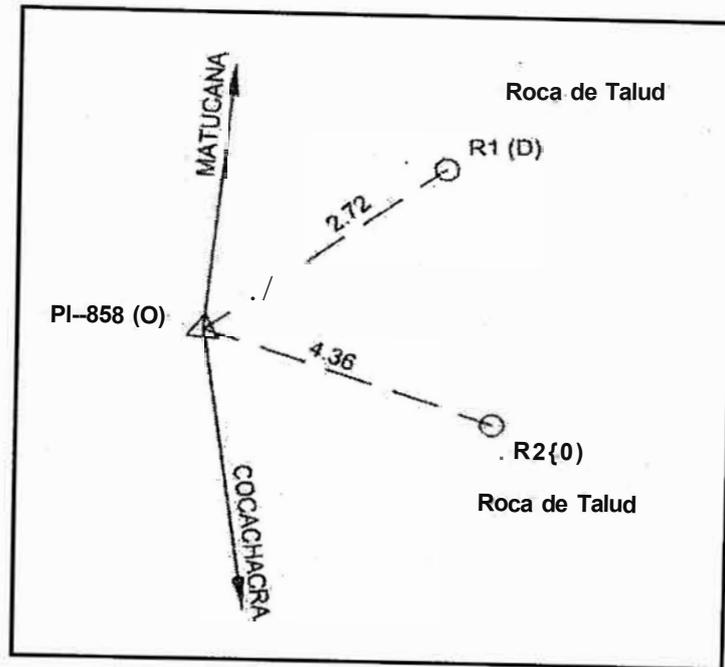
CURVAN ° 84



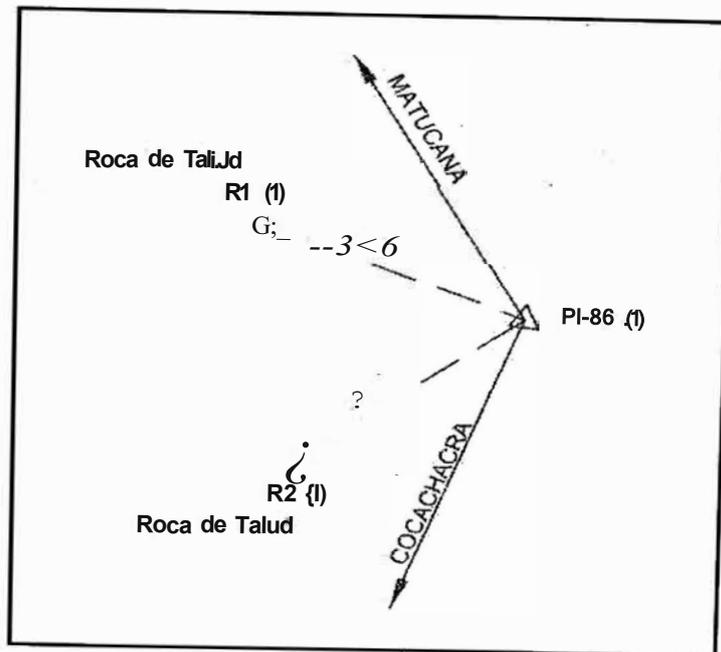
CURVAN ° 85A



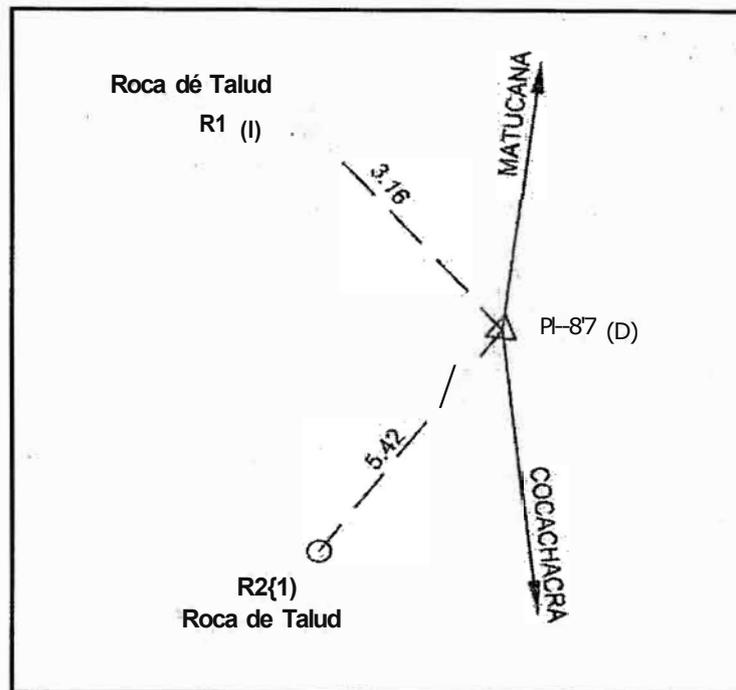
CURVAN° 858



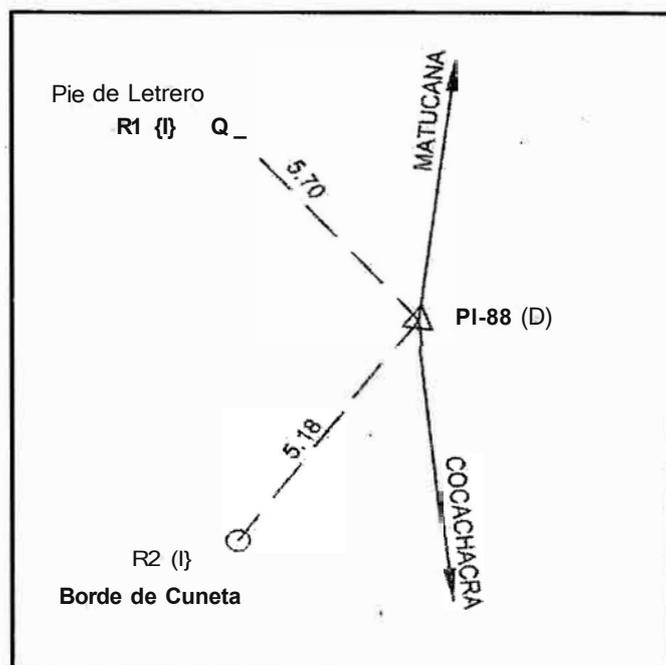
CURVAN° 86



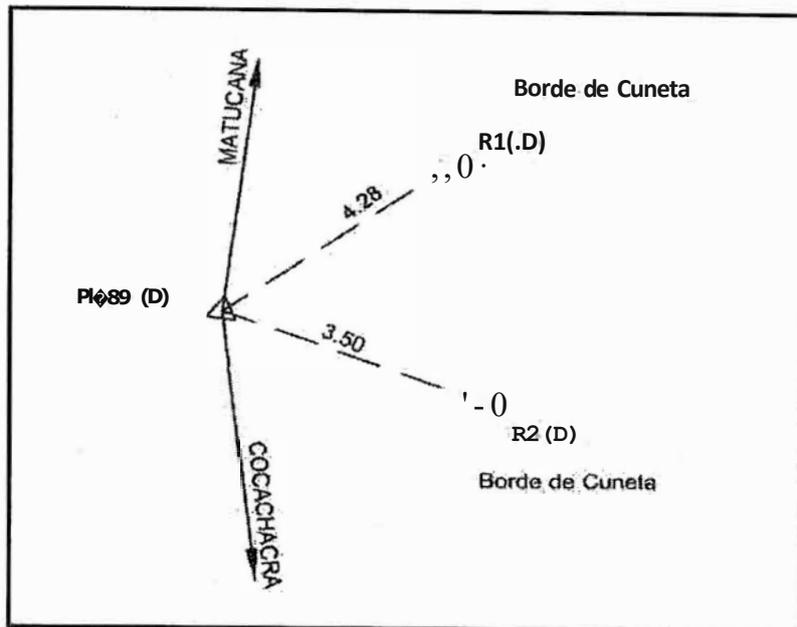
CURVAN ° 87



CURVAN ° 88



CURVAN^o 89



A.3 PLANOS DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL, PLANO DE SECCION TIPICA {EXISTENTES}

A4 PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL, PLANO DE SECCIONES (CARRIL DE ASCENSO)

B. DE LA SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL

8.1 INVENTARIO DE SEÑALES PREVENTIVAS

TIPO	PROGRESIVA	LADO
P-4A	67+200	
P-28	67+600	D
P-2A	67+800	
P-4A	67+940	D
P-4A	68+350	
P-2A	68+370	D
P-28	38+530	D
P-28	68+563	
P-2A	68+730	
P-2A	68+800	D
P-35	68+930	D
P-28	69+000	
P-28	69+040	D
P-35	69+040	
P-2A	69+250	
P-2A	69+450	D
P-28	69+660	
P-4A	69+885	D
P-35	69+905	D

8.2 INVENTARIO DE SEÑALES REGLAMENTARIAS

TIPO	PROGRESIVA	LADO
R-15	68+410	1
R-15	69+530	D
R-15	69+890	1

B.3 INVENTARIO DE SEÑALES INFORMATIVAS

TIPO	PROGRESIVA	LADO
ECOLOGICA	67+350	D
ECOLOGICA	67+400	I
1-18	69+620	D
12	69+750	1
1-18	69+888	D

8.4 INVENTARIO DE GUARDAVIAS

DEL KM.	AL KM.	DERECHA	IZQUIERDA
68+643	68+716	28	—
69+634	69+658	—	24
69+652	69+668	16	16
69+789	69+805	—	16
SUB TOTALES		44	56
TOTAL		100	

**B.5 INVENTARIO DE TACHAS DELINEADORAS
RETROREFLECTANTES**

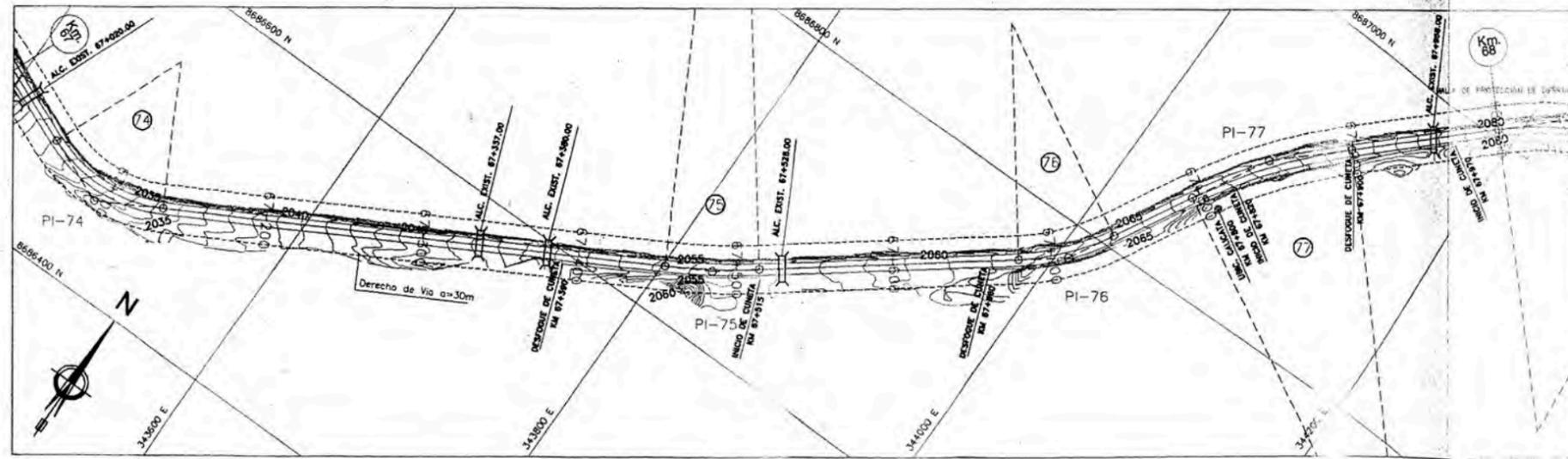
PROGRESIVA		ESPACIAMIENTO	LONGITUD	TACHAS		CANTIDAD
INICIAL	FINAL		TOTAL (M)	EJE	BORDES	(UND)
66+862	67+038	10	176	18	36	54
67+038	67+182	10	144	14	28	42
67+406	67+562	20	156	8	16	24
67+630	67+788	12.5	158	13	26	39
67+788	67+946	18.5	158	9	18	27
67+952	67+172	15	220	15	30	45
68+142	68+335	10	193	19	38	57
68+385	68+548	15	163	11	22	33
68+548	68+713	12.5	165	13	26	39
68+713	68+822	20	109	5	10	15
68+822	68+954	10	132	13	26	39
68+954	68+992	12.5	38	3	6	9
69+051	69+233	10	182	18	36	54
69+327	69+491	20	164	8	16	24
69+491	69+648	17	157	9	18	27
69+812	69+950	12.5	138	11	22	33
69+950	70+080	15	130	g	18	27
TOTALES				.196	392	588

B.6 INVENTARIO DE POSTES DELINEADORES

DEL KM.	ALKM.	LADO	LONGITUD	CANTIDAD
67+050	67+140	D	90	31
68+180	68+290	D	110	38
69+090	69+190	D	100	34
TOTAL				103

B.7 PLANO DE SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL

ESCALA
H : 1/2000

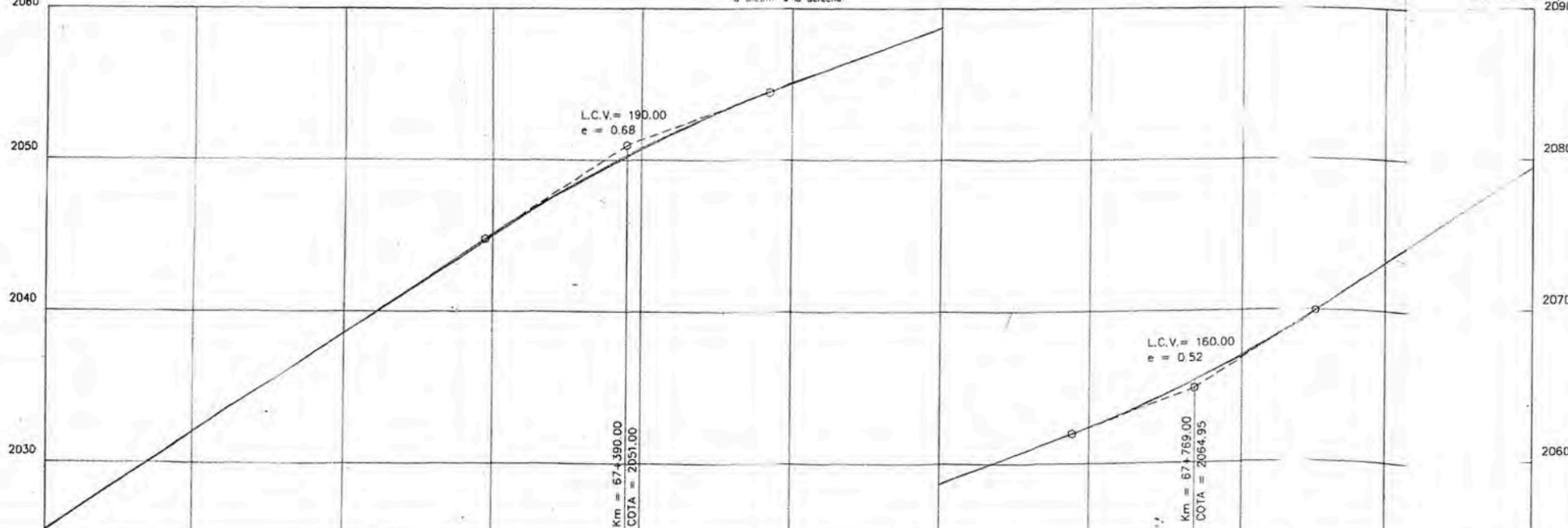


BM 67.0
COTA=2025.568
Km. 67+000
Fe 3/8"
a 5.75m. a la derecha
2060

BM 67.5
COTA=2054.776
Km. 67+500
Fe 3/8" (E-132)
a 5.85m. a la derecha

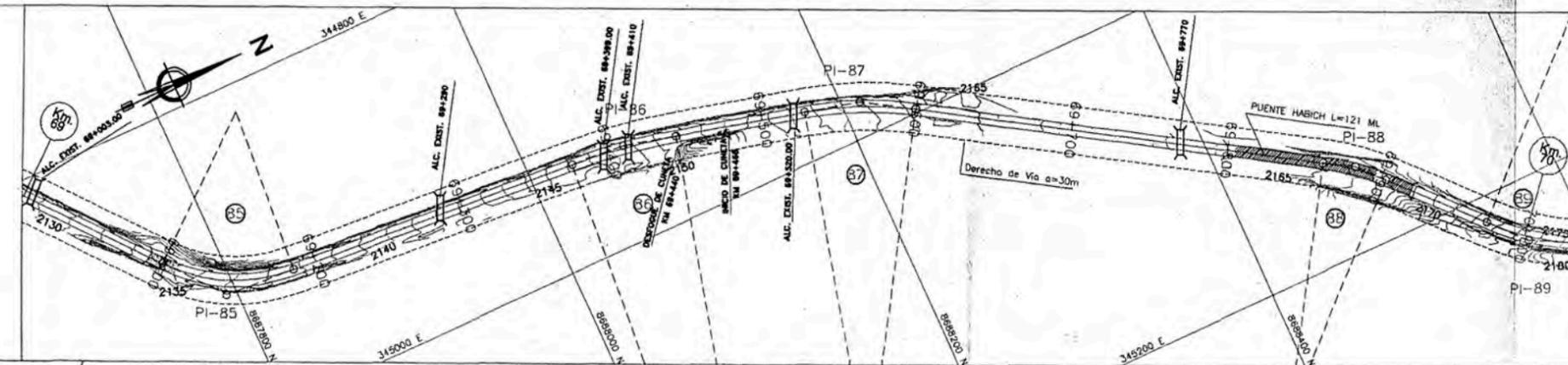
BM 68.0
COTA=2060.443
Km. 68+000
Pta. Roca. P. Naranja.
a 5.42m. a la izquierda
2090

ESCALAS
H : 1/2000
V : 1/200



PENDIENTE	5.64% en 673.00m		3.66% en 379.00m		-6.28% en 522.64m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
COTA CAPA NIVELANTE	2025.90	2026.81	2028.12	2029.42	2030.73	2032.04	2033.35	2034.65	2035.96	2037.27	2038.58	2039.89	2041.19	2042.50	2043.81	2045.11	2046.42	2047.73	2049.04	2050.35	2051.65	2052.96	2054.27	2055.58	2056.89	2058.20	2059.51	2060.82	2062.13	2063.44	2064.75	2066.06	2067.37	2068.68	2070.00	2071.31	2072.62	2073.93	2075.24	2076.55	2077.86	2079.17	2080.48	2081.79	2083.10	2084.41	2085.72	2087.03	2088.34	2089.65	2090.96	2092.27	2093.58	2094.89	2096.20	2097.51	2098.82	2099.13	2099.44	2099.75	2099.13	2098.51	2097.89	2097.27	2096.65	2096.03	2095.41	2094.79	2094.17	2093.55	2092.93	2092.31	2091.69	2091.07	2090.45	2089.83	2089.21	2088.59	2087.97	2087.35	2086.73	2086.11	2085.49	2084.87	2084.25	2083.63	2083.01	2082.39	2081.77	2081.15	2080.53	2079.91	2079.29	2078.67	2078.05	2077.43	2076.81	2076.19	2075.57	2074.95	2074.33	2073.71	2073.09	2072.47	2071.85	2071.23	2070.61	2069.99	2069.37	2068.75	2068.13	2067.51	2066.89	2066.27	2065.65	2065.03	2064.41	2063.79	2063.17	2062.55	2061.93	2061.31	2060.69	2060.07	2059.45	2058.83	2058.21	2057.59	2056.97	2056.35	2055.73	2055.11	2054.49	2053.87	2053.25	2052.63	2052.01	2051.39	2050.77	2050.15	2049.53	2048.91	2048.29	2047.67	2047.05	2046.43	2045.81	2045.19	2044.57	2043.95	2043.33	2042.71	2042.09	2041.47	2040.85	2040.23	2039.61	2038.99	2038.37	2037.75	2037.13	2036.51	2035.89	2035.27	2034.65	2034.03	2033.41	2032.79	2032.17	2031.55	2030.93	2030.31	2029.69	2029.07	2028.45	2027.83	2027.21	2026.59	2025.97	2025.35	2024.73	2024.11	2023.49	2022.87	2022.25	2021.63	2021.01	2020.39	2019.77	2019.15	2018.53	2017.91	2017.29	2016.67	2016.05	2015.43	2014.81	2014.19	2013.57	2012.95	2012.33	2011.71	2011.09	2010.47	2009.85	2009.23	2008.61	2007.99	2007.37	2006.75	2006.13	2005.51	2004.89	2004.27	2003.65	2003.03	2002.41	2001.79	2001.17	2000.55	1999.93	1999.31	1998.69	1998.07	1997.45	1996.83	1996.21	1995.59	1994.97	1994.35	1993.73	1993.11	1992.49	1991.87	1991.25	1990.63	1990.01	1989.39	1988.77	1988.15	1987.53	1986.91	1986.29	1985.67	1985.05	1984.43	1983.81	1983.19	1982.57	1981.95	1981.33	1980.71	1980.09	1979.47	1978.85	1978.23	1977.61	1976.99	1976.37	1975.75	1975.13	1974.51	1973.89	1973.27	1972.65	1972.03	1971.41	1970.79	1970.17	1969.55	1968.93	1968.31	1967.69	1967.07	1966.45	1965.83	1965.21	1964.59	1963.97	1963.35	1962.73	1962.11	1961.49	1960.87	1960.25	1959.63	1959.01	1958.39	1957.77	1957.15	1956.53	1955.91	1955.29	1954.67	1954.05	1953.43	1952.81	1952.19	1951.57	1950.95	1950.33	1949.71	1949.09	1948.47	1947.85	1947.23	1946.61	1945.99	1945.37	1944.75	1944.13	1943.51	1942.89	1942.27	1941.65	1941.03	1940.41	1939.79	1939.17	1938.55	1937.93	1937.31	1936.69	1936.07	1935.45	1934.83	1934.21	1933.59	1932.97	1932.35	1931.73	1931.11	1930.49	1929.87	1929.25	1928.63	1928.01	1927.39	1926.77	1926.15	1925.53	1924.91	1924.29	1923.67	1923.05	1922.43	1921.81	1921.19	1920.57	1919.95	1919.33	1918.71	1918.09	1917.47	1916.85	1916.23	1915.61	1914.99	1914.37	1913.75	1913.13	1912.51	1911.89	1911.27	1910.65	1910.03	1909.41	1908.79	1908.17	1907.55	1906.93	1906.31	1905.69	1905.07	1904.45	1903.83	1903.21	1902.59	1901.97	1901.35	1900.73	1900.11	1899.49	1898.87	1898.25	1897.63	1897.01	1896.39	1895.77	1895.15	1894.53	1893.91	1893.29	1892.67	1892.05	1891.43	1890.81	1890.19	1889.57	1888.95	1888.33	1887.71	1887.09	1886.47	1885.85	1885.23	1884.61	1883.99	1883.37	1882.75	1882.13	1881.51	1880.89	1880.27	1879.65	1879.03	1878.41	1877.79	1877.17	1876.55	1875.93	1875.31	1874.69	1874.07	1873.45	1872.83	1872.21	1871.59	1870.97	1870.35	1869.73	1869.11	1868.49	1867.87	1867.25	1866.63	1866.01	1865.39	1864.77	1864.15	1863.53	1862.91	1862.29	1861.67	1861.05	1860.43	1859.81	1859.19	1858.57	1857.95	1857.33	1856.71	1856.09	1855.47	1854.85	1854.23	1853.61	1852.99	1852.37	1851.75	1851.13	1850.51	1849.89	1849.27	1848.65	1848.03	1847.41	1846.79	1846.17	1845.55	1844.93	1844.31	1843.69	1843.07	1842.45	1841.83	1841.21	1840.59	1839.97	1839.35	1838.73	1838.11	1837.49	1836.87	1836.25	1835.63	1835.01	1834.39	1833.77	1833.15	1832.53	1831.91	1831.29	1830.67	1830.05	1829.43	1828.81	1828.19	1827.57	1826.95	1826.33	1825.71	1825.09	1824.47	1823.85	1823.23	1822.61	1821.99	1821.37	1820.75	1820.13	1819.51	1818.89	1818.27	1817.65	1817.03	1816.41	1815.79	1815.17	1814.55	1813.93	1813.31	1812.69	1812.07	1811.45	1810.83	1810.21	1809.59	1808.97	1808.35	1807.73	1807.11	1806.49	1805.87	1805.25	1804.63	1804.01	1803.39	1802.77	1802.15	1801.53	1800.91	1800.29	1799.67	1799.05	1798.43	1797.81	1797.19	1796.57	1795.95	1795.33	1794.71	1794.09	1793.47	1792.85	1792.23	1791.61	1790.99	1790.37	1789.75	1789.13	1788.51	1787.89	1787.27	1786.65	1786.03	1785.41	1784.79	1784.17	1783.55	1782.93	1782.31	1781.69	1781.07	1780.45	1779.83	1779.21	1778.59	1777.97	1777.35	1776.73	1776.11	1775.49	1774.87	1774.25	1773.63	1773.01	1772.39	1771.77	1771.15	1770.53	1769.91	1769.29	1768.67	1768.05	1767.43	1766.81	1766.19	1765.57	1764.95	1764.33	1763.71	1763.09	1762.47	1761.85	1761.23	1760.61	1759.99	1759.37	1758.75	1758.13	1757.51	1756.89	1756.27	1755.65	1755.03	1754.41	1753.79	1753.17	1752.55	1751.93	1751.31	1750.69	1750.07	1749.45	1748.83	1748.21	1747.59	1746.97	1746.35	1745.73	1745.11	1744.49	1743.87	1743.25	1742.63	1742.01	1741.39	1740.77	1740.15	1739.53	1738.91	1738.29	1737.67	1737.05	1736.43	1735.81	1735.19	1734.57	1733.95	1733.33	1732.71	1732.09	1731.47	1730.85	1730.23	1729.61	1728.99	1728.37	1727.75	1727.13	1726.51	1725.89	1725.27	1724.65	1724.03	1723.41	1722.79	1722.17	1721.55	1720.93	1720.31	1719.69	1719.07	1718.45	1717.83	1717.21	1716.59	1715.97	1715.35	1714.73	1714.11	1713.49	1712.87	1712.25	1711.63	1711.01	1710.39	1709.77	1709.15	1708.53	1707.91	1707.29	1706.67	1706.05	1705.43	1704.81	1704.19	1703.57	1702.95	1702.33	1701.71	1701.09	1700.47	1699.85	1699.23	1698.61	1697.99	1697.37	1696.75	1696.13	1695.51	1694.89	1694.27	1693.65	1693.03	1692.41	1691.79	1691.17	1690.55	1689.93	1689.31	1688.69	1688.07	1687.45	1686.83	1686.21	1685.59	1684.97	1684.35	1683.73	1683.11	1682.49	1681.87	1681.25	1680.63	1679.99	1679.37	1678.75	1678.13	1677.51	1676.89	1676.27	1675.65	1675.03	1674.41	1673.79	1673.17	1672.55	1671.93	1671.31	1670.69	1670.07	1669.45	1668.83	1668.21	1667.59	1666.97	1666.35	1665.73	1665.11	1664.49	1663.87	1663.25	1662.63	1662.01	1661.39	1660.77	1660.15	1659.53	1658.91	1658.29	1657.67	1657.05	1656.43	1655.81	1655.19	1654.57	1653.95	1653.33	1652.71	1652.09	1651.47	1650.85	1650.23	1649.61	1648.99	1648.37	1647.75	1647.13	1646.51	1645.89	1645.27	1644.65	1644.03	1643.41	1642.79	1642.17	1641.55	1640.93	1640.31	1639.69	1639.07	1638.45	1637.83	1637.21	1636.59	1635.97	1635.35	1634.73	1634.11	1633.49	1632.87	1632.25	1631.63	1631.01	1630.39	1629.77	1629.15	1628.53	1627.91	1627.29	1626.67	1626.05	1625.43	1624.81	1624.19	1623.57	1622.95	1622.33	1621.71	1621.09	1620.47	1619.85	1619.23	1618.61	1617.99	1617.37	1616.75	1616.13	1615.51	1614.89	1614.27	1613.65	1613.03	1612.41	1611.79	1611.17	1610.55	1609.93	1609.31	1608.69	1608.07	1607.45	1606.83	1606.21	1605.59	1604.97	1604.35	1603.73	1603.11	1602.49	1601.87	1601.25	1600.63	1600.01	1599.39	1598.77	1598.15	1597.53	1596.91	1596.29	1595.67	1595.05	1594.43	1593.81	1593.19	1592.57	1591.95	1591.33	1590.71	1590.09	1589.47	1588.85	1588.23	1587.61	1586.99	1586.37	1585.75	1585.13	1584.51	1583.89	1583.27	1582.65	1582.03	1581.41	1580.79	1580.17	1579.55	1578.93	1578.31	1577.69	1577.07	1576.45	1575.83	1575.21	1574.59	1573.97	1573.35	1572.73	1572.11	1571.49	1570.87	1570.25	1569.63	1569.01	1568.39	1567.77	1567.15	1566.53	1565.91	1565.29	1564.67	1564.05	1563.43	1562.81	1562.19	1561.57	1560.95	1560.33	1559.71	1559.09	1558.47	1557.85	1557.23	1556.61	1555.99	1555.37	1554.75	1554.13	1553.51	1552.89	1552.27	1551.65	1551.03	1550.41	1549.79	1549.17	1548.55	1547.93	1547.31	1546.69	1546.07	1545.45	1544.83	1544.21	1543.59	1542.97	1542.35	1541.73	1541.11	1540.49	1539.87

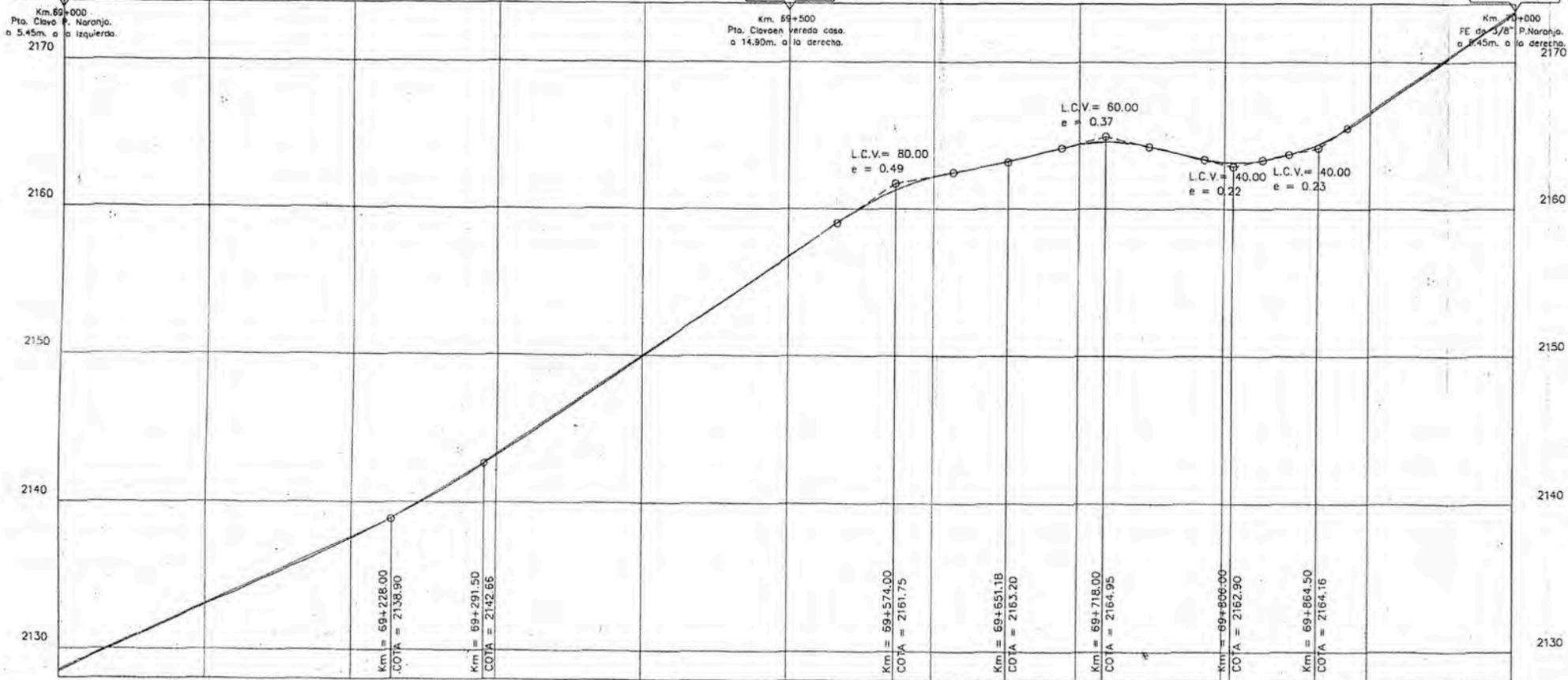
ESCALA
H : 1/2000



BM 69.0 COTA=2128.436
 Km. 69+000 Pta. Clavo P. Naranjo a 5.45m. a la izquierda
 2170

BM 69.5 COTA=2156.568
 Km. 69+500 Pta. Clavo en vereda casa a 14.90m. a la derecha.

BM 70.0 COTA=2172.930
 Km. 70+000 FE de 1/8 P.Naranjo a 8.45m. a la derecha.
 2170



ESCALAS
H : 1/2000
V : 1/200

METRADOS GENERALES X KILOMETRO			
ITEM MIT	DESCRIPCION	UND	METRADO
200.00	MOVIMIENTO DE TIERRA		
247.00	Remoción de carpeta asfáltica existente	m ³	0.00
400.00	PAVIMENTOS		
400.01	Fresado de carpeta asfáltica existente (e=0.05 m)	m ²	7358.79
410.00	Pavimento de concreto asfáltico	m ³	979.19
420.01	Cemento Asfáltico Pen 60/70	ql	53423.70
423.00	Filler o relleno mineral	kg	54311.99
430.01	Parchado Superficial	m ²	1134.00
431.01	Parchado Profundo	m ²	270.00
600.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE		
601.00	Excavación no Clasificada para Estructuras	m ³	0.00
605.00	Relleno para estructuras	m ³	0.00
610.02	C. Simple f'c = 140 kg/cm ²	m ³	0.00
610.04	C. Simple f'c = 210 kg/cm ²	m ³	0.00
612.01	Encofrado y desencofrado en seco	m ²	0.00
615.00	Acero de refuerzo Fy = 4200 kg/cm ²	kg	0.00
635.02	Cuneta Triangular de 1.00 x 0.50	m	170.00
637.00	Cuneta francesa(circular) 1.20 x 0.20	m	70.00
700.00	TRANSPORTES		
700.01	Material proveniente de contera para d<= 1 km	m ³ - km	1361.89
700.02	Material proveniente de contera para d> 1 km	m ³ - km	808.20
700.03	Mezcla Asfáltica para d<= 1 km	m ³ - km	1259.99
700.04	Mezcla Asfáltica para d> 1 km	m ³ - km	13229.93
700.08	Eliminación de material a botadero para d <= 1 km	m ³ - km	657.54
700.10	Eliminación de material a botadero para d > 1 km	m ³ - km	710.14

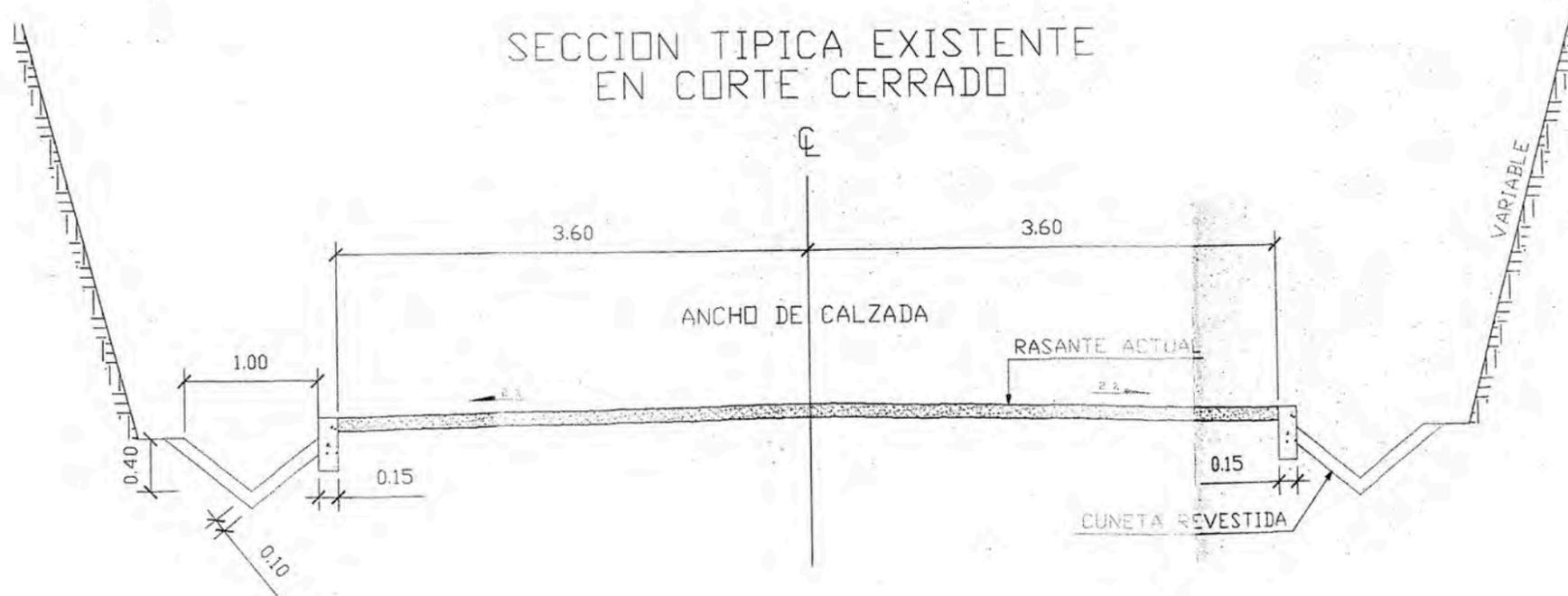
PENDIENTE	-4.55% en 278m		-5.92% en 63.50m		-6.76% en 282.50m		-1.88% en 77.18m		-2.52% en 66.82m		-2.33% en 88.00m		2.18% en 58.50m		-6.85% en 765.5m	
COTA CAPA NIVELANTE	2128.51	2129.44	2130.35	2131.26	2132.17	2133.08	2133.99	2134.90	2135.81	2136.72	2137.63	2138.54	2139.45	2140.36	2141.27	2142.18
COTA DE CARPETA EXISTENTE	2128.42	2129.37	2130.28	2131.18	2132.08	2132.97	2133.84	2134.74	2135.67	2136.55	2137.41	2138.28	2139.14	2140.01	2140.87	2141.74
ALINEAMIENTO	[Diagram showing horizontal alignment with curves and stationing]															
DRENAJE Y OBRAS DE ARTE	[Diagram showing drainage structures and kilometers 69+000 to 70+000]															
SEÑALIZACIÓN	[Diagram showing traffic signs and kilometers 69+000 to 70+000]															
KILOMETRAJE	69+000	69+100	69+200	69+300	69+400	69+500	69+600	69+700	69+800	69+900	70+000					

NOTA:
Para determinar la Capa Nivelante se colocarán plantillas con la Rasante Geométrica calculado en base a los PI's verticales indicados en le perfil y ajustadas en obra.
La rasante final se obtendrá colocando la carpeta de D.075m sobre la Capa Nivelante.

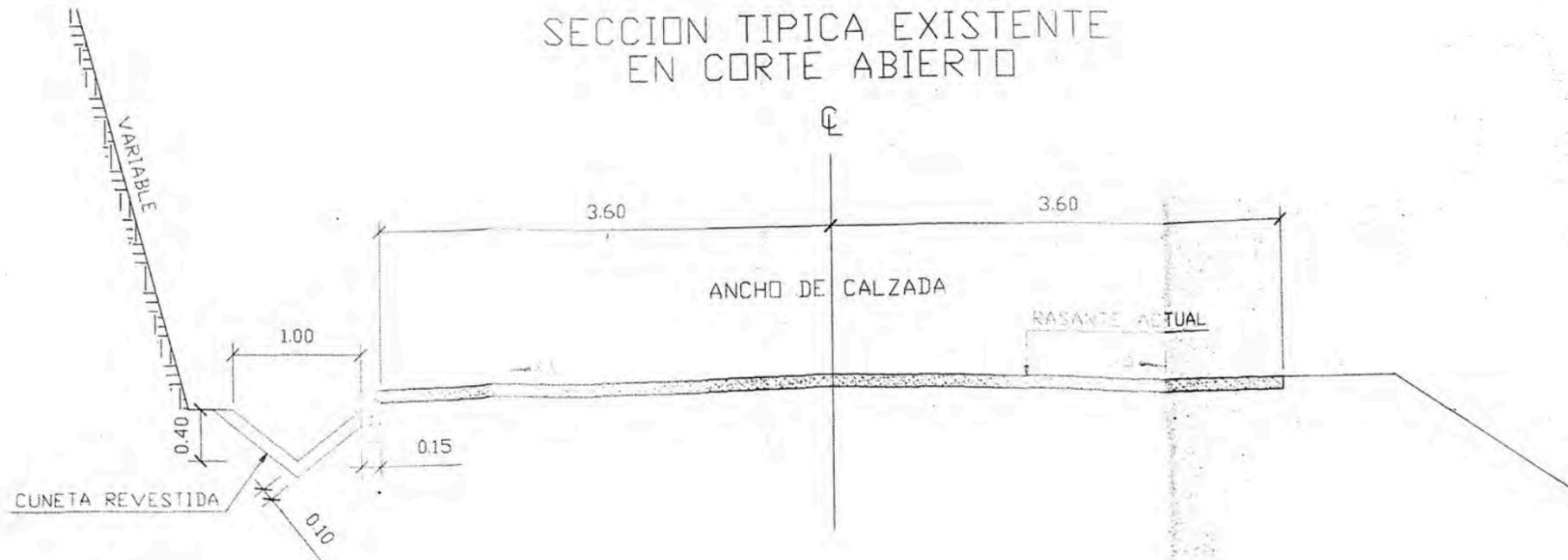
OBRAS DE ARTE Y DRENAJE		
KM	SIMB.	DESCRIPCION
69+490 - 69+560	CF	Cuneta Francesa (D)
69+060 - 69+085	CT	Cuneta Triangular (D)
69+140 - 69+245	CT	Cuneta Triangular (D)
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD		
69+090 - 69+190	PD	Postes Delineadores (D)
69+634 - 69+658	GV	Guardavias (I)
69+000	P-2B	Preventiva (I)
69+040	P-2B	Preventiva (D)
69+250	P-2A	Preventiva (I)
69+450	P-2A	Preventiva (D)
69+660	P-2B	Preventiva (I)
69+750	I-2	Informalva (I)
69+890	R-15	Reglamentaria (I)

NOTA:
N = SEÑAL NUEVA
RP= REEMPLAZO DE PANEL
--- DIRECCION DE FLUJO
--- LINEA BORDE CARRIL
--- LINEA EJE VIA
--- LINEA DOBLE DE EJE

SECCION TIPICA EXISTENTE
EN CORTE CERRADO



SECCION TIPICA EXISTENTE
EN CORTE ABIERTO



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

GRUPO
No 8

CODIGO
932549E

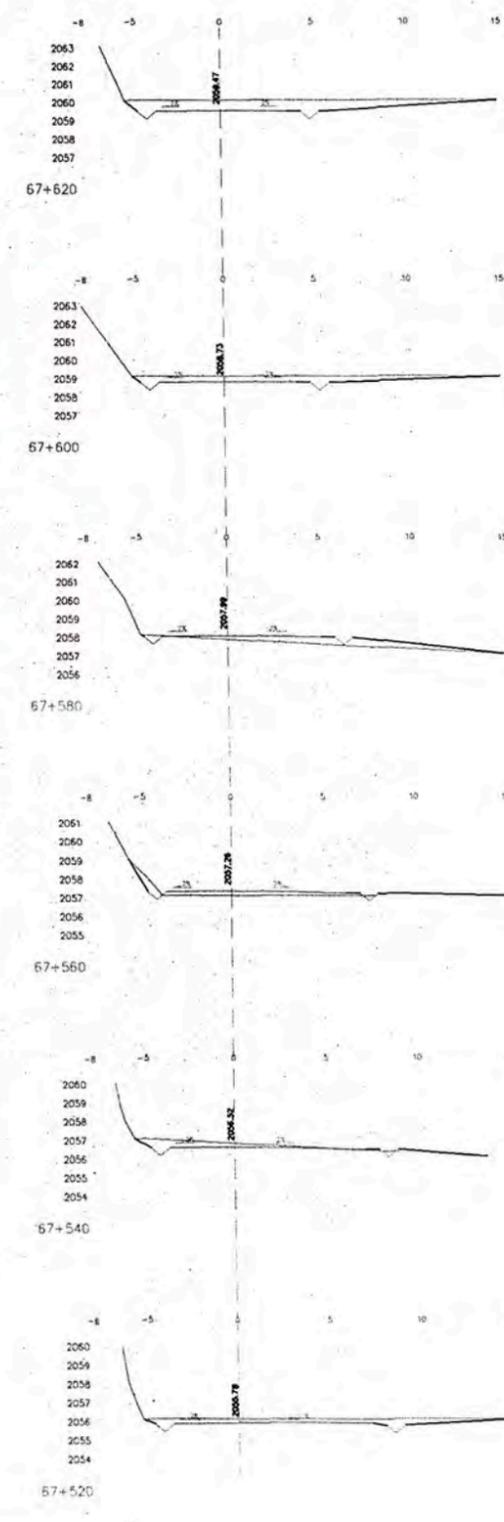
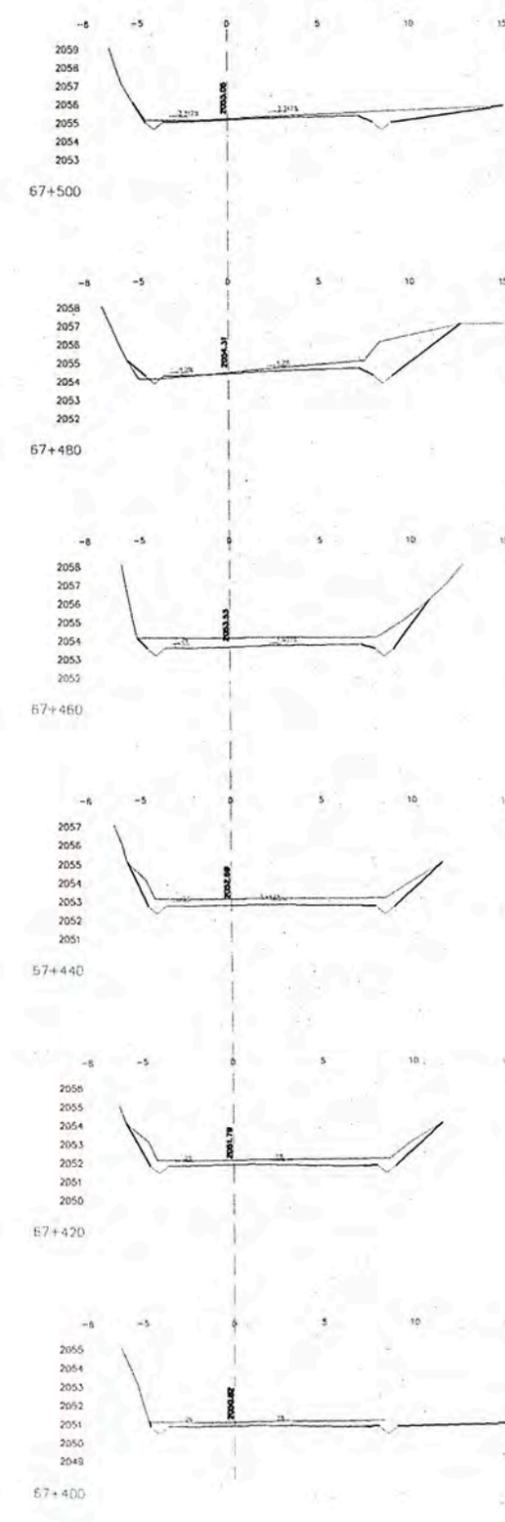
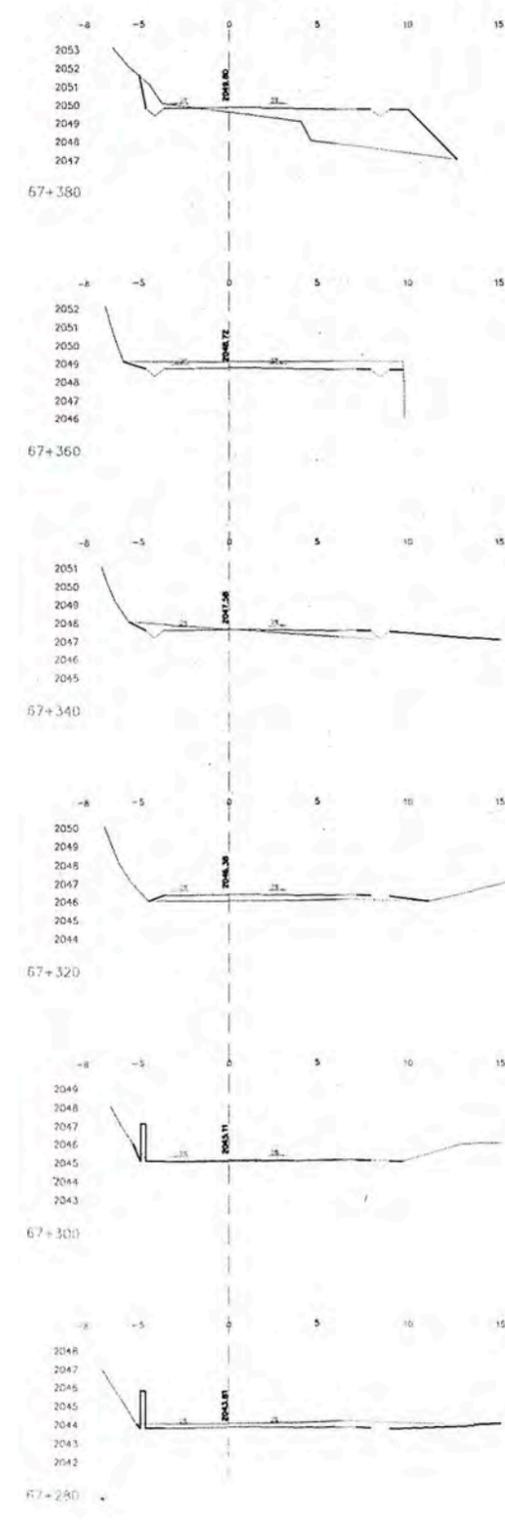
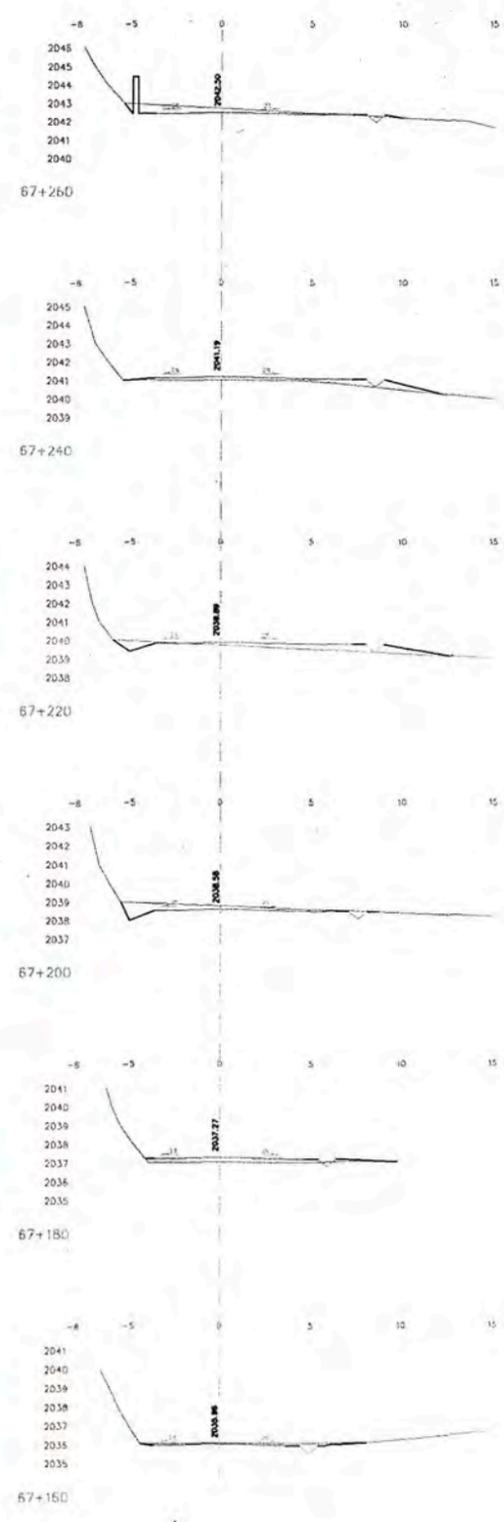
NOMBRES Y APELLIDOS
ORTIZ GUZMAN JORGE MARTIN

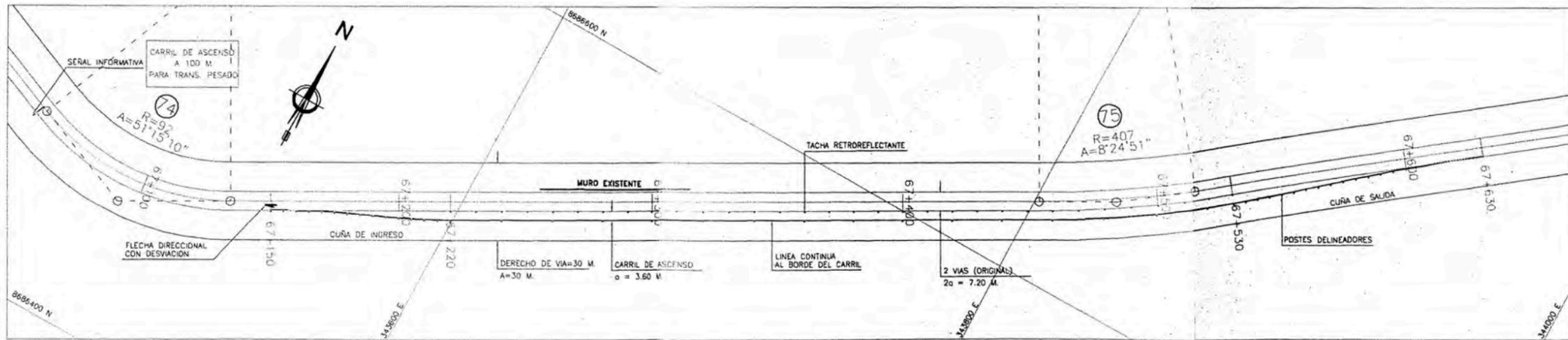
MEJORAMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR
CARRETERA: COCACHACRA - MATUCANA
(DEL KM. 67+000 AL KM 70+000)

PLANO

DISEÑO GEOMETRICO
SECCIONES TIPICAS EXISTENTES

APROBADO POR JEFE DE PROYECTO	REVISADO POR JEFE DE PROYECTO	ESCALA	FECHA	DIBUJANTE
			INDICADA JUN 2006	JMOG
DISEÑADO	PROCESADO		PLANO N°	REV
JMOG				ST-01





PLANTA
ESCALA
1/1000

CUADROS DE METRADOS

DESCRIPCION	POSTES DELINEADORES			
UNIDAD	UND			
METRADO	50.00			
PROGRESIVA				
INICIAL	FINAL	LARGO	ESPACIAMIENTO	CANTIDAD
67+150	67+220	70.00	5.00	14.00
67+220	67+530	310.00	20.00	15.00
67+530	67+630	100.00	5.00	21.00
TOTAL				50.00

DESCRIPCION	PINTURA SOBRE EL PAVIMENTO					
UNIDAD	MP					
METRADO	49.98					
TIPO	PROGRESIVA		LARGO	ANCHO	VECES	AREA
	INICIAL	FINAL				
FLECHA C/DESIVIO	67+150					1.85
LINEA CONTINUA (BORDE)	67+150	67+630	481.25	0.10	1.00	48.13
TOTAL						49.98

DESCRIPCION	SEÑAL VERTICAL INFORMATIVA		
UNIDAD	UND		
METRADO	1.00		
SEÑAL	UBICACIÓN		CANTIDAD
	PROGRESIVA	LADO	
CARRIL DE ASCENSO	67+050	DERECHO	1.00
TOTAL			1.00

DESCRIPCION	TACHAS RETROREFLECTANTES			
UNIDAD	UND			
METRADO	32.00			
PROGRESIVA				
INICIAL	FINAL	LARGO	ESPACIAMIENTO	CANTIDAD
67+220	67+530	310.00	10.00	32.00
TOTAL				32.00

