

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



**MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE –YAUYOS
DEL KM 57+000 AL KM. 57+300
DISEÑO DE PAVIMENTO
MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

LUIS ANTONIO CONTRERAS PARRAGA

Lima- Perú

2008

A DIOS:
Por querer y permitir mi existencia
en este tiempo y lugar,
y su gran amor para con todos nosotros

A MIS QUERIDOS PADRES:
ALEJANDRO Y AYDEE
Por su infinito amor y apoyo
en todos los pasajes de mi vida

A MI AMADA
FAMILIA, ENAMORADA Y AMIGOS:
Por su compañía y protección

A MI ASESOR:
ING. JORGE ELIAS URIBE SAAVEDRA
Por la confianza y consejos brindados.

AGRADECIMIENTOS

Durante este tiempo son muchas las personas e instituciones que han participado en este trabajo y a quienes quiero expresar mi gratitud por el apoyo y la confianza que me han prestado de forma desinteresada.

Debo un especial agradecimiento a Dios, por darme una hermosa familia; unos buenos padres que me brindaron un hogar cálido enseñándome que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr los objetivos.

A mis hermanos, cuñada y lindos sobrinos; por compartir y dedicar gran parte de sus vidas conmigo y por darme aliento para la ardua tarea de caminar hacia la perspectiva de un nuevo día. A mi enamorada por comprenderme y aguantarme brindándome su apoyo y ayuda en esta ardua tarea.

Un sincero agradecimiento a mi Asesor Ing. Jorge Uribe Saavedra, por todo el tiempo que me ha dado, por sus sugerencias e ideas de las que tanto provecho he sacado, por su respaldo y amistad.

No puedo olvidar a mis compañeros y amigos tanto de antegrado con los cuales he compartido despacho e incontables horas de trabajo.

Asimismo a mis profesores con quienes me tocó llevar algún curso tanto en antegrado como en el curso de titulación, gracias a las muchas enseñanzas que me dieron en cada uno de sus cursos.

INDICE

RESUMEN	2
LISTA DE CUADROS	3
LISTA DE FIGURAS	5
INTRODUCCIÓN	6
CAPITULO I: MEMORIA DESCRIPTIVA	7
1.1 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO	7
1.2 CARACTERISTICAS TECNICAS DEL PROYECTO	10
1.3 EVALUACION Y FORMULACION	14
CAPITULO II: DISEÑO DE PAVIMENTO	19
2.1 TEORIA	19
2.2 ESTUDIOS TECNICOS	25
2.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS	30
2.4 DISEÑO DE PAVIMENTOS	60
CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO	81
3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA	81
3.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS	82
3.3 PLANILLA DE METRADOS	83
3.4 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	84
3.5 ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES	88
3.6 VALOR REFERENCIAL	89
3.7 FORMULA POLINOMICA	90
3.8 RELACIÓN DE EQUIPO MÍNIMO	91
3.9 CRONOGRAMA DE DESEMBOLSOS MENSUALES	92
3.10 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCIÓN	93
3.11 PLANOS DE OBRA	95
CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES	98
BIBLIOGRAFIA	100
ANEXOS	101

RESUMEN

Las vías de comunicación tienen una importancia estratégica en el desarrollo del País; en el caso del Perú es de mayor importancia por su difícil configuración geográfica, lo cual se constituye en el principal obstáculo para una integración económica y cultural satisfactoria del país.

Asimismo los beneficios incrementales de los costos de operación vehicular son los costos que influyen directamente en la evaluación socio económica para ser atractivo el proyecto socialmente. Por fines didácticos se trata de proyectar un IMD más alto después de la etapa del Proyecto Perú en la carretera en estudio. Siendo indispensable para esta alternativa diseñar el pavimento concordante con las características propias de la zona.

En el presente informe se presenta el “Mejoramiento de la Carretera Cañete – Yauyos del km 57+000 al km 57+300 - Diseño de Pavimentos Mezcla Asfáltica en Caliente”. La carretera se encuentra en el departamento de Lima y provincia de Cañete.

Cabe mencionar que la carretera en estudio se encuentra a nivel de afirmado, es una vía de bajo tránsito vehicular pero con tendencia a elevar su tráfico por todas las consideraciones analizadas en el Capítulo 1. En consecuencia se plantea para un futuro tener que realizar la pavimentación respectiva de la carretera.

El objetivo principal del proyecto es mejorar la transitabilidad de la vía, optimizando así los costos de transportes en toda la zona de influencia del proyecto. Para ello se propone diseñar el pavimento usando Métodos Actuales con sus respectivas consideraciones vinculado con las características propias del País.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1	Alternativas Propuestas
Cuadro 1.2	Parámetro de la Cuenca
Cuadro 1.3	Evaluación Económica Tramo 1 - Alternativa 3
Cuadro 1.4	Evaluación Económica Tramo 2 - Alternativa 3
Cuadro 2.1	Ensayos en la Plataforma Existente
Cuadro 2.2	Ensayos en las Canteras Existentes
Cuadro 2.3	Ensayos en las Canteras Existentes
Cuadro 2.4	Requerimientos Granulométricos para Sub-Base Granular
Cuadro 2.5	Requerimientos de Ensayos Especiales
Cuadro 2.6	Ensayos y Frecuencias
Cuadro 2.7	Requerimientos Agregado Grueso
Cuadro 2.8	Requerimientos Agregado Fino
Cuadro 2.9	Requerimientos para los Agregados Gruesos
Cuadro 2.10	Requerimientos para los Agregados Finos
Cuadro 2.11	Requerimientos para Caras Fracturadas
Cuadro 2.12	Requerimientos del Equivalente de Arena
Cuadro 2.13	Angularidad del Agregado Fino
Cuadro 2.14	Gradación de la Mezcla Asfáltica Normal
Cuadro 2.15	Tipo de Cemento Asfáltico Clasificado según Penetración
Cuadro 2.16	Especificaciones del Cemento Asfáltico por Penetración
Cuadro 2.17	Especificaciones del Cemento Asfáltico por Viscosidad
Cuadro 2.18	Requisitos para Mezcla de Concreto Bituminoso
Cuadro 2.19	Vacios mínimos en el agregado mineral (VMA)
Cuadro 2.20	Tráfico Proyectado de la Carretera en Estudio – IMDA
Cuadro 2.21	Ejes Equivalentes por tipo de Vehículo
Cuadro 2.22	EAL Proyectado para el Periodo de Diseño
Cuadro 2.23	Factor de Distribución por Carril
Cuadro 2.24	Niveles de Confiabilidad para Distintas Clasificaciones
Cuadro 2.25	Desviación Estándar Normal
Cuadro 2.26	Desviación Estándar Total So – Según Tipo de Pavimento
Cuadro 2.27	Estado del pavimento en función del PSI
Cuadro 2.28	Calidad de drenaje y tiempo de remoción del agua del pavimento
Cuadro 2.29	Coeficientes para Base y Subbase no tratada según Drenaje
Cuadro 2.30	Espesores Mínimos de acuerdo al EAL

- Cuadro 2.31 Porcentaje de Camiones según Numero de Carriles
- Cuadro 2.32 Condiciones Ambientales de Temperatura
- Cuadro 3.1 Planilla de Metrados
- Cuadro 3.2 Análisis de Precios Unitarios
- Cuadro 3.3 Análisis de Gastos Generales
- Cuadro 3.4 Valor Referencial
- Cuadro 3.5 Formula Polinómica
- Cuadro 3.6 Relación de Equipo Mínimo
- Cuadro 3.7 Cronograma de Desembolsos Mensuales

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1 Carretera Cañete - Yauyos
- Figura 2.1 Disposición de Capas según Calidad de Terreno de Fundación
- Figura 2.2 Influencia de las Cargas en un Pavimento Flexible
- Figura 2.3 Canteras y Fuentes de Agua
- Figura 2.4 Nomograma para Calcular Numero Estructural
- Figura 2.5 Programa para el Cálculo del Numero Estructural
- Figura 2.6 Coeficiente de la Capa de Concreto Asfáltico
- Figura 2.7 Ecuación de los Coeficientes Estructurales (a2) en Bases
- Figura 2.8 Coeficientes estructurales (a3) en sub bases granulares
- Figura 2.9 Nomograma para Cálculo de Espesores del Pavimento
- Figura 2.10 Sección Típica del Pavimento Proyectado
- Figura 3.1 Programa General de Ejecución
- Figura 3.2 Diagrama PERT- CP

INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial incide mucho en la economía de nuestro país por el gran valor que tiene en ésta, pues al alto costo de construcción, mantenimiento o rehabilitación hay que adicionarle también los costos que se derivan por el mal estado de las vías. Consecuentemente se tiene que estar en concordancia con las nuevas tendencias y metodologías usadas en la ingeniería vial.

Los ingenieros que se dediquen a esta rama de la profesión se enfrentaran a un reto muy importante que es el de proporcionar estructuras de pavimentos eficaces con presupuestos cada vez mas restringidos.

Dentro del contexto del diseño de pavimentos se acepta que el dimensionamiento de estas estructuras permite que se establezcan las características de los materiales de las distintas capas del pavimento y los espesores, de tal forma que el pavimento mantenga un "índice" de servicio aceptable durante la vida de servicio estimada.

Los dos métodos descritos en el presente informe son métodos modernos "Método AASHTO" y "Método del INSTITUTO DE ASFALTO" y están encaminados a dar una aproximación de las correlaciones existentes en el diseño estructural de pavimentos.

Dentro de las consideraciones que deben tomarse en cuenta para el diseño de estructuras de pavimento, es necesario analizar el tráfico existente en la zona, el tipo de suelo existente en la plataforma y los materiales que se utilizará para la ejecución del pavimento.

CAPITULO 1

MEMORIA DESCRIPTIVA

Se realizó el desarrollo a nivel de perfil de la Carretera Lunahuaná – Yauyos Chupaca, en el presente informe se pretende ampliar conceptos relacionados con los aspectos de diseño geométrico, hidrológicos, geotécnicos, ambientales entre otros usando información preliminar. Asimismo se evalúa las alternativas planteadas llegando a encontrar la opción más favorable.

1.1 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

Estudio de Preinversión a nivel Perfil, Mejoramiento de la carretera tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca, sector km 76+600 al km 76+900

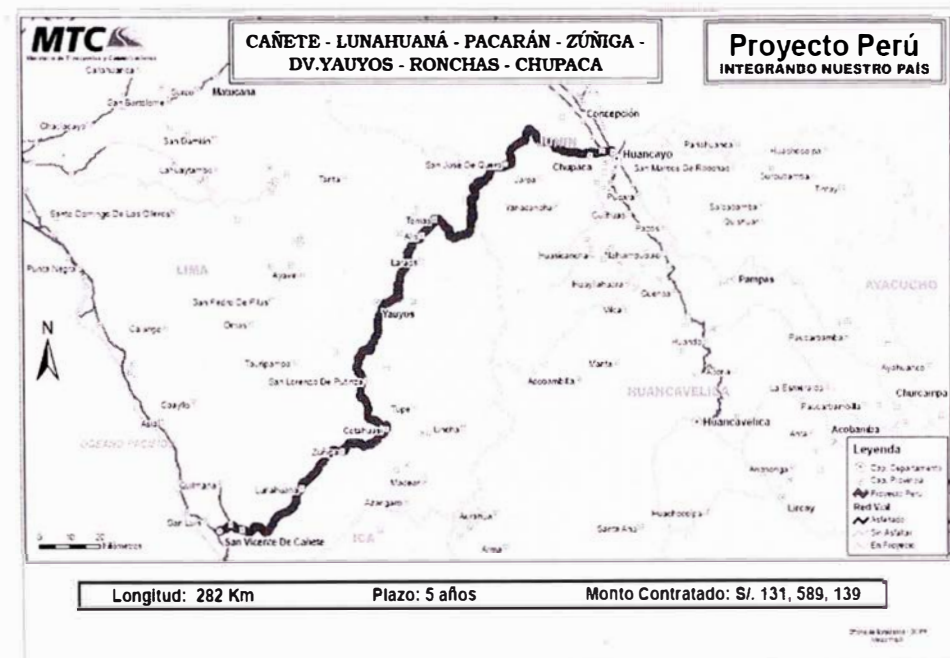
1.1.1 UBICACIÓN

Departamento	:	Lima - Junín
Provincia	:	Cañete – Yauyos - Chupaca
Distrito	:	Zúñiga
Localidad	:	Varias localidades de Lunahuaná a Chupaca
Región Geográfica	:	Costa y Sierra
Altitud (m.s.n.m.)	:	827 – 3259
Coordenadas	:	12°51'38''S –76°00'56''O
		12°03'20''S– 75°17'16''O

1.1.2 ANTECEDENTES

La carretera existente (Lunahuaná – Yauyos – Chupaca) de 252.270 km, ha sido construida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en base a los lineamientos de política sectorial, de los cuales se encuentra asfaltada (MAC) 4.120 km, con Tratamiento Superficial (TSB) 1.930 km, con imprimado 1.400 km y afirmada 144.820 km Como consecuencia de los alcances de los Planes de Desarrollo Nacional, Regional y Local, que proponen la integración de las zonas de producción a través de la carretera longitudinal de la sierra, permitiendo asimismo, la posibilidad futura de lograr el intercambio de las producciones excedentes hacia el mercado interno y externo, dentro de un marco de eficiencia económica y preservación del medio ambiente.

Figura 1.1



1.1.3 DEFINICION DEL PROBLEMA Y SUS CAUSAS

El deterioro de la vía ocasiona en el poblador rural, en su condición de agricultor, dificultades para el traslado de sus productos, prolongando tiempo de traslado y aun costo elevado, colocando al agricultor en una situación de desventaja, ya que los precios de sus productos no compensan el incremento de los costos, lo que ocasiona un bajo nivel de vida de los pobladores.

Existe dentro del área de influencia de la carretera, la presencia el Proyecto Platanal que por su envergadura necesita tener una vía de acceso mejorada para no incrementar sus costos de operación vehicular (COV).

Asimismo se nombra la zona turística de Yauyos Cochas el cual podría ser un atractivo importante para el Turismo ubicada en el área de influencia de la carretera.

En base a la evaluación realizada, se diagnostica la existencia del siguiente problema central **“Deficiencia de la Transitabilidad”**.

El Sub-tramo de la carretera se inicia en el km 76+ 600, la actual carretera se encuentra a nivel de afirmado, observándose los siguientes puntos:

- km 76+700, el ancho de plataforma de la carretera es corto, evidenciándose este problema en una longitud aproximada de 30 metros.
- km 76+880 existe una quebrada de 60 mt de ancho.
- km 76+600 al km 76+900 la carpeta de rodadura se encuentra en un estado inadecuado.
- km 76+600 al km 76+900 inadecuado diseño geométrico de la vía

1.1.4 OBJETIVO DEL PROYECTO

Identificado la problemática el objetivo principal es permitir la transitabilidad continua de la vía; generando una mejora en el sector comprendido para que exista el beneficio con menores costos operativos vehiculares, menores tiempos en los viajes, mayor seguridad, mayor flujo vehicular, entre otros, que van a generar un mayor flujo de operaciones económicas y un mayor beneficio para el poblador de la zona.

Asimismo, será de vital importancia la realización de un Plan de mantenimiento de la vía, además de un óptimo diseño de la misma, que permita contar con una adecuada infraestructura vial en la zona de influencia del proyecto.

En consecuencia, se plantea las alternativas, en base a los estudios de referencia y a lo observado en campo según las necesidades requeridas para mejorar la transitabilidad de la vía. Ver Anexo 1.

Cuadro 1.1
Alternativas Propuestas

Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Diseño geométrico Vd=30km/hr	Diseño geométrico Vd=30km/hr	Diseño geométrico Vd=30km/hr
Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC)	Tratamiento Superficial Bicapa	Carpeta Nivel Afirmado
Alcantarilla MCA - Q1=29 m3/seg.	Alcantarilla MCA - Q1=29 m3/seg.	Alcantarilla MCA - Q1=29 m3/seg.
Alcantarilla TMC - Q1=14 m3/seg.	Alcantarilla TMC - Q1=14 m3/seg.	Alcantarilla TMC - Q1=14 m3/seg.
Estructura de contención (Muro)	Estructura de contención (Muro)	Estructura de contención (Muro)

Fuente:Elaboración Propia

1.2 CARACTERISTICAS TECNICAS DEL PROYECTO

Se presenta a continuación las características técnicas consideradas para la elaboración del Perfil del Mejoramiento de la vía. El ítem de Vialidad, Cartografía, Geotecnia y Geología se analizara con mayor detalle en el Capítulo II por influir directamente en el diseño de pavimentos.

1.2.1 EVALUACIÓN HIDROLÓGICA

Para determinar las características físicas de la cuenca Hidrográfica en estudio se hace uso de la carta nacional, del Instituto Geográfico Nacional a escala 1:100 000, delimitando la cuenca hidrográfica del curso de agua que cruza la alcantarilla posteriormente para calcular el área de la quebrada.

Cuadro 1.2
Parámetro de la Cuenca

Parámetro/Cuenca	Quebrada Seca
Área (km ²)	2.5

Fuente:Elaboración Propia

Se considera que las cuencas pueden ser categorizadas como pequeñas si el tiempo de concentración es inferior a 30 minutos y/o si el escurrimiento superficial es principalmente tipo lámina; en estas cuencas la precipitación es uniforme en toda su área y la variación de la precipitación en el tiempo no es relevante.

Las cuencas medianas se caracterizan por un tiempo de concentración mayor a 30 minutos, de modo que la variación de la precipitación en el tiempo sí es relevante; en estas cuencas, la precipitación también se considera uniformemente distribuida en toda el área.

Las cuencas grandes están compuestas por cuencas medianas y pequeñas; en una cuenca grande la precipitación no es uniforme y la respuesta de cada sub-cuenca es distinta, por ello deben analizarse separadamente. El área de la cuenca no necesariamente es el parámetro que permitirá establecer si una cuenca es pequeña, mediana o grande. Esta categorización debe ser efectuada analizando varias variables como el área, el tiempo de concentración y la configuración del flujo en la cuenca.

Para recorrer la longitud del cauce principal en 30 minutos el flujo tendría que tener una velocidad promedio de 1.0 m/s, sin contar el recorrido que se hace desde la divisoria de aguas hasta el inicio del cauce principal; es decir, el tiempo

de concentración es inferior a 30 minutos (como veremos más adelante). En consideración de un tiempo de concentración menor a 30 minutos, un área de cuenca reducida y el hecho de que se tiene un flujo con cauce principal claramente definido, esta cuenca sería categorizada como pequeña.

En las cuencas pequeñas como esta se hace uso del método Racional.

Análisis de los Datos de Precipitación Disponibles

Dado que la zona no cuenta con información pluviográfica, se ha procedido a considerar el valor 100 mm como la precipitación máxima en 24 horas, del estudio de preinversión a nivel de perfil para la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Lunahuaná-Yauyos-Chupaca, que corresponde a la ruta 22 de la red vial nacional.

La estimación del Caudal Máximo de Diseño El Método Racional se ha aplicado para la estimación del caudal de diseño a partir de la intensidad correspondiente.

$$Q=0.278*C*I*A$$

- Q: Caudal máximo (m³/s)
- C: Coeficiente de escorrentía
- I: Intensidad de precipitación (mm/hr)
- A: Área de la cuenca colectora (km²)

La intensidad considerada del estudio en mención, es de 100 mm/h; tomando un coeficiente de escorrentía de 0.42 según la zona de cultivo y pendientes, se obtiene un caudal de **29 m³/s**.

1.2.2 TURISMO

Es importante mencionar, que dentro de la zona de influencia del Proyecto se ubica la RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS-COCHAS. La RPNYC, se puede considerar como uno de los potenciales recursos naturales y arqueológicos que dispone la zona y que podrían en un mediano o largo plazo, promover actividades, relacionadas con el Turismo y Ecoturismo y en consecuencia impulsar el desarrollo local y lograr mejorar el nivel de vida del poblador de esta zona.

La RPNYC, se ubica en el norte de la provincia de Yauyos, en el Departamento de Lima (entre los 3000 y 4800 m.s.n.m), entre los distritos de Alis, Catania, Huancayo, Huantán, Laraos, Miraflores, Tanta, Tomas y Vitis, Yauyos tiene un

nivel extremadamente bajo de desarrollo. La RPNYC posee una superficie de 221,268.48 Has y se puede acceder por dos vías.

- Lima-Cañete-Yauyos (288 km desde Lima)
- Lima-La Oroya-Pachacayo (220 km desde Lima)

En la RPNYC se conserva la cuenca alta del río Cañete y la cuenca del río Pachacayo, que albergan ecosistemas, inmersos en un conjunto Paisajístico de gran belleza y singularidad, coexistiendo en armoniosa relación con las actividades de las Comunidades Campesinas, las cuales han desarrollado formas de Organización Social para la producción y uso eficiente de los recursos naturales, protegiendo sus valores históricos culturales.

Dentro de la RPNYC, se encuentran especies vegetales arbóreas como: Alisos, el Chacas, escalonia péndula, la quinua, entre otros.

La fauna esta representada por diferentes grupos de vertebrados e invertebrados como: el cuy silvestre, la vizcacha, el zorro andino, el zorrito, gatos silvestres, el venado gris, el puma, entre otros.

En la RPNYC, se evidencia la presencia de restos culturales y obras del hombre actual, que están siendo usadas armónicamente con el ambiente: Terrazas, andenes, canales de regadío, diques y barajes que regulan el recurso hídrico. Asimismo, también tenemos la presencia de pinturas rupestres y restos arqueológicos de pueblos fortificados, que muestran una temprana y rica expresión cultural, ámbito donde se desarrollo la cultura Yauyos. También se encuentra el santuario del Pariacaca, por donde transcurre el camino real de los Incas de Pachacamac a Jauja.

1.2.3 ESTRUCTURA ECONOMICA

La población del ámbito de influencia del proyecto, tiene como base económica principal, la explotación de la actividad agropecuaria (de autoconsumo, principalmente), cuyas formas de producción son básicamente “tradicionales”.

En segundo término, de manera limitada y complementaria, la población de esta zona de influencia del proyecto se dedica a actividades como los Servicios, Comercio y Turismo (Lunahuaná).

1.2.4 ACTIVIDAD AGRICOLA

Aun cuando en las ultimas decadas el sector agricultura tiene una tendencia negativa, sigue constituyendose en el principal sostén económico de la población del área de influencia del proyecto.

Las practicas culturales tradicionales se derivan de un conjunto de factores, entre los cuales se puede citar: Bajo nivel educativo de los agricultores, deficiente tecnología productiva o nula, limitada posibilidad de financiamiento, uso de herramientas básicas y en consecuencia se obtiene como resultado bajos niveles de producción y productividad.

La infraestructura productiva existente en una gran parte de la zona de influencia, condiciona el desarrollo de una agricultura de tipo seco, la superficie agrícola de tierras sembradas bajo riego son menores a las sembradas bajo seco; esto como consecuencia de las condiciones topográficas accidentadas además de la falta de inversiones en infraestructura, principalmente canales de regadío.

Entre los principales cultivos existe diversidad de cultivos en el area de influencia como consecuencia de las condiciones climáticas y topográficas de la zona. En la zona se cultivan productos como maiz, vid, frutales, quinua, plátano, tuna, ajo, brocoli, algodón, habas, flores, manzanos, ollucos, frejoles, etc.

1.2.5 ACTIVIDAD PECUARIA

La gran cantidad de superficie no agricolas y que disponen de pastos naturales les permite a los pobladores criar ganado ovino y vacuno. El ganado constituye para el poblador un recurso de inmediata importancia, despues de la tierra.

1.2.6 EDUCACIÓN

La mayor parte de Centros Poblados, por donde atraviesa la carretera Lunahuaná – Yauyos – Chupaca, cuenta con servicios educativos del Estado, donde se evidencia la falta de equipamiento e infraestructura, entre otras carencias y limitaciones. La tasa de analfabetismo alcanza en promedio el 10.6%.

1.2.7 SALUD

Existen en centros poblados los denominados puestos de salud pública, cuyos servicios que ofrecen son deficientes e insuficientes para atender las necesidades de la población. De otro lado estos establecimientos médicos no están bien implementados ni con personal ni instrumental.

1.2.8 SANEAMIENTO BASICO

En términos generales existe una inadecuada e insuficiente dotación de servicios básicos (agua, desagüe, electrificación).

En el área de influencia del proyecto, los pobladores utilizan para el consumo agua proveniente de la red pública, pilón, pozo, camión, río o acequia. El 40% en promedio consume agua de la red pública, el 60% consume agua de pozo, camión, acequia, canal y pilón.

El 39% de las viviendas dispone de servicios higiénicos conectados a la red pública, el 61% utiliza el pozo ciego, acequia o canal.

La situación en el área rural es más crítica aún por la dispersión y la topografía accidentada de la zona.

1.3 EVALUACION Y FORMULACION

1.3.1 FORMULACION DEL PROYECTO

1.3.1.1 HORIZONTE

El período de análisis para el presente estudio del Perfil de la carretera Lunahuaná – Yauyos – Chupaca se ha considerado de 10 años, período en el cual se estima una recuperación de la inversión, con la generación de los beneficios esperados, donde se ha considerado un tiempo de ejecución, de operación y mantenimiento de la infraestructura vial para garantizar su funcionamiento durante su vida útil con eficiencia.

1.3.1.2 ÁREA DE INFLUENCIA

El estudio o perfil a desarrollar consta de dos (02) tramos, un primer tramo que va desde Lunahuaná hasta Yauyos (Dpto. de Lima) un segundo tramo que abarca desde Magdalena hasta Chupaca (Dpto. de Junín), ambos tramos con

superficie de rodadura afirmada en un 100%. El primer tramo tiene una longitud de 104.500 km y el segundo tramo es de 147.770 km Aproximadamente. (Anexo 2)

Tomando como área de influencia en promedio 2 km del eje de la vía a cada lado.

La Población directamente beneficiada por el proyecto se ha estimado en 54,844 habitantes, distribuidas o ubicadas espacialmente en un área de 3,314.20 km², con una Densidad Poblacional en los distritos de este ámbito que varía entre 2.6 Habitantes / Km², y 825.7 Habitantes / km² (Anexo 3).

1.3.1.3 ANÁLISIS DE DEMANDA

En la zona de influencia del proyecto el transporte de personas y de carga es a través de la carretera de acuerdo al conteo realizado por el equipo técnico (Diciembre 2003), para ambos tramos, se han obtenido los índices de medición diaria (IMD), que se muestran en el cuadro N° 09.

Se ha observado en la zona de influencia del proyecto, que la mayor demanda vehicular esta determinada por vehículos de dos ejes (ómnibus medianos), de servicio público, en segundo lugar están las camionetas y puntos y en tercer lugar los camiones de dos ejes

De otro lado, para el caso, y para efectos de determinar la proyección de la demanda vehicular en la evaluación del proyecto, durante su horizonte temporal, se consideraran los siguientes supuestos:

- Para el crecimiento del tráfico liviano normal (autos y camionetas), la tasa utilizada será igual a la tasa (promedia ponderada) de crecimiento poblacional del departamento de Junín (0.64%)
- En lo relacionado al crecimiento del tráfico pesado normal (ómnibus y camiones), ha utilizado la tasa de crecimiento del PBI, del departamento de Junín (4.3%)
- Para el tráfico generado por el mismo proyecto, se ha considerado 25 % para el tramo Lunahuaná - Yauyos, y de 15 % para el tramo Yauyos –Chupaca

1.3.1.4 COSTOS DE PROYECTO A PRECIO DE MERCADO

Para nuestro caso, los costos de Inversión y de Mantenimiento de carreteras, se han basado en Costos Reales y comparados con costos de proyectos similares, los Costos Operativos Vehiculares son calculados mediante el uso de las tablas del factor de costo de operación vehicular del ICG-2000, tomando en cuenta la zona de la carretera, el tipo de topografía y el tipo de superficie de rodadura y el estado de la misma. Posteriormente se analiza el índice medio anual dentro del periodo de análisis para luego calcular el COV en la situación sin proyecto y con proyecto, finalmente se identifican los beneficios incrementales del COV restando ambos valores. Asimismo se han tomado como referencia los costos de proyectos similares como carretera Tocache-Juanjui (San Martín), Matachico-Huancayo (Junín) y carretera Canta-Unish (Lima).

Para la conversión de precios de mercado o privados a precios económicos o sociales, se han utilizado los factores de 0.79 para los costos de inversión y de 0.75 para los costos de mantenimiento. Se ha estimado que la Inversión total se ejecutara en el primer año 2008. La tasa social de descuento es del 14.0 %.

Se detallan los presupuestos de las tres (03) alternativas de los dos sub tramos (02), con precios de mercado para la evaluación de rentabilidad privada y social. (Anexo 4)

Los resúmenes de los costos económicos de inversión y de mantenimiento de las alternativas consideradas en el presente estudio se encuentran en el Anexo 5.

1.3.2 EVALUACION

1.3.2.1 BENEFICIOS

Los costos unitarios se han estimado a precios de mercado ajustándose para que reflejen en el costo real de recursos para la economía del País, justificándose así los costos de oportunidad.

Los beneficios del proyecto están representados por el ahorro en costos de operación vehicular, tiempo de viaje del usuario y posibles ahorros en costo de mantenimiento vial entre las situaciones con y sin proyecto.

En lo relacionado modelo de tráfico, la información que se ha usado corresponde al volumen promedio diario anual para cada uno de los vehículos representativos

seleccionados y para las tasas de crecimiento obtenido del estudio de tráfico efectuado como parte del presente estudio.

Los indicadores para la evaluación económica del presente estudio corresponden a la tasa interna de retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN) y el ratio beneficio costo (B/C). La tasa de descuento utilizada corresponde al 14%, para sustentar la rentabilidad y priorización de la alternativa seleccionada.

Los beneficios incrementales están en función de la línea base y de la proyección es decir de una situación sin proyecto menos la situación con proyecto (Anexo 6).

1.3.2.2 EVALUACIÓN SOCIAL

A través de la evaluación económica para las tres (03) alternativas propuestas, evidenciándose que la alternativa tres (03) que corresponde a un nivel de afirmado total es técnica y económicamente factible, correspondiéndole para el tramo 1 Lunahuaná-Yauyos una TIR de 32.26%, VAN de 12.11 millones de dólares y un ratio de Beneficio-Costo (B/C) de 1.0177. Del mismo modo se observa que el Tramo II Magdalena-Chupaca la alternativa tres (03), muestra también indicadores favorables con un TIR de 32.41%, VAN de 17.41 millones de dólares y un ratio de Beneficio-Costo (B/C) de 1.0142. En consecuencia se muestra que en ambos tramos la alternativa tres (03) que corresponde a un nivel de afirmado total de la carretera es la alternativa más conveniente económicamente, como se observa en el cuadro adjunto de indicadores de la evaluación económica.

1.3.2.3 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

De los resultados obtenidos se determina que la alternativa tres (03) en ambos tramos es la que muestra indicadores de evaluación económica mas alta y corresponde a un nivel de afirmado total del proyecto.

De otro lado es importante indicar la posibilidad de optar por la alternativa dos (02), que corresponde a un nivel de tratamiento superficial bicapa, la misma que podría ser viable económicamente en un segundo nivel de estudio de prefactibilidad.

Cuadro 1.3

Evaluación Económica (miles de dólares)

Tramo 1 - Alternativa 3 a nivel de afirmado

AÑO	INVERSION	COSTO MANTENIMIENTO	BENEFICIO AHORRO COV.	FLUJO NETO.
2008	15,675.00			-15,675.00
2009		209.00	5,117.79	4,908.79
2010		209.00	5,288.73	5,079.73
2011		209.00	5,466.66	5,257.66
2012		399.00	5,651.94	5,252.94
2013		209.00	5,845.09	5,636.09
2014		209.00	6,046.15	5,837.15
2015		209.00	6,255.38	6,046.38
2016		399.00	6,473.32	6,074.32
2017		209.00	6,700.30	6,491.30
2018		-2,267.65	6,936.78	9,204.43

TASA DE DESCUENTO 14%

VAN \$ 12,113.90
TIR 32.26%
B/C 1.0177

Fuente:Elaboración Propia

Cuadro 1.4

Evaluación Económica (miles de dólares)

Tramo 2 - Alternativa 3 a nivel de afirmado

AÑO	INVERSION	COSTO MANTENIMIENTO	BENEFICIO AHORRO COV.	FLUJO NETO.
2008	22,165.00			-22,165.00
2009		295.54	7,236.90	6,941.36
2010		295.54	7,478.63	7,183.09
2011		295.54	7,730.22	7,434.68
2012		485.54	7,992.23	7,506.69
2013		295.54	8,265.36	7,969.82
2014		295.54	8,549.66	8,254.12
2015		295.54	8,845.52	8,549.98
2016		485.54	9,153.71	8,668.17
2017		295.54	9,474.67	9,179.13
2018		-4,137.46	9,809.07	13,946.53

TASA DE DESCUENTO 14%

VAN \$ 17,415.62
TIR 32.41%
B/C 1.0142

Fuente:Elaboración Propia

CAPITULO 2

DISEÑO DE PAVIMENTO

2.1 TEORIA

2.1.1 COMPONENTES ESTRUCTURALES

El pavimento flexible esta compuesto por capas superpuestas relativamente horizontales de espesores y calidades de materiales diferentes, debidamente compactados, estos espesores y calidades esta influenciado en gran medida los resultados que arrojan nuestro estudio de tránsito, hidráulico, medio ambiental, geotécnico, etc. para garantizar que cumpla las funciones de seguridad y confort durante el periodo de diseño al que fue concebido. El pavimento flexible comúnmente se compone de tres capas, que están sobre la subrasante; estas capas son la subbase, la base, y la carpeta de rodadura; los factores más susceptibles a la hora de definir las capas se prioriza según la calidad del terreno de fundación expresado en modulo resiliente y el tránsito expresado en ejes equivalentes según estas condiciones impuestas se puede prescindir de algunas capas que conforman el pavimento. Aparte de la calidad de material de los distintos espesores del pavimento para que cumpla su periodo de diseño es de tener especial cuidado en la etapa constructiva ya que las capas granulares deberán compactarse con la humedad óptima, y la carpeta asfáltica con la temperatura de acuerdo al diseño de su mezcla. La figura 21. muestra la disposición de las capas del pavimento según la calidad del terreno de fundación

2.1.1.1 SUBRASANTE

Es la primera capa de contacto con el terreno de fundación donde va a ir colocada las capas superiores de mayor calidad, en muchos casos no se requiere esta capa lo cual la subrasante será la superficie del suelo natural perfilado y compactado y en otros casos debido al elevado nivel freático, el tener que hacer un terraplén para llegar a la cota de la subrasante, suelos altamente

plásticos, el estar contaminado de materia orgánica, etc. se traerá material de préstamo; el traer material de préstamo también está influenciado debido a que si el bulbo del esfuerzo de presiones debido a las cargas superficiales afectan y llegan con mucha intensidad en la profundidad del suelo natural, en este caso se extraerá el suelo para reponerlo con otro material que contrarreste estos efectos. La subrasante por estar en la parte inferior y recibir las cargas superiores cumple la función de cimentación del pavimento. Para conocer la calidad de la subrasante inicialmente se tomó como parámetro la capacidad de soporte (CBR), este parámetro compara el soporte del terreno en comparación a una muestra patrón que es sometida a una carga axial; la obtención de este parámetro ha servido para el diseño de pavimentos por el método empírico, una representación más exacta del parámetro que gobierna la calidad de la subrasante es la obtención del módulo resiliente este módulo es sometido a un ensayo triaxial cíclico y en distintas condiciones de humedad, con este módulo es la base principal para modelar el diseño del pavimento por el método mecanístico basado en las propiedades físicas mecánicas; debido a que el equipo para obtener el módulo resiliente es costoso, se ha hecho estudios de correlación para obtenerlo a partir del CBR; con lo cual el método de diseño para el pavimento pasa a ser el mecanístico empírico.

2.1.1.2 CAPA DE SUBBASE

Es la capa de mejor calidad que el suelo de fundación, se coloca sobre este suelo perfilado y compactado, los requisitos de esta calidad se especifican en términos de granulometría, índices de consistencia y resistencia; esta capa debe cumplir su función de soportar los esfuerzos de tensión y de compresión, debe servir como capa de drenaje, debe contrarrestar los cambios de volumen por plasticidad de la subrasante, debe soportar el hinchamiento ante las heladas; etc. Se puede prescindir de esta capa cuando el material de subrasante cumple con los requisitos de material de subbase.

2.1.1.3 CAPA DE BASE

Es la capa de material granular de mayor exigencia en las especificaciones de granulometría, plasticidad, textura y resistencia que la capa de subbase, esta es la que más debe soportar los esfuerzos de aplicación de las cargas en la superficie del pavimento, además de cumplir las condiciones de material

drenante y elástico, el termino elástico es relativo ya que la resistencia del material a la deformación es casi nula con lo cual la elasticidad existente para recuperarse a su estado normal es ínfima.

La capa de base en algunos casos están formados por mezcla estabilizada con cemento u otro material ligante, o mezcla bituminosa; dependiendo de la importancia de la vía, del tráfico, del periodo de diseño, etc. La capa base puede sufrir deformación permanente si es que la carpeta asfáltica de rodadura tiene espesores menores a los indicados en las especificaciones de su estudio.

2.1.1.4 CAPA DE RODADURA

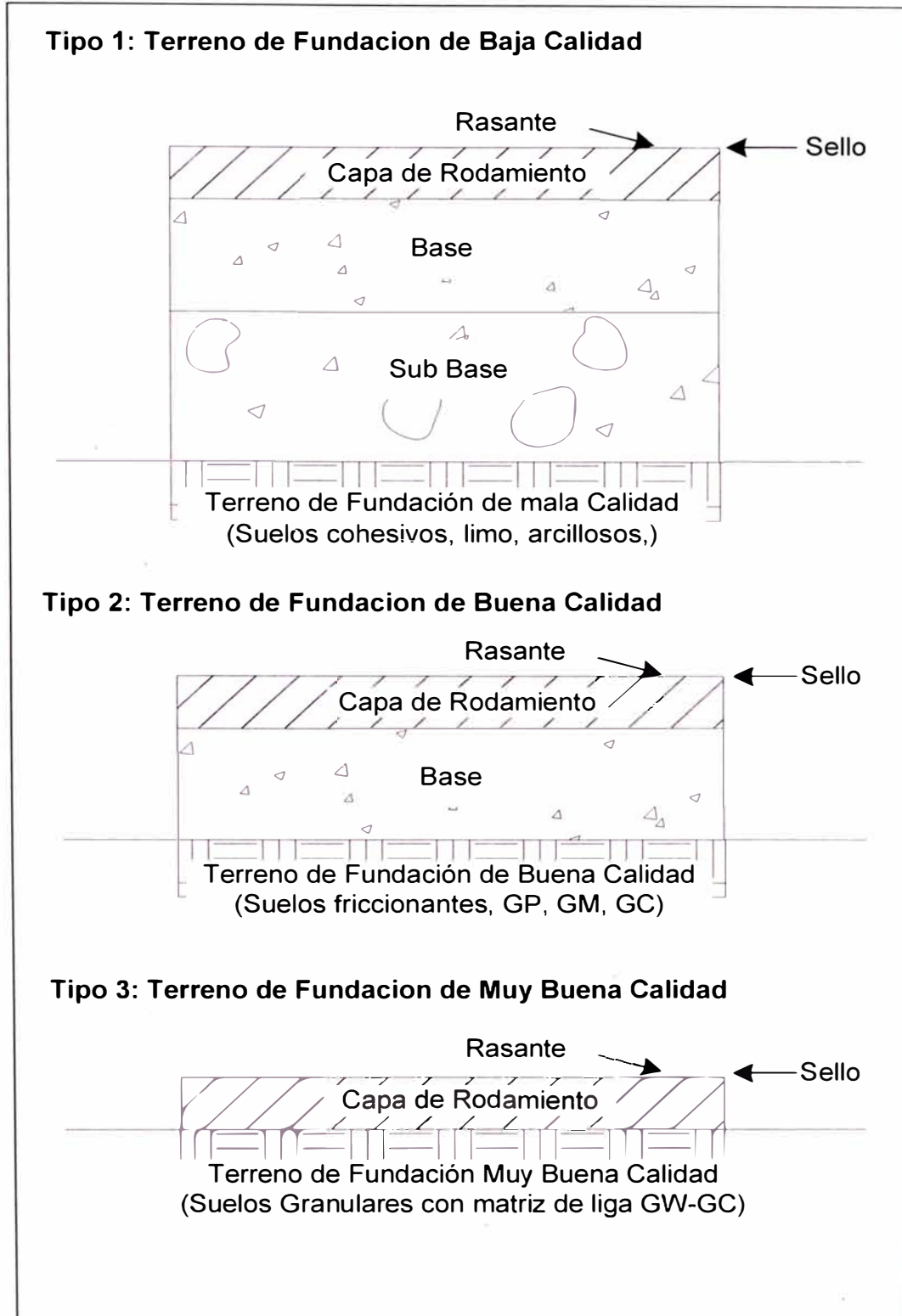
Es la capa superficial del pavimento que va colocada inmediatamente después de la base, puede ser un tratamiento superficial, un concreto asfáltico en caliente, etc.; la composición material común de esta capa es de agregados minerales y asfalto, para logra alta performance de la superficie hoy en día se le adiciona aditivos como polímeros a esta mezcla; su función principal de esta capa es impermeabilizar la superficie y evitar posibles infiltraciones del agua de las precipitaciones en las capas inferiores que podrían saturarlo y causar deformaciones , resistir la presión de los neumáticos y las fuerzas abrasivas del tránsito para evitar el derrape de lo vehículos. Dependiendo del espesor de esta capa se considerara como aporte estructural para el soporte del pavimento. Las características de este material depende mucho de la temperatura, razón por lo cual cuando se trate de mezcla asfáltica en caliente la temperatura de colocación en la etapa de construcción es de vital importancia para la formación de una capa rígida y de alta resistencia. Es de suma importancia conocer la reología del asfalto para evitar su fatiga temprana y/o deformación permanente; la reología nos permitirá saber también cuan visco-elástico es la mezcla de asfalto a emplear.

2.1.1.5 CARPETA DE DESGASTE O SELLO

Esta carpeta se realiza con el fin de aumentar la resistencia al deslizamiento y la durabilidad contrarrestando la desintegración y la permeabilidad de la superficie de rodadura, se tendrá que hacer el de llenado de vacíos y grietas, mediante la aplicación de un revestimiento con emulsiones asfálticas y agregado fino, dentro de estos sellos se encuentran la jechada asfáltica (slurry seal) y los microaglomerados (microsurfacing)

Figura 2.1

Disposición de Capas según Calidad de Terreno de Fundación



Fuente:Elaboración Propia

2.1.2 FACTORES QUE AFECTA LA SELECCIÓN DEL TIPO DE PAVIMENTO

El propósito de las mismas es hacer notar las diferentes variables que se pueda tener en la selección de un tipo de pavimento para una generalidad de casos.

2.1.2.1 TRÁFICO

Cuanto mayor es la importancia de la vía, tanto en volumen como carga de tráfico, se requiere mayores coeficientes de seguridad para estimar el tráfico futuro. De estimarse grandes posibilidades de congestión en una vía que es preferible seleccionar estrategias que tenga un mayor periodo de diseño con poco mantenimiento de modo que minimizar los problemas a los usuarios. Es importante tener en cuenta la velocidad de los vehículos, por ejemplo zonas; de parada pueden ser más susceptibles de deformarse ante cargas lentas a temperaturas ambientes elevadas.

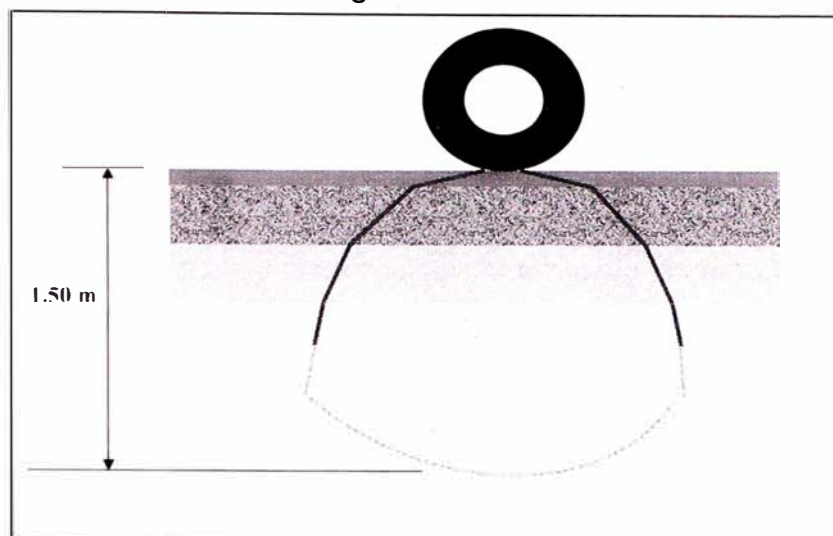
2.1.2.2 SUELO DE SUBRASANTE

El comportamiento de los suelos de subrasante tiene una gran influencia en el comportamiento general de pavimento. Su heterogeneidad a lo largo de la vía es un factor importante. Las características de los suelos no sólo definen los requerimientos estructurales del pavimento sino que puede dar origen a definir el tipo de pavimento y ciertas estrategias de construcción como la construcción por etapas, por ejemplo el caso de encontrarse con suelos que cambian de volumen frecuentemente o sean demasiado blandos.

La bibliografía especializada trata muy poco en cuanto a la forma de definir la resistencia de los suelos a lo largo de la vía, se conoce ensayo puntuales como el CBR entre otras más se trata muy poco en la forma de obtener un valor para un tramo específico en función de la profundidad activa de cargas. La experiencia en ese sentido muestra la gran confusión existente en cuanto definir el valor de resistencia de los suelos de subrasante. El estudio de las posibles condiciones de humedad y resistencia, son necesarios evaluar a nivel de profundidades activas de carga.

Figura 2.2

Influencia de las Cargas en un Pavimento Flexible



Fuente:Elaboración Propia

2.1.2.3 Materiales de construcción disponibles

El conocimiento de los tipos de materiales de construcción disponibles en las proximidades del proyecto tiene una gran influencia en los aspectos de costos y comportamiento de estructura. Por ejemplo la falta de agregados gruesos en una zona específica puede dar lugar a seleccionar estructura de pavimentos en cuyas capas el uso de agregado gruesos sea mínimo, en otros caso de los elevados costos de transporte puede dar lugar a definir estructuras de pavimento donde no se emplee agregado grueso. En tal sentido la recomendación, es el empezar por analizar la posibilidad de materiales naturales en la zona del proyecto.

2.1.2.4 Clima

Formalmente el clima afecta las condiciones de la subrasante y capa de rodadura. Climas cálidos reducen la estabilidad de las mezclas asfáltica, por otro lado en climas frígidos las mezclas asfálticas tienen gran potencial de sufrir fisuración, así mismo en zonas de grandes alturas y climas tropicales las capas de superficie asfáltica están más sujetas al efecto de oxidación del cemento asfáltico. En otras áreas la presencia de suelos de subrasante expansivos y/o susceptibles de helarse pueden verse muy afectado por el clima.

2.1.2.5 Consideraciones constructivas

La construcción por etapas puede definir el tipo de pavimento, por ejemplo de tipo asfáltico. Otras consideraciones como la velocidad de construcción, acomodo del tráfico durante la construcción, seguridad del usuario durante la construcción, facilidad de reemplazar un pavimento en un futuro, el ensanche anticipado del pavimento a un futuro, época del año durante el cual debe realizarse la construcción, la inaccesibilidad al proyecto de equipos especiales y tal vez otras pueden tener influencia en la selección de un tipo de pavimento para casos específicos.

2.2 ESTUDIOS TECNICOS

2.2.1 VIALIDAD Y CARTOGRAFÍA

El sector en estudio km 57+000 al km 57+300, consta de 4 curvas horizontales y 3 curvas verticales, el plano en planta, perfil y secciones transversales se muestra en el Anexo 7, 8 Y 9.

La sección de la plataforma es variable entre 6m y 7m sin cunetas laterales, en algunos tramos críticos, pero en longitudes menores de 100m, la superficie de rodadura se encuentra nivel de Afirmado.

El flujo vehicular con índice medio diario Anual de 60 vehículos para el tramo Lunahuaná – Yauyos, cuya composición vehicular es tráfico ligero de 57% y pesado de 43% y para el tramo Magdalena – Chupaca el IMDA es de 61 vehículos, con 61% para el tráfico ligero y 39% para el tráfico pesado.

La topografía es Semi-ondulada, pendiente variable del 4% - 6%.

El sector comprendido entre el km 57+000 al km 57+300 forma parte del presente estudio, la pendiente varia de 9% hasta 1% con una pendiente promedio de 4.5%.

2.2.2 GEOLOGIA-GEOTECNIA

La geomorfología de la zona en estudio se encuentra conformada sobre unidades sedimentarias, volcánicas y metamórficas, en cuanto a las formaciones geológicas de la ruta se encuentran las formaciones de Cañete y Cerro Negro.

Los procesos geodinámicos existentes en el área de Estudio son esporádicos, no evidenciando procesos geodinámicos de mayor envergadura, y no existen puntos críticos que requieran tratamiento especial, sin embargo existe la

posibilidad que debido a cortes de talud superior se generen procesos geodinámicos como derrumbes y desprendimientos.

Con relación a los problemas geotécnicos son mínimos, se aprecian pequeños hundimientos de plataforma por encharcamientos, debido a las aguas superficiales, asentamientos y ahuellamientos aislados entre el km 57+000 al 57+300.

Se realizaron los ensayos respectivos en la Plataforma Existente, Cantera de Agregados y Cantera de Cerro. Se presenta en la tabla 3.1 y 3.2 los resultados respectivos.

Cuadro 2.1

Ensayos en la Plataforma Existente

Clasificación de Suelos

Descripción	Unidades	Datos
Clasificación de Suelo S.U.C.S ASTM-D2487		SM
Clasificación de Suelo AASHTO ASTM-D2488		A-2-4
Nombre de Grupo		Arena Limosa

Limites de Attenberg

Descripción	Unidades	Datos
Limite Líquido (LL) ASTM-D4318	%	19
Limite Plástico (LP) ASTM-D4318	%	NP
Índice Plástico (IP)	%	NP

Contenido de Humedad y Densidad de Suelo

Descripción	Unidades	Datos
Contenido de Humedad	%	11.2
Densidad de suelo seco prom.	g/cm ³	1.73

Proctor Modificado

Descripción	Unidades	Datos
Densidad Máxima	gr/cm ³	2.025
Humedad Óptima	%	7.5

Relación de Soporte de California (C.B.R.)

Descripción	Unidades	Datos
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	%	34.1
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	%	18.2

Fuente:Elaboración Propia

Cuadro 2.2
Ensayos en las Canteras Existentes

		Cantera de Agregados	Cantera de Cerro
Clasificación de Suelos			
Descripción	Unidades	Datos	Datos
Clasificación de Suelo S.U.C.S ASTM-D2487		GW	GW
Clasificación de Suelo AASHTO ASTM-D2488		A-1-a	A-1-a
Nombre de Grupo		Grava bien gradada con Arena	Grava bien gradada con Arena
Limites de Attenberg			
Descripción	Unidades	Datos	Datos
Limite Liquido (LL) ASTM-D4318	%	-	-
Limite Plástico (LP) ASTM-D4318	%	NP	NP
Índice Plástico (IP)	%	-	-
Material que pasa la malla N° 200			
Descripción	Unidades	Datos	Datos
Material mas fino que pasa la malla N° 200 (Fino)	%	8.5	4.5
Material mas fino que pasa la malla N° 200 (Grueso)	%	0.6	0.9
Equivalente de Arena			
Descripción	Unidades	Datos	Datos
Equivalente de Arena	%	43	34
Gravedad específica y absorción de agregado fino			
Descripción	Unidades	Datos	Datos
Peso Especifico aparente (Pea)		2.47	2.68
Porcentaje de absorción (Ab)	%	0.4	0.3
Gravedad específica y absorción de agregado grueso			
Descripción	Unidades	Datos	Datos
Peso Especifico aparente (Pea)		2.67	2.49
Porcentaje de absorción (Ab)	%	0.97	0.94
Peso Unitario de los Agregados			
Descripción	Unidades	Datos	Datos
Peso Unitario de los Agregados Grueso	kg/m3	6.13	5.29

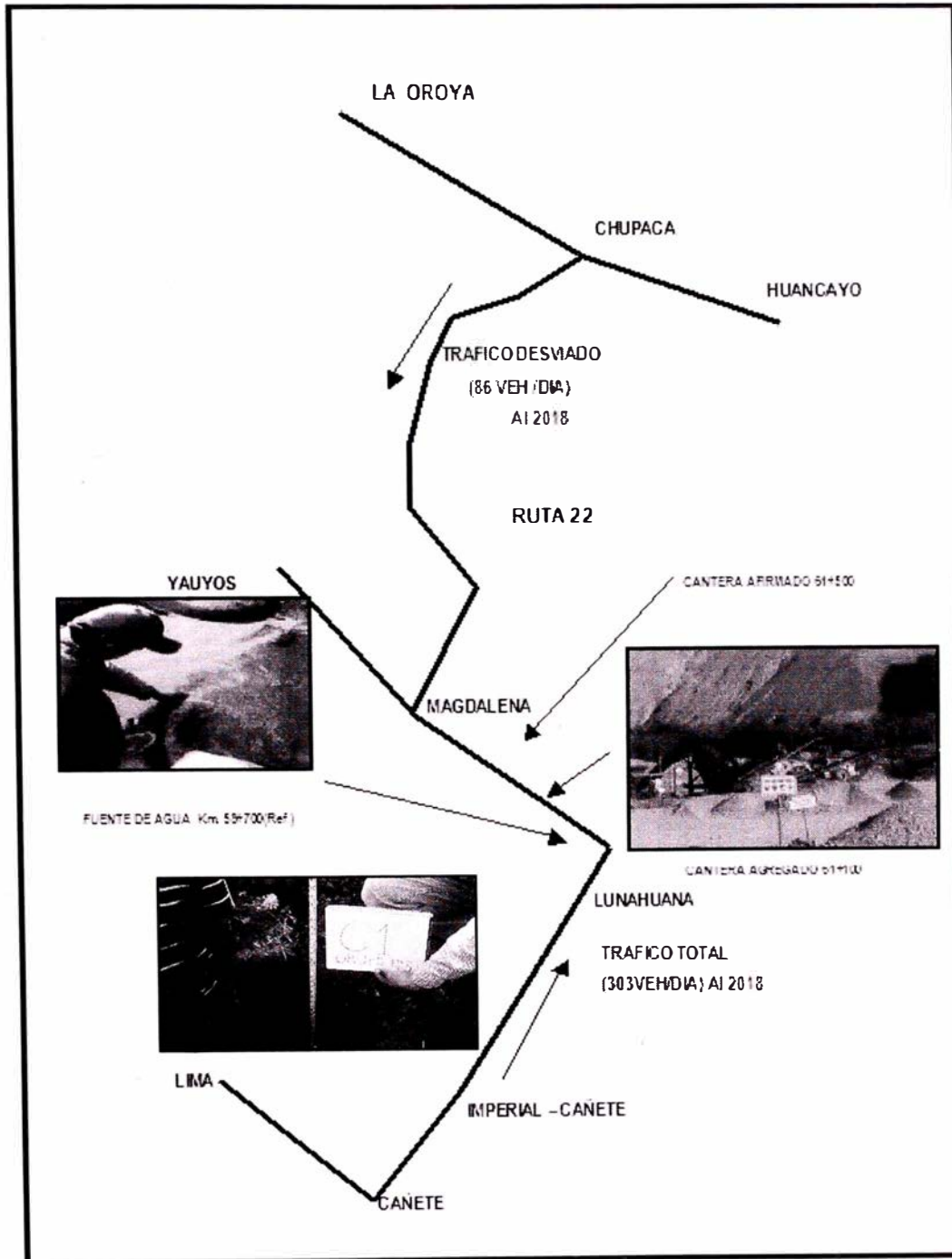
Fuente:Elaboración Propia

Cuadro 2.3
Ensayos en las Canteras Existentes

		Cantera de Agregados	Cantera de Cerro
Abrasión e Impacto en la Máquina de los Ángeles			
Descripción	Unidades	Datos	Datos
Desgaste	%	32	22
Determinación de Caras Fracturadas			
Descripción	Unidades	Datos	Datos
Con una cara fracturada	%	37	80
Con dos caras fracturada	%	22	76
Terrones de arcilla y partículas friables en agregados			
Descripción	Unidades	Datos	Datos
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	%	0.4	0.8
Materia Orgánica			
Descripción	Unidades	Datos	Datos
Materia Orgánica	%	0	0
Proctor Modificado			
Descripción	Unidades	Datos	Datos
Densidad Máxima	gr/cm3	2.254	2.013
Humedad Óptima	%	6.4	5.7
Relación de Soporte de California (C.B.R.)			
Descripción	Unidades	Datos	Datos
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	%	119.3	69.4
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	%	87.2	29.9
Análisis Químico en Suelo - Agua			
Descripción	Unidades	Datos	Datos
Material Grueso			
SST	mg/kg	138	479
Cloruros	mg/kg	30	385
Sulfatos	mg/kg	19	64
Material Fino			
SST	mg/kg	189	
Cloruros	mg/kg	52	
Sulfatos	mg/kg	32	

Fuente:Elaboración Propia

Figura 2.3
Canteras y Fuentes de Agua



Fuente:Elaboración Propia

2.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS

2.3.1 PRELIMINARES

2.3.1.1 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN

A) Descripción

Esta partida consiste en el traslado de personal, equipo, materiales, campamentos y otros, que sean necesarios al lugar en que desarrollará la obra antes de iniciar y al finalizar los trabajos. La movilización incluye la obtención y pago de permisos y seguros.

B) Consideraciones Generales

El traslado del equipo pesado se puede efectuar en camiones de cama baja, mientras que el equipo liviano puede trasladarse por sus propios medios, llevando el equipo liviano no autopulsado como herramientas, martillos neumáticos, vibradores, etc.

El contratista antes de transportar el equipo mecánico ofertado al sitio de la obra deberá someterlo a inspección del MTC dentro de los 30 días después de otorgada la buena pro. Este equipo será revisado por el supervisor en la obra y de no encontrarlo satisfactorio en cuanto a su condición y operatividad deberá rechazarlo en cuyo caso el contratista deberá reemplazarlo por otro similar en buenas condiciones de operación. El rechazo del equipo no podrá generar ningún reclamo por parte del contratista.

Si el contratista opta por transportar un equipo diferente al ofertado, éste no será valorizado por el supervisor.

El contratista no podrá retirar de la obra ningún equipo sin autorización escrita del supervisor.

2.3.1.2 CAMPAMENTOS Y OBRAS PROVISIONALES

A) Descripción

Son las construcciones necesarias para instalar infraestructura que permita albergar a trabajadores, insumos, maquinaria, equipos, etc.

El proyecto debe incluir todos los diseños que estén de acuerdo con estas especificaciones y con el Reglamento Nacional de Construcciones en cuanto a instalaciones sanitarias y eléctricas.

La ubicación del campamento y otras instalaciones será propuesta por el contratista y aprobado por la Supervisión, previa verificación que dicha ubicación

cumpla con los requerimientos del Plan de Manejo Ambiental, de salubridad, abastecimiento de agua, tratamiento de residuos y desagües.

B) Requerimientos de Construcción

En este rubro se incluye la ejecución de todas las edificaciones, tales como campamentos, que cumplen con la finalidad de albergar al personal que labora en las obras, así como también para el almacenamiento temporal de algunos insumos, materiales y que se emplean en la construcción de carreteras; casetas de inspección, depósitos de materiales y de herramientas, caseta de guardianía, vestuarios, servicios higiénicos, cercos carteles, etc.

El contratista deberá solicitar ante las autoridades competentes, dueños o representante legal del área a ocupar, los permisos de localización de las construcciones provisionales (campamentos). Para la localización de los mismos, se deberá considerar la existencia de poblaciones ubicadas en cercanías del mismo, con el objeto de evitar alguna clase de conflicto social.

2.3.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

2.3.2.1 EXCAVACIÓN PARA EXPLANACIONES

A) Descripción

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que ordene el supervisor.

Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes.

B) Clasificación

- **Excavación para la explanación**

El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de las zonas comprendidas dentro del prisma donde ha de fundarse la carretera, incluyendo taludes y cunetas; así como la escarificación, conformación y compactación de la subrasante en corte.

Incluye, además, las excavaciones necesarias para el ensanche o modificación del alineamiento horizontal o vertical de plataformas existentes.

En la etapa de excavación se debe considerar que la cantidad de polvo generado debe minimizarse con el uso previo de agua cumpliendo con los requerimientos de actividad sostenible con el medio ambiente.

- **Excavación Complementaria**

El trabajo comprende las excavaciones necesarias para el drenaje de la excavación para la explanación, que pueden ser zanjas interceptoras y acequias, así como el mejoramiento de obras similares existentes y de cauces naturales.

- **Excavación en zonas de préstamo**

El trabajo comprende el conjunto de las actividades para explotar los materiales adicionales a los volúmenes provenientes de la excavación de la explanación, requeridos para la construcción de los terraplenes o pedraplenes.

C) Materiales

Los materiales provenientes de excavación para la explanación se utilizarán, si reúnen las calidades exigidas, en la construcción de las obras de acuerdo con los usos fijados en los documentos del proyecto o determinados por el Supervisor. El contratista no podrá desechar materiales ni retirarlos para fines distintos a los del contrato, sin la autorización previa del Supervisor.

Los materiales provenientes de la excavación que presenten buenas características para uso en la construcción de la vía, serán reservados para colocarlos posteriormente.

Los materiales de excavación que no sean utilizables deberán ser colocados, donde lo indique el proyecto o de acuerdo con las instrucciones del Supervisor, en zonas aprobadas por éste.

Los materiales recolectados deberán ser humedecidos adecuadamente, cubiertos con una lona y protegidos contra los efectos atmosféricos, para evitar que por efecto del material particulado causen enfermedades respiratorias, alérgicas y oculares al personal de obra, así como a las poblaciones aledañas.

El depósito temporal de los materiales no deberá interrumpir vías o zonas de acceso de importancia local.

D) Requerimientos de Construcción

Antes de iniciar las excavaciones se requiere la aprobación, por parte del supervisor, de los trabajos de topografía, desbroce, limpieza y demoliciones, así como los de remoción de especies vegetales, cercas de alambre y de instalaciones de servicios que interfieran con los trabajos a ejecutar.

Las obras de excavación deberán avanzar en forma coordinada con las de drenaje del proyecto, tales como alcantarillas, desagües, alivios de cunetas y construcción de filtros. Además se debe garantizar el correcto funcionamiento del drenaje y controlar fenómenos de erosión e inestabilidad.

La excavación de la explanación se debe ejecutar de acuerdo con las secciones transversales del proyecto o las modificadas por el Supervisor. Toda sobre-excavación que haga el Contratista, por error o por conveniencia propia para la operación de sus equipos, correrá por su cuenta y el Supervisor podrá suspenderla, si lo estima necesario, por razones técnicas o económicas.

Al alcanzar el nivel de la subrasante en la excavación, se deberá escarificar en una profundidad mínima de ciento cincuenta milímetros (150 mm), conformar de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y compactar, según las exigencias de compactación definidas.

Si los suelos encontrados a nivel de subrasante están constituidos por suelos inestables, el supervisor ordenará las modificaciones que corresponden a las instrucciones del párrafo anterior, con el fin de asegurar la estabilidad de la subrasante.

En caso de que al nivel de la subrasante se encuentren suelos expansivos y salvo que los documentos del proyecto o el Supervisor determinen lo contrario, la excavación se llevará hasta un metro por debajo del nivel proyectado de subrasante y su fondo no se compactará. Esta profundidad sobreexcavada se rellenará y conformará con material que cumpla las características definidas.

E) Aceptación de los Trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el contratista.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas excavadas.
- Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada quede limpia y libre de materia orgánica
- Verificar la compactación de la subrasante.

- Medir los volúmenes de trabajo ejecutado por el Contratista en acuerdo a la presente especificación.

2.3.3 SUBBASES Y BASES

2.3.3.1 SUBBASE GRANULAR

A) Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de subbase granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto o establecidos por el Supervisor.

B) Materiales

Para la construcción de afirmados y subbases granulares, los materiales serán agregados naturales procedentes de excedentes de excavaciones o canteras clasificados y aprobados por el Supervisor o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias.

Los materiales para base granular solo provendrán de canteras autorizadas y será obligatorio el empleo de un agregado que contenga una fracción producto de trituración mecánica.

En ambos casos, las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material.

Los requisitos de calidad que deben cumplir los diferentes materiales y los requisitos granulométricos se presentan en la especificación respectiva.

Para el traslado del material para conformar subbases y bases al lugar de obra, se deberá humedecer adecuadamente los materiales y cubrirlos con una lona para evitar emisiones de material particulado, a fin de evitar que afecte a los trabajadores y poblaciones aledañas de males alérgicos, respiratorios y oculares. Los montículos de material almacenados temporalmente en las canteras y plantas se cubrirán con lonas impermeables, para evitar el arrastre de partículas a la atmósfera y a cuerpos de agua cercanos y protegerlos de excesiva humedad cuando llueve.

Además, deberán ajustarse a una de las franjas granulométricas indicadas en la siguiente tabla:

Cuadro 2.4
Requerimientos Granulométricos para Sub-Base Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 - 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm (Nº 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2.0 mm (Nº 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
4.25 µm (Nº 40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 µm (Nº 200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

Fuente: ASTM D 1241

- (1) La curva de gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 m s.n.m.
- (1) La curva granulométrica SB-3 deberá usarse en zonas con altitud mayor de 3 500 m.s.n.m.
- (2) Sólo aplicable a SB-1.

Además, el material también deberá cumplir con los siguiente requisitos de calidad:

Cuadro 2.5
Requerimientos de Ensayos Especiales

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento	
				< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Abrasión	MTC E 207	C 131	T 96	50 % máx	50 % máx
CBR (1)	MTC E 132	D 1883	T 193	40 % min	40 % min
Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	25% máx	25% máx
Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	6% máx	4% máx
Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	25% min	35% min
Sales Solubles	MTC E 219			1% máx.	1% máx.
Partículas Chatas y Alargadas (2)	MTC E 211	D 4791		20% máx	20% máx

- (1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1"(2.5mm)
- (2) La relación ha emplearse para la determinación es 1/3 (espesor/ longitud)

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Contratista deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

C) Requerimientos de Construcción

• Preparación de la superficie existente

El Supervisor sólo autorizará la colocación de material de subbase granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Supervisor. Además, deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en las especificaciones respectivas, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Contratista hará las correcciones necesarias, a satisfacción del Supervisor.

• Tramo de Prueba

Antes de iniciar los trabajos, el Contratista emprenderá una fase de ejecución de tramos de prueba para verificar el estado y comportamiento de los equipos y determinar, en secciones de ensayo, el método definitivo de preparación, transporte, colocación y compactación de los materiales, de manera que se cumplan los requisitos de cada especificación.

Para tal efecto, construirá uno o varios tramos de prueba de ancho y longitud definidos de acuerdo con el Supervisor y en ellas se probará el equipo y el plan de compactación.

El Supervisor tomará muestras de la capa en cada caso y las ensayará para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de densidad, granulometría y demás requisitos.

• Transporte y colocación del material

El Contratista deberá transportar y verter el material, de tal modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente.

Cualquier contaminación que se presentare, deberá ser subsanada antes de proseguir el trabajo.

La colocación del material sobre la capa subyacente se hará en una longitud que no sobrepase mil quinientos metros (1 500 m) de las operaciones de mezcla, conformación y compactación del material de la Subbase.

Durante ésta labor se tomarán las medidas para el manejo del material de Súbase, evitando los derrames de material y por ende la contaminación de fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

- **Extensión y mezcla del material**

El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la subbase se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, los cuales luego se combinarán para lograr su homogeneidad. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad óptima de compactación, el Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje el material con una humedad uniforme. Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación.

Durante esta actividad se tomarán las medidas para la extensión, mezcla y conformación del material, evitando los derrames de material que pudieran contaminar fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

- **Compactación**

Una vez que el material de la subbase tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará con el equipo aprobado por el Supervisor, hasta alcanzar la densidad especificada.

Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio (1/3) del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

No se extenderá ninguna capa de material de subbase mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente. Tampoco se ejecutará la subbase granular en momentos en que haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2°C).

• **Apertura al tránsito**

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas, se distribuirá de forma que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie. El Contratista deberá responder por los daños producidos por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las indicaciones del Supervisor.

• **Calidad de los agregados**

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción se determinarán los ensayos con las frecuencias que se indican en la **Cuadro 3.6**.

Cuadro 2.6
 Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de Ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Base Granular	Granulometría	MTC E 204	D 422	T 88	7500 m³	Cantera
	Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	750 m³	Cantera
	Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	750 m³	Cantera
	Desgaste Los Angeles	MTC E 207	C 131	T 96	2000 m³	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	2000 m³	Cantera
	Sales Solubles	MTC E 219	D 1888		2000 m³	Cantera
	CBR	MTC E 132	D 1883	T 193	2000 m³	Cantera
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	D 5821		2000 m³	Cantera
	Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 221	D 4791		2000 m³	Cantera
	Pérdida en Sulfato de Sodio / Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	2000 m³	Cantera
	Densidad – Humedad	MTC E 115	D 1557	T 180	750 m³	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 124	D 1556 D 2922	T 191 T 236	250 m²	Pista

(1) O antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico - mecánicas de los agregados. En caso de que los metros del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas

No se permitirá acopios que a simple vista presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores de máximo especificado.

- **Compactación**

Las determinaciones de la densidad de la capa compactada se realizarán de acuerdo a lo indicado en la Tabla 302-1 y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar.

Las densidades individuales (D_i) deben ser, como mínimo el cien por ciento (100%) de la obtenida en el ensayo Próctor modificado de referencia (MTC E 115)

$$D_i \geq \% D_e$$

La humedad de trabajo no debe variar en ± 2.0 % respecto del Optimo Contenido de Humedad obtenido con el Próctor modificado. Para Subbase se admite como máximo ± 1.5

En caso de no cumplirse éstos términos se rechazará el tramo.

Siempre que sea necesario se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

La densidad de las capas compactadas podrá ser determinada por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo MTC E 117, MTC E 124.

- **Espesor**

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d).

$$e_m \geq e_d$$

Además el valor obtenido en cada determinación individual (e_i) deberá ser, cuando menos, igual al noventa y cinco por ciento (95 %) del espesor del diseño, so pena del rechazo del tramo controlado.

$$e_i \geq 0.95 e_d$$

Que la cota de cualquier punto de la subbase conformada y compactada, no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la cota proyectada.

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada será comprobada con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a diez milímetros (10 mm), para cualquier punto que no esté afectado por un cambio de

pendiente. Cualquier irregularidad que exceda esta tolerancia se corregirá con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, será obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada.

- **Ensayo de deflectometría sobre la subbase terminada**

Una vez terminada la explanación se hará deflectometría cada 25 metros alternados en ambos sentidos, es decir, en cada uno de los carriles, mediante el empleo de la viga Benkelman el FWD o cualquier equipo de alta confiabilidad, antes de cubrir la subrasante con la subbase o con la base granular. Se analizará la deformada o curvatura de la deflexión obtenida de por lo menos tres mediciones por punto.

Los puntos de medición estarán referenciados con el estacado del proyecto, de tal manera que exista una coincidencia con relación a las mediciones que se efectúen a nivel de carpeta. Se requiere un estricto control de calidad tanto de los materiales como de los equipos, procedimientos constructivos y en general de todos los elementos involucrados en la puesta en obra de la subrasante. De dicho control forman parte la medición de las deflexiones que se menciona en el primer párrafo. Un propósito específico de la medición de deflexiones sobre la subrasante, es la determinación de problemas puntuales de baja resistencia que puedan presentarse durante el proceso constructivo, su análisis y la oportuna aplicación de los correctivos a que hubiere lugar.

2.3.3.2 BASE GRANULAR

A) Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de base granular aprobado sobre una subbase, afirmado o subrasante, en una o varias capas, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto u ordenados por el Supervisor.

B) Materiales

Los agregados para la construcción de la base granular deberán satisfacer los requisitos indicado anteriormente en el punto de Sub-Base.

- **Granulometría**

La composición final de la mezcla de agregados presentará una granulometría continua y bien graduada (sin inflexiones notables) según una fórmula de trabajo

de dosificación aprobada por el Supervisor y según uno de los requisitos granulométricos que se indican en el cuadro 3.3. Para las zonas con altitud de 3000 msnm se deberá seleccionar la gradación "A".

El material de Base Granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que a continuación se indican:

Valor Relativo de Soporte, CBR (1) para Tráfico Ligero y Medio Mín 80% y Tráfico Pesado Mín 100%.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Contratista deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme, sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente o viceversa.

Se denominará así a los materiales retenidos en la Malla N° 4, los que consistirán de partículas pétreas durables y trituradas capaces de soportar los efectos de manipuleo, extendido y compactación sin producción de finos contaminantes.

Cuadro 2.7
Requerimientos Agregado Grueso

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos	
				Altitud	
				< Menor de 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% mín.	80% mín.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% mín.	50% mín.
Abrasión Los Angeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx.	40% máx.
Partículas Chatas y Alargadas (1)	MTC E 221	D 4791		15% máx.	15% máx.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	D 1888		0.5% máx.	0.5% máx.
Pérdida con Sulfato de Sodio	MTC E 209	C 88	T 104	--	12% máx.
Pérdida con Sulfato de Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	--	18% máx.

(1) La relación ha emplearse para la determinación es: 1/3 (espesor/longitud)

Al agregado fino se le denominará a los materiales pasantes la malla N° 4 que podrán provenir de fuentes naturales o de procesos de trituración o combinación de ambos.

Cuadro 2.8
Requerimientos Agregado Fino

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		< 3 000 m.s.n.m.	> 3 000 m.s.n.m
Indice Plástico	MTC E 111	4% máx	2% máx
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín	45% mín
Sales solubles totales	MTC E 219	0,55% máx	0,5% máx
Indice de durabilidad	MTC E 214	35% mín	35% mín

C) Requerimientos de Construcción

- **Explotación de materiales y elaboración de agregados**

Para las Vías de Primer Orden los materiales de base serán elaborados en planta, utilizando para ello dosificadoras de suelo. Para este tipo de vías no se permitirá la combinación en patio ni en vía mediante cargadores u otros equipos similares.

La mezcla de agregados deberá salir de la planta con la humedad requerida de compactación, teniendo en cuenta las pérdidas que puede sufrir en el transporte y colocación.

Para otros tipos de vías será optativo del Contratista los procedimientos para elaborar las mezclas de agregados para base granular.

Definida la fórmula de trabajo de la base granular, la granulometría deberá estar dentro del rango dado por el huso granulométrico adoptado.

- **Preparación de la superficie existente**

El Supervisor sólo autorizará la colocación de material de base granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad y las cotas indicadas o definidas por el Supervisor. Además deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en las especificaciones respectivas, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Contratista hará las correcciones necesarias a satisfacción del Supervisor.

- **Tramo de Prueba**

Se realizará el tramo de prueba tan igual como en la sub base

- **Transporte y colocación de material**

Esta indicado igual que la sub base.

- **Extensión y mezcla del material**

Para Vías de Primer Orden la base granular será extendida con terminadora mecánica, no permitiéndose el uso de motoniveladora.

Para vías distintas a las de Primer Orden, el material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la base se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, que luego se combinarán para lograr su homogeneidad.

En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, el Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique a la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en el tramo de prueba.

- **Compactación**

Una vez que el material de la subbase tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará con el equipo aprobado por el Supervisor, hasta alcanzar la densidad especificada.

Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio (1/3) del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

No se extenderá ninguna capa de material de subbase mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa

precedente. Tampoco se ejecutará la subbase granular en momentos en que haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2°C).

- **Apertura al tránsito**

Se realiza el mismo procedimiento de la sub base.

- **Controles y Calidad de los agregados**

Se sigue el mismo procedimiento de la sub base

2.3.3 PAVIMENTO ASFALTICO

2.3.3.1 PAVIMENTO DE CONCRETO ÁSFALTICO CALIENTE

A) Descripción

Este trabajo consistirá en la colocación de una capa asfáltica bituminosa fabricada en caliente y, construida sobre una superficie debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con la presente especificación.

Las mezclas bituminosas para empleo en pavimentación en caliente se compondrán de agregados minerales gruesos, finos, filler mineral y material bituminoso.

B) Materiales

Los materiales a utilizar serán los que se especifican a continuación.

- **Agregados Minerales Gruesos**

Los agregados gruesos, deben cumplir además con los siguientes requerimientos.

Cuadro 2.9
Requerimientos para los Agregados Gruesos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3000	> 3000
Durabilidad (al Sulfato de Sodio)	MTC E 209	12% máx.	10% máx.
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)		18 máx.	15% máx.
Abrasión Los Angeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	MTC E 221	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	Según Tabla 410-4	
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción	MTC E 206	1.00%	Según Diseño
Adherencia	MTC E 519	+95	

• **Agregados minerales finos**

Los agregados finos, deben cumplir además con los siguientes requerimientos.

Cuadro 2.10
Requerimientos para los Agregados Finos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3000	> 3000
Equivalente de Arena	MTC E 209	Según Tabla 410-5	
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	Según Tabla 410-6	
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	4% mín	6% mín
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP	NP
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	Max 4	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción	MTC E 205	0.50%	Según Diseño

Cuadro 2.11
Requerimientos para Caras Fracturadas

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Espesor de Capa	
	< 100 mm	> 100 mm
≤ 3	65/40	50/30
> 3 – 30	85/50	60/40
> 30	100/80	90/70

Nota: La notación "85/80" indica que el 85% del agregado grueso tiene una cara fracturada y que el 80% tiene dos caras fracturadas.

Cuadro 2.12
Requerimientos del Equivalente de Arena

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Porcentaje de Equivalente Arena (mínimo)
≤ 3	45
> 3 – 30	50
> 30	55

Cuadro 2.13
Angularidad del Agregado Fino

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Espesor de Capa	
	< 100 mm	> 100 mm
≤ 3	30 mín.	30 mín.
> 3 – 30	40 mín.	40 mín.
> 30	40 mín.	40 mín.

C) Gradación

La gradación de los agregados pétreos para la producción de la mezcla asfáltica en caliente serán establecidos por el Contratista y aprobado por el Supervisor.

Además de los requisitos de calidad que debe tener el agregado grueso y fino según lo establecido en el acápite (a) y (b) de esta Subsección el material de la mezcla de los agregados debe estar libre de terrones de arcilla y se aceptará como máximo el uno por ciento (1%) de partículas deleznable. Tampoco deberá contener materia orgánica y otros materiales deletéreos.

La gradación de la mezcla asfáltica normal (MAC) deberá responder a alguno de los siguientes husos granulométricos.

Cuadro 2.14

Gradación de la Mezcla Asfáltica Normal

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC -1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100	-	-
19,0 mm (3/4")	80 - 100	100	-
12,5 mm (1/2")	67 - 85	80 - 100	-
9,5 mm (3/8")	60 - 77	70 - 88	100
4,75 mm (N° 4)	43 - 54	51 - 68	65 - 87
2,00 mm (N° 10)	29 - 45	38 - 52	43 - 61
425 mm (N° 40)	14 - 25	17 - 28	16 - 29
180 mm (N° 80)	8 - 17	8 - 17	9 - 19
75 mm (N° 200)	04 - 8	04 - 8	05 - 10

D) Filler o Polvo Mineral

El filler o relleno de origen mineral, que sea necesario emplear como relleno de vacíos, espesante del asfalto o como mejorador de adherencia al par agregado-asfalto, podrá ser de preferencia cal hidratada, no plástica que deberá cumplir la norma AASHTO M-303, de no ser cal, será polvo de roca.

La cantidad a utilizar se definirá en la fase de diseños de mezcla según el Método Marshall.

E) Cemento Asfáltico

El cemento asfáltico a emplear en los riegos de liga y en las mezclas asfálticas elaboradas en caliente será clasificado por viscosidad absoluta y por penetración. Su empleo será según las características climáticas de la región, la correspondiente carta viscosidad del cemento asfáltico.

Cuadro 2.15

Tipo de Cemento Asfáltico Clasificado según Penetración

Temperatura Media Anual			
24°C o más	24°C – 15°C	15°C - 5°C	Menos de 5°C
40 – 50 ó 60-70 ó Modificado	60-70	85 – 100 120 - 150	Asfalto Modificado

El cemento asfáltico debe presentar un aspecto homogéneo, libre de agua y no formar espuma cuando es calentado a temperatura de 175°C.

El cemento asfáltico podrá modificarse mediante la adición de activantes, rejuvenecedores, polímeros, asfaltos naturales o cualquier otro producto garantizado por los productos correspondientes. En tales casos, las especificaciones particulares establecerán el tipo de adición y las especificaciones que deberán cumplir tanto el ligante modificado como las mezclas asfálticas resultantes. La dosificación y dispersión homogénea del producto de adición deberán tener la aprobación del Supervisor.

Cuadro 2.16

Especificaciones del Cemento Asfáltico Clasificado por Penetración

Características	Ensayo	Grado de Penetración							
		40 - 50		60 - 70		85 - 100		120 - 150	
		Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Penetración 25°C, 100 g, 5s, 0.1 mm	MTC E 304	40	50	60	70	85	100	120	150
Punto de Inflamación COC, °C	MTC E 312	232	-	232	-	232	-	218	-
Ductilidad, 25°C, 5 cm/min, cm	MTC E 306	100	-	100	-	100	-	100	-
Solubilidad en Tricloroetileno, % masa	MTC E 302	99	-	99	-	99	-	99	-
Susceptibilidad Térmica									
Ensayo de Película Delgada en Horno, 3.2 mm, 163°C, 5 hrs	MTC E 316								
> Pérdida de masa, %		-	0.8	-	0.8	-	1	-	1.5
> Penetración del residuo, % de la penetración original.	MTC E 304	55	-	52	-	47	-	42	-
> Ductilidad del residuo, 25°C, 5cm/min, cm.	MTC E 306	-	-	50	-	75	-	100	-
Índice de Susceptibilidad térmica		-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
Ensayo de la Mancha con solvente Heptano – Xileno 20% (opcional)	MTC E 314	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	

Cuadro 2.17

Especificaciones del Cemento Asfáltico Clasificado por Viscosidad

Características	Ensayo	Grado de Viscosidad			
		AC-5	AC-10	AC-20	AC-40
Viscosidad Absoluta 60°C, Pa s (Poisés)	MTC E 308	50±5 (500±100)	100±20 (1000±200)	200±40 (2000±400)	400±80 (4000±800)
Viscosidad Cinemática, 135°C mm ² /s, mínimo	MTC E 301	100	150	210	300
Penetración 25°C, 100 gr. 5s mínimo	MTC E 304	120	70	40	20
Punto de Inflamación COC, °C,	MTC E 303	177	219	232	232
Solubilidad en tricloroetileno % masa, mínimo	MTC E 302	99	99	99	99
Susceptibilidad Términa Ensayo de Película Delgada en Horno	MTC E 316				
➤ Viscosidad Absoluta, 60°C, Pa s (Poisés) máximo	MTC E 304	200 -2000	400 -4000	800 -8000	1600 -16000
➤ Ductilidad, 25°C, 5 cm/min, cm. Mínimo	MTC E 306	100	50	20	10
Ensayo de la mancha con solvente Heptano-xileno	MTC E 314	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

F) Fuentes de Provisión o Canteras

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos utilizados para la explotación de aquellas y para la elaboración de los agregados requeridos, deberán tener aprobación previa del Supervisor, la cual no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el Contratista suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de cada especificación.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes.

G) Equipo

- **Equipo para la elaboración de los agregados triturados**

La planta de trituración constará de una trituradora primaria y una secundaria obligatoriamente. Una terciaria siempre y cuando se requiera. Se deberá incluir también una clasificadora y un equipo de lavado.

- **Planta mezcladora**

La mezcla de concreto asfáltico se fabricará en plantas adecuadas de tipo continuo o discontinuo, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada.

Las tolvas de agregados en frío deberán tener paredes resistentes y estar provistas de dispositivos de salida que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier posición. El número mínimo de tolvas será función del número de fracciones de agregados por emplear y deberá tener aprobación del Supervisor.

En las plantas del tipo tambor secador-mezclador, el sistema de dosificación de agregados en frío deberá ser ponderal y tener en cuenta su humedad para corregir la dosificación en función de ella. En los demás tipos de plantas de aceptarán sistemas de dosificación de tipo volumétrico.

La planta estará dotada de un secador que permita el secado correcto de los agregados y su calentamiento a la temperatura adecuada para la fabricación de la mezcla. El sistema de extracción de polvo deberá evitar su emisión a la atmósfera o el vertido de lodos a cauces de agua o instalaciones sanitarias.

Las plantas que no sean del tipo tambor secador-mezclador, estarán dotadas, así mismo, de un sistema de clasificación de los agregados en caliente, de capacidad adecuada a la producción del mezclador, en un número de fracciones no inferior a tres (3) y de tolvas de almacenamiento de las mismas, cuyas paredes serán resistentes y de altura suficiente para evitar Inter. contaminaciones. Dichas tolvas en caliente estarán dotadas de un rebosadero, para evitar que el exceso de contenido se vierta en las contiguas o afecte el funcionamiento del sistema de clasificación; de un dispositivo de alarma, claramente perceptible por el operador, que avise cuando el nivel de la tolva baje del que proporcione el caudal calibrado y de un dispositivo para la toma de muestras de las fracciones almacenadas.

- **Equipo para el transporte**

Tanto los agregados como las mezclas se transportarán en volquetes debidamente acondicionadas para tal fin. La forma y altura de la tolva será tal, que durante el vertido en la terminadora, el volquete sólo toque a ésta a través de los rodillos previstos para ello.

Los volquetes deberán estar siempre provistos de dispositivos que mantengan la temperatura, así como para proteger debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir emisiones contaminantes.

- **Equipo para la extensión de la mezcla**

La extensión y terminación de las mezclas densas en caliente se hará con una pavimentadora autopropulsada, adecuada para extender y terminar la mezcla con un mínimo de precompactación de acuerdo con los anchos y espesores especificados. La pavimentadora estará equipada con un vibrador y un distribuidor de tornillo sinfín, de tipo reversible, capacitado para colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores. Poseerá un equipo de dirección adecuado y tendrá velocidades para retroceder y avanzar. La pavimentadora tendrá dispositivos mecánicos compensadores para obtener una superficie pareja y formar los bordes de la capa sin uso de formas. Será ajustable para lograr la sección transversal especificada del espesor de diseño u ordenada por el Supervisor.

Asimismo, deberá poseer sensores electrónicos para garantizar la homogeneidad de los espesores.

Si se determina que el equipo deja huellas en la superficie de la capa, áreas defectuosas u otras irregularidades objetables que no sean fácilmente corregibles durante la construcción, el Supervisor exigirá su inmediata reparación o cambio.

- **Equipo de compactación**

Se deberán utilizar rodillos autopropulsados de cilindros metálicos, estáticos o vibratorios, triciclos o tándem y de neumáticos. Para Vías de Primer orden los rodillos lisos se restringen a los denominados tipo tándem, no permitiéndose el uso de los que poseen dos llantas traseras neumáticas. Para otros tipos de vías se aconseja el uso de equipos tándem, mas no restringe exclusivamente a éste.

Los compactadores de rodillos no deberán presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios dispondrán de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Además, deberán poseer controladores de vibración y de frecuencia independientes. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslape de las huellas delanteras y traseras y, en caso necesario, faldones de lona protectora contra el enfriamiento de los neumáticos.

Las presiones lineales estáticas o dinámicas, y las presiones de contacto de los diversos compactadores, serán las necesarias para conseguir la compactación adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, pero sin producir

roturas del agregado ni arrollamiento de la mezcla a las temperaturas de compactación.

- **Equipo accesorio**

Estará constituido por elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica. Así mismo, se requieren herramientas menores para efectuar correcciones localizadas durante la extensión de la mezcla.

H) Requerimientos de Construcción

- **Mezcla de Agregados**

Las características de calidad de la mezcla asfáltica, deberán estar de acuerdo con las exigencias para mezclas de concreto bituminoso que se indican en la Cuadro 3.17 y 3.18 según corresponda al tipo de mezcla que se produzca, de acuerdo al diseño del proyecto y lo indicado por el Supervisor.

Cuadro 2.18
Requisitos para Mezcla de Concreto Bituminoso

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall (MTC E 504)	8 kN (815 Kg)	5,34 kN (544 Kg)	4,45 kN (453 Kg)
1. Estabilidad (min)	8 - 14	8 - 16	8 - 2
2. Flujo 0.25 mm	3 - 5	03 - 5	03 - 5
3. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	<u>Ver Tabla 410-10</u>		
4. Vacíos en el agregado mineral (Ver Tabla 410-10)	75	50	50
5. Compactación, núm. de golpes en cada capa de testigo			
c. Inmersión - Compresión (MTC E 518)	2,1	2,1	1,4
1. Resistencia a la compresión Mpa min.	70	70	70
2. Resistencia retenida % (min)			
d. Resistencia Conservada en la Prueba de Tracción indirecta (min) (MTC E 521)	70	70	70
e. Relación Polvo - Asfalto	0,6 - 1,3	0,6 - 1,3	0,6 - 1,3
f. Relación Est.:flujo (2)	1700 - 2500		

- (1) A la fecha (1999) se tienen tramos efectuados en el Perú que tienen el rango 2% a 4% (es deseable que tienda al menor) 2% con resultados satisfactorios en climas fríos por encima de 3 000 m. s. n. m. que se recomienda en estos casos.
- (2) Para zonas de clima frío es deseable que la relación Est.:flujo sea de la menor magnitud posible tendiéndose hacia el límite inferior.

Cuadro 2.19
Vacíos mínimos en el agregado mineral (VMA)

Tamiz	Vacíos mínimos en agregado mineral %	
	Marshall	Superpave
2,36 mm. (N° 8)	21	-
4,75 mm. (N° 4)	18	-
9,5 mm. (3/8")	16	15
12,5 mm. (1/2")	15	14
19 mm. (3/4")	14	13
25 mm. (1")	13	12
7,5 mm. (1 1/2")	12	11
50 mm. (2")	11.5	10.5

Nota: Los valores de esta Tabla serán seleccionados de acuerdo al tamaño

- **Limitaciones climáticas**

Las mezclas asfálticas calientes se colocarán únicamente cuando la base a tratar se encuentre seca, la temperatura atmosférica a la sombra sea superior a 10°C en ascenso y el tiempo no esté neblinoso ni lluvioso; además la base preparada debe estar en condiciones satisfactorias.

- **Preparación de la superficie existente**

La mezcla no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Supervisor. Todas las irregularidades que excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deberán ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella.

Antes de aplicar la mezcla, se verificará que haya ocurrido el curado del riego previo, no debiendo quedar restos de fluidificante ni de agua en la superficie. Si hubiera transcurrido mucho tiempo desde la aplicación del riego, se comprobará que su capacidad de liga con la mezcla no se haya mermado en forma perjudicial; si ello ha sucedido, el Contratista deberá efectuar un riego adicional de adherencia, a su costa, en la cuantía que fije el Supervisor.

- **Tramo de Prueba**

Antes de iniciar los trabajos, el Contratista emprenderá un tramo de prueba para verificar el estado de los equipos y determinar, en secciones de ensayo de ancho y longitud definidas de acuerdo con el Supervisor, el método definitivo de

preparación, transporte, colocación y compactación de la mezcla o tratamiento, de manera que se cumplan los requisitos de la respectiva especificación.

En el caso de la construcción de lechadas asfálticas se hace necesario la compactación en aquellas áreas donde el espesor sea mayor que $\frac{1}{4}$ " (6 mm.).

El Supervisor tomará muestras del tratamiento, lechada o mezcla, para determinar su conformidad con las condiciones especificadas que correspondan en cuanto a granulometría, dosificación, densidad y demás requisitos.

- **Elaboración de la mezcla**

Los agregados se suministrarán fraccionados. El número de fracciones deberá ser tal que sea posible, con la instalación que se utilice, cumplir las tolerancias exigidas en la granulometría de la mezcla. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación.

Cada fracción del agregado se acopiará separada de las demás para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los ciento cincuenta milímetros (150 mm) inferiores de los mismos. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1,5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro, los agregados se acopiarán por separado, hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un agregado.

La carga de las tolvas en frío se realizará de forma que éstas contengan entre el cincuenta por ciento (50%) y el cien por ciento (100%) de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones.

Las aberturas de salida de las tolvas en frío se regularán en forma tal, que la mezcla de todos los agregados se ajuste a la fórmula de obra de la alimentación en frío. El caudal total de esta mezcla en frío se regulará de acuerdo con la producción prevista, no debiendo ser ni superior ni inferior, lo que permitirá mantener el nivel de llenado de las tolvas en caliente a la altura de calibración.

Los agregados preferentemente secos se calentarán antes de su mezcla con el asfalto. El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, indicada por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea. Si el polvo recogido en los colectores cumple las condiciones exigidas al filler y su

utilización está prevista, se podrá introducir en la mezcla; en caso contrario, deberá eliminarse. El tiro de aire en el secador se deberá regular de forma adecuada, para que la cantidad y la granulometría del filler recuperado sean uniformes. La dosificación del filler de recuperación y/o el de aporte se hará de manera independiente de los agregados y entre sí.

En las plantas que no sean del tipo tambor secador-mezclador, deberá comprobarse que la unidad clasificadora en caliente proporcione a las tolvas en caliente agregados homogéneos; en caso contrario, se tomarán las medidas necesarias para corregir la heterogeneidad. Las tolvas en caliente de las plantas continuas deberán mantenerse por encima de su nivel mínimo de calibración, sin rebosar.

Si la instalación de fabricación de la mezcla es de tipo continuo, se introducirá en el mezclador al mismo tiempo, la cantidad de asfalto requerida, a la temperatura apropiada, manteniendo la compuerta de salida a la altura que proporcione el tiempo teórico de mezcla especificado. La tolva de descarga se abrirá intermitentemente para evitar segregaciones en la caída de la mezcla a la volqueta.

Si la instalación es de tipo discontinuo, después de haber introducido en el mezclador los agregados y el llenante, se agregará automáticamente el material bituminoso calculado para cada bachada, el cual deberá encontrarse a la temperatura adecuada y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado.

En ningún caso se introducirá en el mezclador el agregado caliente a una temperatura superior en más de cinco grados Celsius (5°C) a la temperatura del asfalto.

El cemento asfáltico será calentado a una temperatura tal, que se obtenga una viscosidad comprendida entre 75 y 155 SSF (según Carta Viscosidad-Temperatura proporcionado por el fabricante) y verificada en laboratorio por la Supervisión.

En mezcladores de ejes gemelos, el volumen de materiales no será tan grande que sobrepase los extremos de las paletas, cuando éstas se encuentren en posición vertical, siendo recomendable que no superen los dos tercios ($2/3$) de su altura.

A la descarga del mezclador, todos los tamaños del agregado deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla y sus partículas total y

homogéneamente cubiertas. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador no excederá de la fijada durante la definición de la fórmula de trabajo.

- **Transporte de la mezcla**

La mezcla se transportará a la obra en volquetes hasta una hora de día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche si, a juicio del Supervisor, existe una iluminación artificial que permita la extensión y compactación de manera adecuada.

Durante el transporte de la mezcla deberán tomarse las precauciones necesarias para que al descargarla sobre la máquina pavimentadora, su temperatura no sea inferior a la mínima que se determine como aceptable durante la fase del tramo de prueba.

- **Extensión de la mezcla**

La mezcla se extenderá con la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos o determinados por el Supervisor.

A menos que se ordene otra cosa, la extensión comenzará a partir del borde de la calzada en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales, y para conseguir la mayor continuidad de las operaciones de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la pavimentadora y la producción de la planta.

La colocación de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, verificando que la pavimentadora deje la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa extendida. En caso de trabajo intermitente, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora no baje de la especificada; de lo contrario, deberá ejecutarse una junta transversal. Tras la pavimentadora se deberá disponer un número suficiente de obreros especializados, agregando mezcla caliente y enrasándola, según se precise, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas en esta especificación.

No se permitirá la extensión y compactación de la mezcla en momentos de lluvia, ni cuando haya fundado temor de que ella ocurra o cuando la temperatura

ambiente a la sombra y la del pavimento sean inferiores a diez grados Celsius (10°C).

- **Compactación de la mezcla**

La compactación deberá comenzar, una vez extendida la mezcla, a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete sin que se produzcan agrietamientos o desplazamientos indebidos, según haya sido dispuesto durante la ejecución del tramo de prueba y dentro del rango establecido en la carta viscosidad - temperatura.

La compactación deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado avanzará del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el Supervisor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Los rodillos deberán llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Supervisor, y sus cambios de dirección se harán sobre la mezcla ya compactada.

Se tendrá cuidado en el cilindrado para no desplazar los bordes de la mezcla extendida; aquellos que formarán los bordes exteriores del pavimento terminado, serán chaflanados ligeramente.

La compactación se deberá realizar de manera continua durante la jornada de trabajo y se complementará con el trabajo manual necesario para la corrección de todas las irregularidades que se puedan presentar. Se cuidará que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si es preciso, húmedos. No se permitirán, sin embargo, excesos de agua.

I) Aceptación de los trabajos

El Supervisor efectuará las siguientes actividades de control:

- Comprobar, mediante muestras representativas de cada entrega y por cada carro termotanque, la curva viscosidad - temperatura y el grado de penetración del asfalto. En todos los casos, guardará una muestra para eventuales ensayos ulteriores de contraste, cuando el Contratista o el proveedor manifiesten inconformidad con los resultados iniciales.
- Efectuar con la frecuencia que se indica en la Tabla N° 410-11 o antes siempre que se sospechen anomalías, controles de las demás características descritas en la Tabla N° 400-3.

- Efectuar los ensayos necesarios para determinar la cantidad de cemento asfáltico incorporado en las mezclas que haya aceptado a satisfacción.

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán seis (6) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- El desgaste en la máquina de Los Ángeles, según la norma MTC E 207.
- Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio o de magnesio, de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 209.
- El equivalente de arena, de acuerdo con la norma MTC E 114.
- La plasticidad, aplicando las normas MTC E 111.
- Sales solubles Totales de acuerdo a la norma MTC E 219.
- Adherencia entre el agregado y el bitumen según la norma MTC E 220 / MTC E

J) Composición de la mezcla

- **Contenido de asfalto**

Por cada jornada de trabajo se tomará un mínimo de dos (2) muestras y se considerará como lote, el tramo constituido por un total de cuando menos seis (6) muestras, las cuales corresponderán a un número entero de jornadas.

El porcentaje de asfalto residual promedio del tramo (ART %) tendrá una tolerancia de dos por mil (0.2%), respecto a lo establecido en la fórmula de trabajo (ARF %).

$$ARF \% - 0,2 \% \leq ART \% \leq ARF \% + 0,2 \%$$

A su vez, el contenido de asfalto residual de cada muestra individual (ARI%), no podrá diferir del valor medio del tramo (ART%) en más de tres por mil (0.3%), admitiéndose un (1) solo valor fuera de ese intervalo.

$$ART \% - 0,5 \% \leq ARI \% \leq ART \% + 0,5 \%$$

Un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites implica el rechazo del tramo.

- **Granulometría de los agregados**

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados.

La curva granulométrica de cada ensayo individual deberá ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose a la fórmula de trabajo con sus respectivas tolerancias.

K) Calidad de la mezcla**• Compactación**

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se realizarán en una proporción de cuando menos una (1) por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m²) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán de acuerdo al anexo N°1 "Proceso Aleatorio para seleccionar la ubicación de puntos de muestreo azar.

La densidad media del tramo (Dm) deberá ser, cuando menos, el noventa y ocho por ciento (98%) de la media obtenida al compactar en el laboratorio con la técnica Marshall, las cuatro (4) probetas por jornada de trabajo (De).

$$D_m \geq 0,98 D_e$$

Además, la densidad de cada testigo individual (Di) deberá ser mayor o igual al noventa y siete por ciento (97%) de la densidad media de los testigos del tramo (Dm).

$$D_i \geq 0,97 D_m$$

El incumplimiento de alguno de estos dos requisitos implica el rechazo del tramo por parte del Supervisor.

• Espesor

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, el Supervisor determinará el espesor medio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al de diseño (ed).

$$e_m \geq e_d$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (ei), deberá ser, cuando menos, igual al noventa y cinco por ciento (95%) del espesor de diseño.

$$e_i \geq 0.95 e_d$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del tramo.

• Lisura

La superficie acabada no podrá presentar zonas de acumulación de agua, ni irregularidades mayores de cinco milímetros (5 mm) en capas de rodadura o diez milímetros (10 mm) en capas de base y bacheos, cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m) colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja el Supervisor, los cuales no podrán estar afectados por cambios de pendiente.

- **Textura**

En el caso de mezclas compactadas como capa de rodadura, el coeficiente de resistencia al deslizamiento (MTC E 1004) luego del curado de la mezcla deberá ser, como mínimo, de cuarenta y cinco centésimas (0.45) en cada ensayo individual, debiendo efectuarse un mínimo de dos (2) pruebas por jornada de trabajo.

- **Regularidad superficial o rugosidad**

La regularidad superficial de la superficie de rodadura será medida y aprobada por el Supervisor, para lo cual, por cuenta y cargo del contratista, deberá determinarse la rugosidad en unidades IRI.

Para la determinación de la rugosidad podrán utilizarse métodos topográficos, rugosímetros, perfilómetros o cualquier otro método aprobado por el Supervisor.

La medición de la rugosidad sobre la superficie de rodadura terminada, deberá efectuarse en toda su longitud y debe involucrar ambas huellas por tramos de 5 km, en los cuales las obras estén concluidas, registrando mediciones parciales para cada kilómetro. La rugosidad, en términos IRI, tendrá un valor máximo de 2,0 m/km. En el evento de no satisfacer este requerimiento, deberá revisarse los equipos y procedimientos de esparcido y compactado, a fin de tomar las medidas correctivas que conduzcan a un mejoramiento del acabado de la superficie de rodadura.

- **Medición de deflexiones sobre la carpeta asfáltica terminada**

Se efectuarán mediciones de deflexión en los dos carriles, en ambos sentidos cada 50 m y en forma alternada. Se analizará la deformada o la curvatura de la deflexión obtenida de por lo menos tres valores por punto y se obtendrán indirectamente los módulos de elasticidad de la capa asfáltica. Además, la deflexión característica obtenida por sectores homogéneos se comparará con la deflexión admisible para el número de repeticiones de ejes equivalentes de diseño.

Para efecto de la medición de deflexiones podrá emplearse la viga Benkelman o el FWD; los puntos de medición estarán referenciados con el estacado del proyecto.

2.4 DISEÑO DE PAVIMENTOS

2.4.1 PRINCIPIO DE DISEÑO

El principio de diseño se basa en la predicción de los cambios físicos del comportamiento del pavimento en tres aspectos fundamentales: lo estructurales, los funcionales y los de seguridad.

En lo estructural toma en cuenta la condición del pavimento en lo referente a fallas, agrietamientos, etc.; que pueden afectar exclusivamente la capacidad de soporte de la estructura del pavimento.

En lo funcional se refiere a cuan bien sirve el pavimento al usuario (confort y calidad), este factor de serviciabilidad de la carretera se toma a través de la medición del índice de serviciabilidad de la carretera al comienzo y al final de su periodo de diseño.

En seguridad toma en cuenta la resistencia a la fricción entre el neumático y el pavimento.

En consecuencia en el presente informe el diseño del pavimento se realiza usando dos metodologías actuales; Método AASHTO y Método del INSTITUTO DEL ASFALTO.

2.4.2 DISEÑO DEL PAVIMENTO METODO AASHTO

El diseño dota al pavimento de un Número Estructural (SN), que representa el efecto combinado de las capas componentes (espesor del pavimento) con sus respectivos coeficientes estructurales y de drenaje. Las variables que se considera respecto a los aspectos antes mencionados y que están en la ecuación del cálculo del número estructural son: el tránsito que transcurre por la vía, durante un determinado número de años, la resistencia del suelo que soportara el pavimento, y los niveles de serviciabilidad al inicio y al final del periodo de diseño de la vía; adicionalmente se considera ciertos parámetros estadísticos que son factores de seguridad que garantizan que la solución obtenida del número estructural cumple un determinado nivel de confianza. La ecuación 2.1 para el cálculo del número estructural es la siguiente:

Ecuación 2.1

Cálculo del Número estructural del Pavimento

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 * \text{Log}_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{Log}_{10}(Mr) - 8.07$$

Donde:

- W_{18} = Número esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 tn en el periodo de diseño
- Z_r = Desviación estándar del error combinado en la predicción del tráfico y comportamiento estructural
- S_o = Desviación estándar total
- ΔPSI = Diferencia entre la serviciabilidad Inicial (P_o) y Final (P_t)
- SN = Número estructural indicador de la Capacidad Estructural requerida (materiales y espesores)
- M_r = Modulo resiliente de la sub rasante (psi)

2.4.2.1 PARAMETRO DEL TRÁFICO

A) Restricción del tiempo

Están referidos a la estimación del tiempo para que la carretera ofrezca las condiciones mínimas de serviciabilidad o también por razones económicas, donde se planea la construcción por etapas a nivel de superficie de rodadura, donde sabemos que una duración mayor requerirá mayores espesores, calidades superiores de materiales, conservación, etc. Las variables a tomar en cuenta son:

El período de diseño es aquel tiempo en que esta condicionado al limite de un tráfico proyectado que dañara la superficie del pavimento. Dentro del periodo de diseño se planea la construcción por etapas que son rehabilitaciones en ir reforzando la carpeta de rodadura, y llegar a la serviciabilidad final en el periodo de diseño

Para el tramo en estudio, se tiene en consideración un Periodo de Diseño de 10 años por tratarse de una vía de Bajo Volumen de Tránsito.

B) Numero de Ejes Equivalentes (EAL)

Se calcula el tráfico que recibirá la carretera considerando el tráfico Normal, Tráfico Desviado, Tráfico Transferido y el Tráfico Generado, posteriormente se proyecta al año 2008, usando la data histórica del crecimiento vehicular siendo la tasa de crecimiento para vehículos livianos de 0.64% y para vehículos pesados de 4.3%.

Los datos que se utilizaron fue de un estudio realizado el 2003 por la entidad Provias Nacional.

Cuadro 2.20
Tráfico Proyectado de la Carretera en Estudio - IMDA

Vehículo	AÑO										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Auto	30851	31049	31248	31448	31650	31853	32057	32263	32470	32678	32888
Camioneta	19701	19828	19955	20083	20212	20342	20473	20605	20737	20870	21004
Bus mediano	7557	7882	8221	8575	8944	9329	9731	10150	10587	11043	11518
Camión dos ejes	18221	19005	19823	20676	21566	22494	23462	24471	25524	26622	27767
Semitrailer	11555	12052	12571	13112	13676	14265	14879	15519	16187	16884	17611

Fuente Elaboración Propia

Como no se cuenta con información censal de pesos por eje o que la muestra no contemple los vehículos pesados proyectados, se recomienda la siguiente relación de EE por tipo de vehículo pesado, los mismos que corresponden a promedios estadísticos de registros en la Carretera Panamericana Norte, y que a manera referencial pueden utilizarse para el cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) según el Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Solo por factores didácticos se considero los vehículos livianos para poder observar la diferencia con los vehículos pesados.

Cuadro 2.21
Ejes Equivalentes por tipo de Vehículo

Clase de vehículo	Eje equivalente (EE8.2 tn)
Bus (de 2 o 3 ejes)	1.85
Camión ligero (2 ejes)	1.15
Camión mediano (2 ejes)	2.75
Camión pesado (3 ejes)	2
Camión articulado (> 3 ejes)	4.35
Auto o vehículo ligero	0.0001

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Se presenta a continuación la formula del Numero de Ejes Equivalentes a 8.2 tn

Ecuación 2.2
Cálculo del EAL

$$EAL(8.2 \text{ tn}) = 365(IMD_{2E} * FD_{2E} + IMD_{3E} * FD_{3E} + IMD_{TYS} * FD_{TYS}) \frac{[(1+i)^n - 1]}{i}$$

Donde :

- EAL(8.2 Tn) : Número de Ejes Equivalentes a 8.2 tn en el periodo de diseño
 IMD_{2E} : Índice Medio Diario de Camiones de 2 ejes
 IMD_{3E} : Índice Medio Diario de Camiones de 3 ejes
 IMD_{TyST} : Índice Medio Diario de Camiones de TyST
 FD_{2E} : Factor Destructivo de Camiones de 2E
 FD_{3E} : Factor Destructivo de Camiones de 3E
 FDTyST : Factor Destructivo de Camiones de TyST
 i : Tasa de crecimiento de los vehículos
 n : Periodo de Diseño

En el siguiente cuadro se puede ver la mínima incidencia que tienen los vehículos ligeros para el cálculo de los ejes equivalentes en el periodo de diseño.

Cuadro 2.21
Ejes Equivalentes por Tipo de Vehículo x Eje Equivalentes

Vehículo	AÑO										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Auto	3.0851	3.1049	3.1248	3.1448	3.165	3.1853	3.2057	3.2263	3.247	3.2678	3.2888
Camioneta	1.9701	1.9828	1.9955	2.0083	2.0212	2.0342	2.0473	2.0605	2.0737	2.087	2.1004
Bus mediano	13980.5	14581.7	15208.9	15863.8	16546.4	17258.7	18002.4	18777.5	19586	20429.6	21308.3
Camión dos ejes	50107.8	52263.8	54513.3	56859	59306.5	61858.5	64520.5	67295.3	70191	73210.5	76359.3
Semitrailer	50264.3	52426.2	54683.9	57037.2	59490.6	62052.8	64723.7	67507.7	70413.5	73445.4	76607.9

Fuente Propia

Finalmente se obtiene el EAL proyecto al periodo de diseño siendo 1.7428 E+5

Cuadro 2.22
EAL Proyectado para el Periodo de Diseño

EAL(8.2 tn)	AÑO										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Total	114358	119277	124411	129765	135349	141175	147252	153586	160196	167091	174281

2.4.2.2 NUMERO ESPERADO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES

La representación del tránsito viene dado por el número de repeticiones acumuladas de **ejes equivalentes** (8.2 tn.) hasta alcanzar el periodo de diseño, además de tener la consideración del carril de diseño que vienen a ser los factores de distribución direccional y el de distribución de carril al numero de ejes equivalentes. La ecuación que define el tráfico en el carril de diseño es:

Ecuación 2.3

Numero Esperado de Repeticiones de Ejes Equivalentes

$$W_{18} = Dd \cdot DI \cdot EAL$$

Donde:

EAL : Numero de ejes equivalentes a 8.2 tn en el periodo de diseño

Dd : Es un factor de distribución direccional. Por lo general se considera 0.5 al tener dos direcciones una en cada sentido.

DI : Factor de distribución de carril, cuando existen mas de dos carriles en un mismo sentido.

La guía AASHTO recomienda la tabla para obtención del DI Tabla

Cuadro 2.23
Factor de Distribución por Carril

Nº de Carriles en cada sentido	Porcentaje de W_{18} en el carril de diseño DI
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4 o mas	50 - 75

Fuente: Guía AASHTO Diseño de Estructuras de Pavimentos 1993

Se procede entonces a realizar el cálculo de W_{18}

$$W_{18} = 0.5 \times 1 \times 1.7 \text{ E}+5$$

$$W_{18} = 0.871 \text{ E}+5$$

2.4.2.3 CONFIABILIDAD R

Se refiere al grado de certeza para que las distintas alternativas de diseño estructural que se obtengan, duraran como mínimo el periodo de diseño, se considera las posibles variaciones en la predicción del tránsito en ejes equivalentes acumulados y el comportamiento estructural de la sección diseñada.

EL método AASHTO recomienda valores de confiabilidad R del orden de 50 hasta 99.9 que depende de las clasificaciones funcionales, los valores mas altos corresponden a carretera sujetas a uso intensivo.

En nuestro tramo clasificaremos a la vía de Red Principal con 85% de confiabilidad.

Cuadro 2.24

Niveles de Confiabilidad para Distintas Clasificaciones Funcionales

Clasificación Funcional	Nivel de confiabilidad Recomendado	
	Urbano	Rural
Interestatal o Autopista	85 – 99.9	80 – 99.9
Red Principal	80 - 99	75 – 95
Redes colectoras	80 – 95	75 – 95
Red Local	50 – 80	50 – 80

Fuente: Guía AASHTO Diseño de Estructuras de Pavimentos 1993

La confiabilidad esta representada mediante el modelo de distribución normal, que se relaciona con la desviación estándar normal Z_r . según la tabla mostrada abajo. El valor Z_r que le corresponde para la confiabilidad tomada es según el siguiente Cuadro $Z_r = -1.037$

Cuadro 2.25
 Desviación Estándar Normal

Confiabilidad R (%)	Desviación Estándar Normal (Zr)
50	- 0.00
60	- 0.253
70	- 0.524
75	- 0.674
80	- 0.841
85	- 1.037
90	- 1.282
.	.
.	.
99.99	- 3.750

Fuente: Curso de Titulación 2008- Ing José Melchor

2.4.2.4 DESVIACIÓN ESTÁNDAR TOTAL S_o

Este parámetro está ligado directamente con la confiabilidad R, donde hallado el R, le corresponderá un valor S_o (desviación estándar global) representativo de las condiciones locales particulares, considera posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito. Los valores S_o se desprendieron de la observación de la carretera experimental AASHTO, el error en la predicción del comportamiento de las secciones en tales tramos. El rango de valores S_o proporcionados por la guía AASHTO es de 0.40 - 0.50 para pavimentos flexibles.

Cuadro 2.26
 Desviación Estándar Total S_o – Según Tipo de Pavimento

<p>$S_o = 0.30 - 0.45$ Pavimentos rígidos</p> <p>$S_o = 0.40 - 0.45$ Pavimentos flexibles</p>
--

Fuente: Guía AASHTO Diseño de Estructuras de Pavimentos 1993

Para el diseño del pavimento flexible en estudio el **$S_o = 0.42$** .

2.4.2.5 SERVICIABILIDAD

El comportamiento funcional esta referida a la valoración de cuan bien sirve en lo referente al confort al usuario de la vía. Esta serviciabilidad se le denomina Índice de Serviabilidad Presente (PSI) del pavimento, es un valor de apreciación con el cual se evalúan las condiciones de deterioro o confort de la superficie de rodadura de un pavimento, con esta medición se podrá controlara las gestiones de rehabilitación de carreteras. El rango de valores de PSI varia desde un valor 5, que es para pavimentos nuevo en perfecto estado, con buen diseño y que recibió un estricto control en la etapa de construcción; y un valor 0 para pavimentos en pésimo estado debido a deflexiones y fallas superficiales. El cambio de la pérdida de serviciabilidad toma en cuanta la ecuación del número estructural con el componente.

Ecuación 2.4

Diferencia de Serviabilidad

$$\Delta PSI = P_0 - P_t$$

La guía AASHTO recomienda un índice de serviabilidad inicial (P_0) de 4.2 para pavimento flexibles y un índice de serviabilidad final (P_t) de 2.2 para caminos principales y 2.0 para caminos secundarios. Para el cálculo del PSI se han realizado distintas ecuaciones de correlación, la formula mas empleada en el Perú es la que correlacióna el PSI con el índice de rugosidad internacional (IRI) que toma la medida en campo con distinto instrumentos desde sofisticados hasta los mas prácticos como el equipo merlín, al hacer el recorrido con el equipo va midiendo los altibajos y los va sumando, obteniéndose al final un valor acumulado en m/km El cuadro -- muestra el estado del pavimento en base al PSI.

Cuadro 2.27
Estado del pavimento en función del PSI

ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)	ESTADO DEL PAVIMENTO
0-1	Muy Malo
1 -2	Malo
2-3	Regular
3-4	Bueno
4-5	Muy Bueno

Fuente: Chang Arbitres, Carlos. "Pavimentos un enfoque al futuro". Pag. 13

En el tramo de estudio se tomo como $P_o = 4.2$ ya que se tratara como una mezcla asfáltica convencional sin aditivos y un $P_t = 2.2$, siendo $\Delta PSI = 2$

2.4.2.6 MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE

Esta medida toma un concepto mecanicista del material de mayor representación que el en ensayo de soporte (CBR) ya que toma en cuenta el esfuerzo-deformación ante cargas triaxiales cíclicas. Como se sabe el suelo de fundación generalmente es un suelo de grano fino cohesivo, estos tipos de suelos son susceptibles en los cambios físicos de sus propiedades debido a la presencia de humedad, a la acción de las heladas, etc. con mucha más razón sufrirá cambios ante la carga que le será impuesta en este caso el tráfico.

Cuando se encuentre suelos de fundación pobres como con altos finos, contaminado, poca gradación, etc. se preverá un tratamiento para el suelo como puede ser estabilizarlo, reemplazar el material, etc., para llegar a obtener un modulo resiliente que este de acuerdo a las sollicitaciones a la que tendrá que soportar durante el periodo de diseño del pavimento. Cuando se cuente con el equipo de medición apropiado se deberá ensayar el suelo para la obtención del M_r para diferentes épocas del año donde se estaría considerando los cambios ambientales que afectan a los suelos de fundación durante el año. El problema de no contar con la instrumentación moderna la guía AASHTO propone una ecuación de correlación para obtener el M_r a partir del CBR.

$M_r = 1500 * CBR$ para $CBR < 10\%$ sugerida por AASHTO

$M_r = 3000 * CBR^{0.65}$ para CBR de 7.2% a 20% (Sudáfrica)

$M_r = 4326 * \ln CBR + 241$ utilizada para suelos granulares (guía AASHTO)

La ecuación propuesta por AASHTO 2002 es la siguiente

Ecuación 2.3

Correlación entre Modulo Resiliente y CBR

$$MR = 2555 * CBR^{0.64}$$

Fuente: Curso de Titulación 2008- Ing José Melchor

Según el ensayo realizado del CBR en la plataforma de la carretera se obtuvo el siguiente resultado y utilizando la correlación anterior resulta

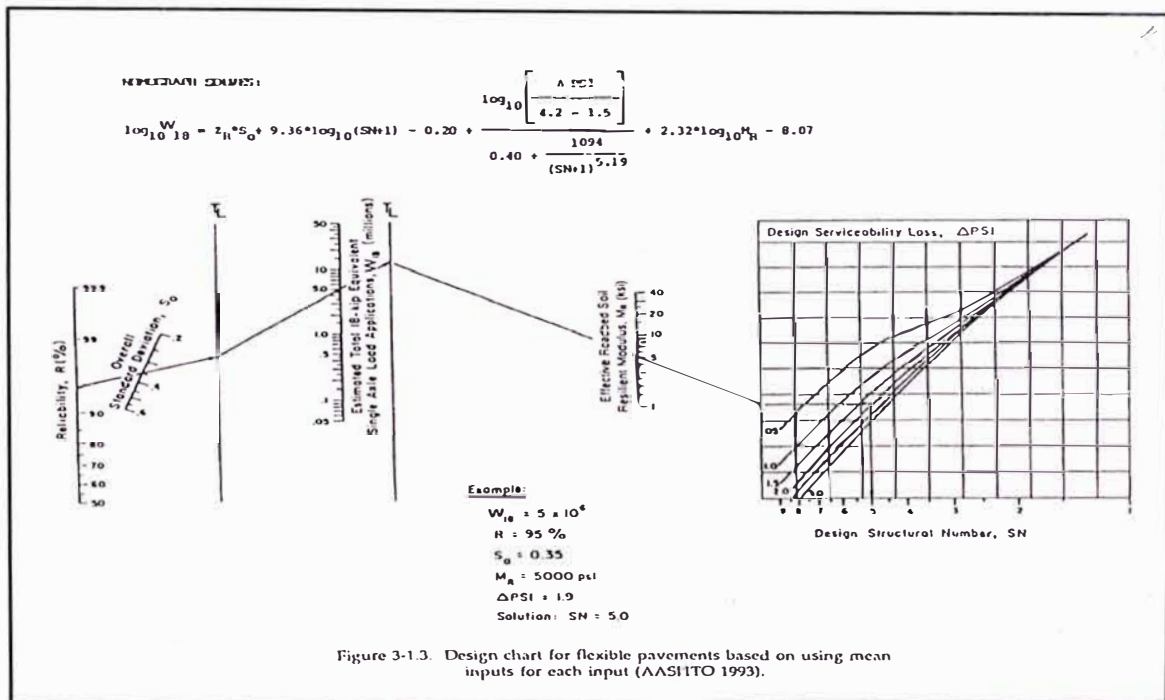
CBR al 95% MDS = 18.2 %
MR = 16362 psi

2.4.2.7 NUMERO ESTRUCTURAL (SN)

El siguiente paso es Calcular El Numero Estructural SN, para ello se utiliza la carta de diseño AASHTO 1993 donde con una correlación simple de los datos anteriores, se obtiene el SN.

Figura 2.4

Nomograma para Calcular Numero Estructural



Fuente: Guía AASHTO Diseño de Estructuras de Pavimentos 1993

También existe un Software para dicho cálculo, donde se verifican los datos presentados:

Figura 2.5

Programa para el Cálculo del Numero Estructural

Ecuación AASHTO 93

CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)

Desarrollado por Luis Ricardo Vásquez Varela, Ingeniero Civil, Manizales, 2004

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

Confianza (R) y Desviación estándar (So): 85 % $Z_r = -1.037$ So = 0.42

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial = 4.2 PSI final = 2.2

Módulo resiliente de la subrasante: Mr = 16362 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi): Coeficiente de transmisión de carga - (J):

Módulo de rotura del concreto - S_c (fsi): Coeficiente de drenaje - (Cd):

Tipo de Análisis: Calcular SN Calcular W18

Número Estructural: SN = 1.61

Observaciones:

Calcular Salir

Fuente: Curso de Titulación 2008- Ing José Melchor

El Numero Estructural encontrado es:

$$SN = 1.61$$

2.4.2.8 ESTRUCTURACIÓN DEL PAVIMENTO

Para la caracterización del suelo de fundación se realiza a través del modulo resiliente, para la caracterización de las capas se hace con los módulos elásticos ya sea de subbase, base y concreto asfáltico. Estos módulos elásticos representan la capacidad elástica de las capa de recuperarse ante la influencia de las cargas actuantes; como se sabe la capa granular puede llevarse a cabo todavía después de compactado con deformaciones permanentes en el tiempo, para que este modulo sea representativo se debe hacer que no existan deformaciones no recuperables (permanentes) ya que no se estaría comportando elásticamente, para lograrlo se tiene que aumentar la rigidez de las capas del pavimento por que una deformación ínfima hará despreciable la deformación permanente, con lo que se conseguirá que las capas tomen una representación elástica. La guía AASHTO caracteriza las capas a través de los coeficientes estructurales de capa (a_i)

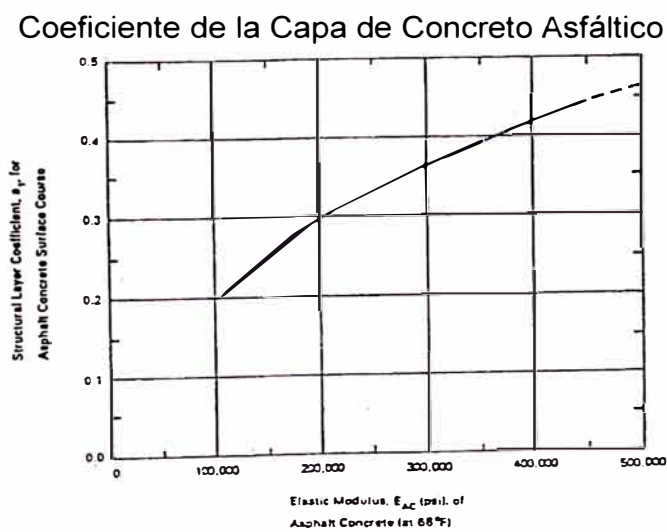
Los Coeficientes Estructurales de Capa es el valor que se le asigna a cada capa del material del pavimento para la conversión de los espesores en un número estructural (SN). Este coeficiente expresa la relación empírica entre el número estructural y el espesor; con esto el espesor de capa funciona como componente de la estructura del pavimento.

A) Coeficiente de la capa de Concreto Asfáltico (a1)

En la mezcla asfáltica es necesario comprender el comportamiento a través de la medición de la deformación permanente y la falla por fatiga que afectara la calidad de la mezcla asfáltica; el **modulo de resiliencia (E_{AC})** caracteriza las mezclas asfálticas, para su determinación se ve afectados por factores como: Contenido de asfalto, temperatura, tipo de agregado y granulometría, nivel de esfuerzos, frecuencia de carga. En, vista de la falta de implementación de estos equipos sofisticados de medición del comportamiento de la mezcla asfáltica, la guía AASHTO proporciona la carta de la figura 4.2, obtenida de la observación de los tramos de prueba, donde relaciona el modulo de resiliencia E_{AC} y su respectivo coeficiente estructural de capa. Esta carta fue hecha para una mezcla de gradación densa y temperatura de 20 °C.

La temperatura media anual del tramo en estudio es 24 °C. y los requisitos para diseño de la mezcla asfáltica son los recomendados por la AASHTO, entonces el E_{AC} de la capa de rodadura lo tomaremos de 450000 psi, con lo de la figura 4.2 se obtiene el coeficiente de aporte estructural de la capa asfáltica de 0.44/pulg.

Figura 2.6



Fuente: Guía AASHTO Diseño de Estructuras de Pavimentos 1993

B) Coeficiente estructural de Base Granular (a2)

El módulo resiliente para la capa de base depende principalmente de los estados de esfuerzos principales y del contenido de humedad. La guía AASHTO presenta la carta para la obtención del coeficiente estructural de base en función del modulo resiliente; figura 43 Además de la siguiente ecuación de correlación:

Ecuación 2.5

Correlación Estructural de Base Granular

$$a_2 = 0.249 \cdot \log(E_B) - 0.977$$

Para materiales granulares: $E_B = K_1 \theta^{k_2}$

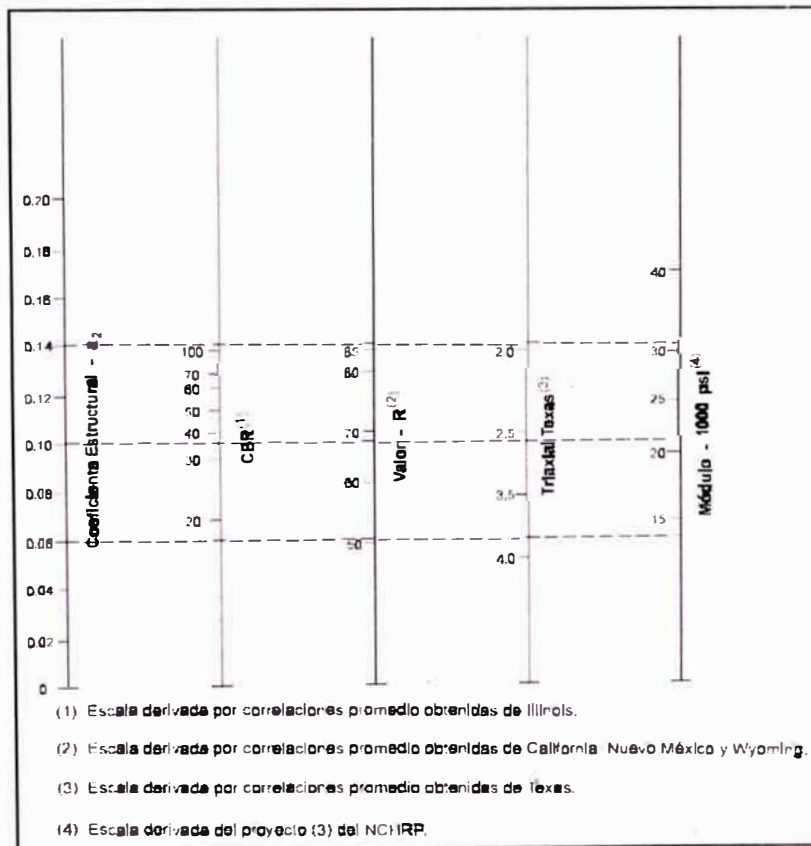
θ : Suma de estado de esfuerzos principales

K_1, K_2 : constantes obtenidas experimentalmente

Para el tramo de estudio, según Cuadro 2.3 del CBR recomendado tomamos el 100% le corresponde un coeficiente estructural de capa base **a2 de 0.138**

Figura 2.7

Ecuación de los Coeficientes Estructurales (a2) en Bases Granulares



Fuente: Guía AASHTO Diseño de Estructuras de Pavimentos 1993

C) Coeficiente estructural de Subbase Granular

Análogamente a la base granular la guía AASHTO proporciona la carta para la obtención del coeficiente estructural de subbase en función del modulo resiliente ver figura 4.4 se usa también la siguiente ecuación de correlación:

Ecuación 2.6

Coeficiente Estructural de Subbase Granular

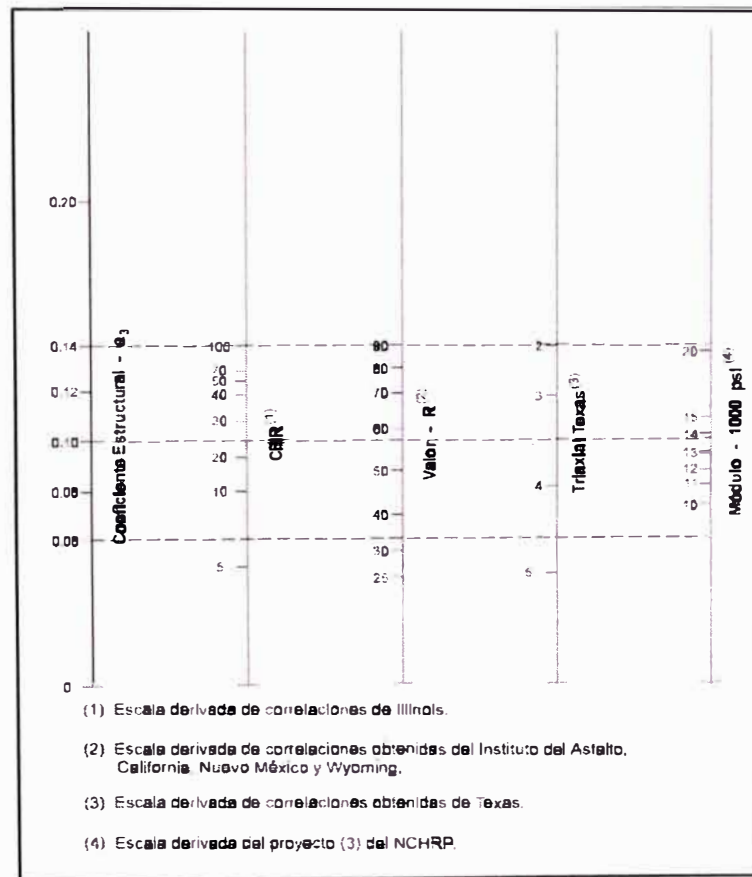
$$a_3 = 0,227 * \text{Log} (E_{SB}) - 0.839$$

En la ecuación 4.5 para subbase granular K_1 varia de 1500 a 6000 y K_2 varia de 0.4 a 0.6

Para el tramo de estudio, según tabla 3.9. del CBR recomendado tomamos el 70% con lo cual según la figura 4.4 le corresponde un coeficiente estructural de capa Subbase **a3 de 0.130**.

Figura 2.8

Coeficientes estructurales (a3) en sub bases granulares



Fuente: Guía AASHTO Diseño de Estructuras de Pavimentos 1993

D) Drenaje en la Base y Subbase

El agua retenida en la estructura del pavimento aunado a! efecto de las cargas de tránsito, trae consecuencias negativas para el desempeño de la capacidad estructural del pavimento, que ameritara !a importancia en prever el drenaje suficiente si es que el agua pudiese quedar atrapada, esta agua que no es drenada a tiempo disminuirá la resistencia del pavimento. La guía AASHTO toma en cuenta el efecto del drenaje sobre las capas del pavimento en función de:

- La calidad del drenaje (tiempo requerido para el pavimento para drenar).
- El porcentaje de tiempo que la estructura del pavimento estará expuesta a niveles de humedad cercanos a ¡a saturación.

Según lo anterior el efecto del drenaje es manejado en niveles de acuerdo al tiempo de remoción del agua.

Cuadro 2.28

Calidad de drenaje y tiempo de remoción del agua del pavimento

CALIDAD DE DRENAJE	TIEMPO DE REMOCIÓN DEL AGUA
Excelente	2 Horas
Bueno	1 Día
Regular	1 Semana
Pobre	1 Mes
Muy Pobre	No Drena

Fuente: Guía AASHTO Diseño de Estructuras de Pavimentos 1993

• Coeficiente de Drenaje (mi):

Conociendo los niveles de drenaje, su efecto sobre el diseño del pavimento es en la modificación del coeficiente estructural de las capas granulares (ai) multiplicando por el coeficiente de drenaje (mi), la inclusión de este factor en la ecuación... hará la modificación respectiva de los espesores de las capas granulares. La guía AASHTO no considera el efecto del drenaje sobre el concreto asfáltico, por razones de seguridad no se permite el ingreso de agua a través de la superficie asfáltica, esto puede ocurrir cuando la carpeta se encuentra con signos de falla o deteriorada, con lo cual el pavimento ya requeriría una rehabilitación.

Cuadro 2.29

Coeficientes para Base y Subbase no tratada según calidad de Drenaje

Calidad del Drenaje	% de Tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de Humedad cercanos a la Saturación			
	<1	1 -5	5-25	>25
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30- 1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25- 1.15	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80
Pobre	1.15- 1.05	1.05-0.8	0.80-0.60	0.60
Muy Pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente: Guía AASHTO Diseño de Estructuras de Pavimentos 1993

Para el presente estudio se toma como coeficiente de drenaje bueno en una zona de poca lluvia m_2 y $m_3 = 1.25$

E) Determinación de Espesores

Para la determinación del espesor tenemos que calcular primero el numero estructural de la sección del pavimento mediante la ecuación 4.0 que esta en función de las variables explicadas en este capítulo (Tráfico, Parámetros estadísticos de confiabilidad, característica del suelo de la subbase, serviciabilidad), luego se representara la influencia integral de los componentes de las capas del pavimento que proveerá la suficiente capacidad de soporte equivalente al numero estructural de diseño original. La ecuación 4.8 se usara para obtener los espesores de capa.

Ecuación 2.7

Espesores del Pavimento

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_3$$

Donde:

- SN : Numero Estructural del pavimento
 al. a_2 ; a_3 : Coeficiente estructural de capa representativo de la carpeta asfáltica, Base y subbase respectivamente
 D_1 , D_2 ; D_3 : Espesores de la carpeta asfáltica, base y subbase respectivamente en pulgadas

rn2, m3 : Coeficientes de drenaje para base y subbase respectivamente
Para el cálculo de los espesores D1, D2, D3; en pulgadas, la guía AASHTO sugiere los siguientes valores mínimos en función del tránsito en ejes equivalentes sencillos.

Cuadro 2.30

Espesores Mínimos de acuerdo al EAL

Rango de Tráfico	Concreto Asfáltico	Espesor de Base
Menor de 50,000	1 (Tratamiento superficial)	4
50,001 – 150,000	2.0	4
150,001 – 500,000	2.5	4
500,000 – 2'000,000	3.0	6
2'000,000 – 7'000,000	3.5	6
Mayor a 7'000,000	4.0	6

Fuente: Curso de Titulación 2008- Ing José Melchor

Para nuestro caso los espesores mínimos son de D1 = 2.5" y D2=4"

Con todos los datos anteriores procedemos a calcular D3 dando como resultado -1.11 (valor negativo).

Se procede entonces a calcular el D2 de la base tomando el valor de D1=3"

D2=2.96 pero por el concepto de espesores mínimos el espesor de la base es igual a 4".

2.4.2.9 ANÁLISIS DE DISEÑO POR CAPAS

Este concepto está basado en proteger a las capas granulares de las posibles presiones excesivas que llegaran a producir deformaciones permanentes, para esto se restringirá sabiendo los espesores mínimos que contrarreste estos efectos, teniendo en cuenta además que la sección está formada por un sistema estratificado compactado, donde el orden de la calidad decreciente del material es colocada de la superficie hacia la parte inferior del pavimento y cada capa aporta su respectiva resistencia. La forma de cálculo es como sigue: se calcula el número estructural del suelo de fundación, influenciado con todas las capas; luego el número estructural de la base y subbase a partir de sus respectivos módulos de resiliencia; se calcula el espesor mínimo para cada capa restando del número estructural de las capas adyacentes hasta llegar a la última capa.

2.4.3 DISEÑO DE PAVIMENTO MÉTODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO

Para determinar el espesor del pavimento requerido, utilizando el Método de diseño para pavimentos flexibles del ASPHALT INSTTTUTE 1991, se requiere de los siguientes parámetros:

- Tráfico (EAL)
- Suelos - Módulo Resilente (Mr)
- Condiciones Ambientales de Temperatura (MAAT)

Estos parámetros deben ser cuidadosamente analizados con el fin de establecer valores acordes con la realidad de la zona a diseñar el pavimento.

2.4.3.1 PARÁMETROS

A) Tráfico

El propósito del estudio de tránsito es representar el efecto de cualquier eje cargado con cualquier masa, sobre el comportamiento del pavimento, por medio del número de aplicaciones de carga por eje simple equivalente a 18000 Lb. (80 kN), EAL (Equivalent Axle Load).

Si bien el Instituto de Asfalto presenta unas tablas con los Factores de Carga por tipo de Vehículo, para el presente estudio se usara el cuadro recogido en los pesajes realizados en la Panamericana presentados en el Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Cuadro 2.31

Porcentaje de Camiones según Numero de Carriles

N° de Carriles (dos direcciones)	Porcentaje de Camiones en el carril de diseño
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: Guía Instituto de Asfalto

De acuerdo con la metodología se obtiene con la siguiente formula:

$$EAL = 1.7428 E+5 \times 0.50$$

$$EAL = 0.871 E+5$$

B) Suelos

A fin de analizar la capacidad portante de estos suelos, se utiliza el valor del Módulo de resiliencia de diseño de la subrasante, el cual debe ser representativo después de realizar un análisis de suelos de acuerdo al nivel del estudio requerido.

Las cartas de diseño del Instituto de Asfalto requieren un módulo de resiliencia (M_r) de la subrasante. El Módulo de Resiliencia puede determinarse a partir del valor de CBR de acuerdo a la siguiente relación.

$$M_r(\text{Mpa}) = 10.3 \times \text{CBR}$$

$$M_r(\text{Mpa}) = 187.46$$

C) Condiciones Ambientales de Temperatura

De acuerdo a los registros proporcionados por la agencia competente, se debe evaluar la temperatura media anual del aire (MAAT) para caracterizar las condiciones ambientales de la región según la metodología recomendada por ASPHALT INSTITUTE 1991. Tomando como referencia la incidencia de las características climáticas de la región, precipitación pluvial anual de la zona, registro de temperaturas a distintas profundidades del pavimento y su correlación en tres años consecutivos, se debe establecer si el pavimento sufrirá efectos de congelamiento o hinchazón por heladas.

Cuadro 2.32

Condiciones Ambientales de Temperatura

MAAT	Efecto de Helada
7°C	Sí
15.5°C	Posible
24° C	No

Fuente: Guía AASHTO Diseño de Estructuras de Pavimentos 1993

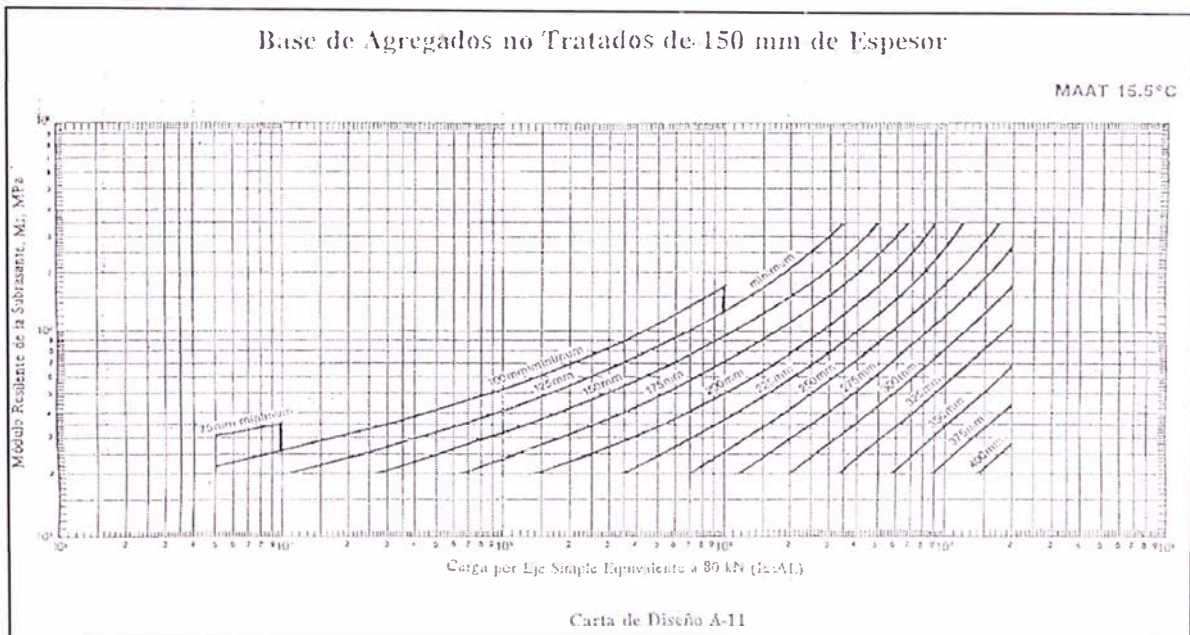
Para el diseño del pavimento en estudio se tomara como referencia una temperatura media anual del aire de 15.5°C (60°F) con un efecto de Helada Posible

Diseño de los espesores del pavimento

Se usa la carta de diseño A11 para calcular los espesores del pavimento teniendo en cuenta las tres condiciones mencionadas.

Figura 2.9

Nomograma para Cálculo de Espesores del Pavimento



Tráfico de Diseño	EAL = 0.871 E+5
Modulo de Subrasante	Mr(Mpa) = 187.46
Clima	MAAT=15.6°C

Para una base de 150 mm

Concreto Asfáltico	=	100 mm (4") min.
Base de Agregado	=	150 mm (6")
Total	=	250 mm

2.4.4 SECCIONES TÍPICAS DEL PAVIMENTO ELEGIDO

Figura 2.10
Sección Típica del Pavimento Proyectado

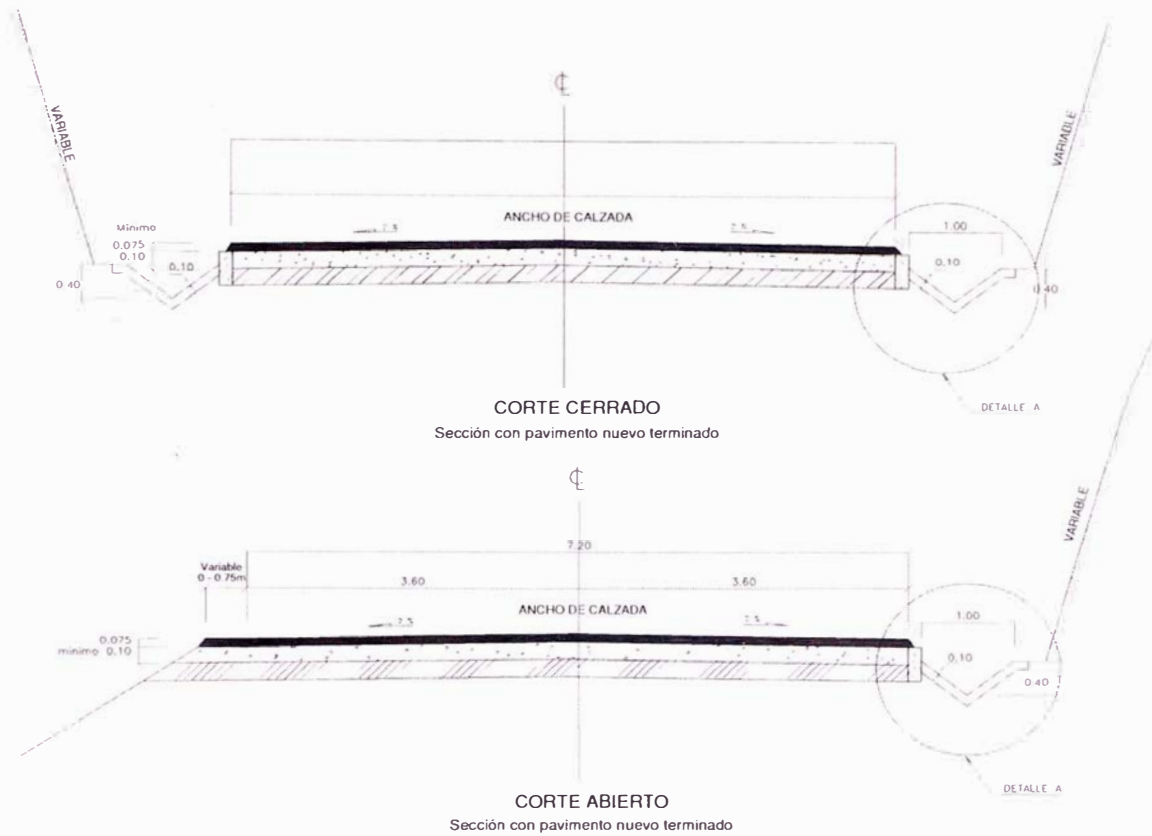
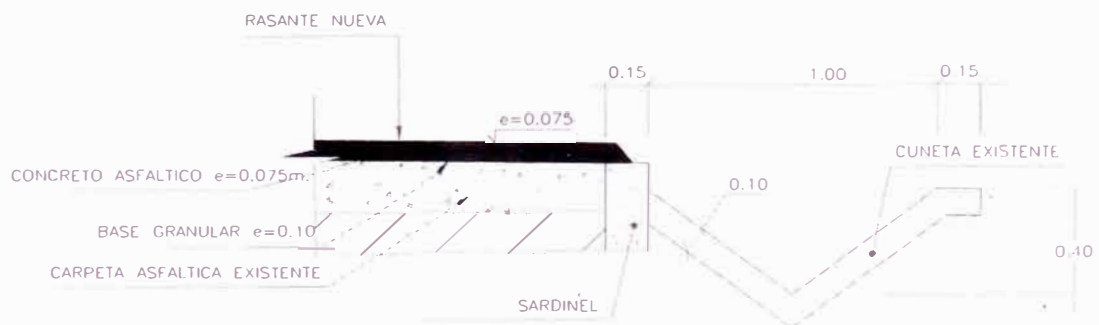


Figura 2.11
Sección de la Cuneta Proyectada



CAPITULO 3

EXPEDIENTE TÉCNICO

3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

3.1.1. PROYECTO

Mejoramiento de la Carretera Cañete – Yauyos del km 57+000 al km 57+300 -
Diseño de Pavimentos Mezcla Asfáltica en Caliente.

3.1.2 UBICACIÓN

La carretera Cañete – Yauyos (57+000 al km 57+300) abarca la siguiente ubicación:

Departamento	:	Lima
Provincia	:	Cañete
Distrito	:	Zuñiga

3.1.3 OBJETIVO DEL PROYECTO

El proyecto de Diseño del Pavimento en la carretera en evaluación tiene como objetivo mejorando la transitabilidad de la vía, optimizando así los costos de transportes en toda la zona de influencia del proyecto.

Asimismo se evaluarán los métodos actuales y sus respectivas consideraciones vinculado con las características propias del País.

3.1.4 DISTRIBUCIÓN DEL PROYECTO

La carretera en estudio se encuentra a nivel de afirmado, es una vía de bajo tránsito vehicular pero con tendencia a elevar su tráfico por todas las consideraciones analizadas en el Capítulo 1. En consecuencia se plantea para un futuro tener que realizar la pavimentación respectiva de la carretera.

3.1.5 PRESUPUESTO

El presupuesto asciende a la suma de S/. 235,631 nuevos soles. El plazo de ejecución esta representada para ser ejecutado en un periodo de 21 días calendarios.

3.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS

- **Obras Preliminares**

 - Movilización y Desmovilización de Equipos

 - Construcciones Provisionales

 - Cartel de Obra 3.60 X 2.40

 - Trazo y Replanteo - Pavimentos

 - Instalación y Desinstalación de Planta Asfáltica

- **Movimiento De Tierras**

 - Excavación Hasta Subrasante Mat. Suelto

 - Relleno Compactado Con Material De Préstamo

 - Conformación Y Compactación Subrasante

 - Eliminación De Excedente C/Equipo Volq 10m³

- **Pavimentos**

 - Base Granular E=0.10 M C/Equipo

 - Imprimación Asfáltica

 - Carpeta Asfáltica En Caliente De 3"

- **Obras Varias**

 - Pruebas De Control De Calidad

- **Señalización**

 - Pintado De Líneas Continuas

3.3 PLANILLA DE METRADOSCuadro 3.1
Planilla de Metrados

PARTIDAS Y SUB-PARTIDAS	UND	METRADO
OBRAS PRELIMINARES		
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	EST	1
CONSTRUCCIONES PROVISIONALES	EST	1
CARTEL DE OBRA 3.60 x 2.40	UND	1
TRAZO Y REPLANTEO - PAVIMENTOS	M2	2,100.00
INSTALACION Y DESINSTALACION DE PLANTA ASFALTICA	EST	1
MOVIMIENTO DE TIERRAS		
EXCAVACION HASTA SUBRASANTE MAT. SUELTO	M3	210
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	M3	270
CONFORMACION Y COMPACTACION SUBRASANTE	M2	2,100.00
ELIMINACION DE EXCEDENTE C/EQUIPO VOLQ 10M3	M3	262
PAVIMENTOS		
BASE GRANULAR E=0.10 M C/EQUIPO	M2	1,950.00
IMPRIMACION ASFALTICA	M2	1,800.00
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"	M2	1,800.00
OBRAS VARIAS		
PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD	UND	4
SEÑALIZACION		
PINTADO DE LINEAS CONTINUAS	M	600

\$10
LUIS CONTRERAS

Página : 2

Análisis de precios unitarios

Obra	1201001	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 57+000 AL KM. 57+300	Fecha	30/11/2008		
Fórmula	01	PAVIMENTACION				
Partida	01 05 00	INSTALACION Y DESINSTALACION DE PLANTA ASFALTICA				
Rendimiento	EST/DIA	Costo unitario directo por : EST		10.000.00		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Materiales					
281602	ACCIONAMIENTO DE ZONA PARA PRODUCCION DE ASFALTO	GLE		1.0000	10.000.00	10.000.00
						10.000.00
Partida	02 02 01	EXCAVACION HASTA SUBRASANTE MAT. SUELTO				
Rendimiento	280.000	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3	\$ 16		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0029	15.64	0.05
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0286	11.62	0.33
470104	PEON	HH	2.00	0.0571	10.50	0.50
						0.93
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MC		3.0000	0.98	0.03
490433	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	HM	1.00	0.0286	250.00	7.18
						7.18
Partida	02 02 02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO				
Rendimiento	400.000	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3	34.01		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0020	15.64	0.03
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0200	11.62	0.23
470104	PEON	HH	6.00	0.1300	10.50	1.26
						1.52
	Materiales					
060115	MATERIAL DE RELLENO	M3		1.3000	16.95	22.04
390500	AGUA	M3		0.0600	10.00	0.50
						22.54
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MC		3.0000	1.52	0.05
480403	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	HM	1.00	0.0200	120.00	2.40
490433	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	HM	0.50	0.0100	250.00	2.50
490900	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1.00	0.0200	160.00	3.20
491191	RODILLO VIBRATORIO LISO AUTOPROPULSADO	HM	1.00	0.0200	90.00	1.80
						9.95
Partida	02 02 03	CONFORMACION Y COMPACTACION SUBRASANTE				
Rendimiento	1.500.000	M2/DIA	Costo unitario directo por : M2	3.34		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470101	CAPATAZ	HH	1.00	0.0053	15.64	0.08
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0053	11.62	0.06
470104	PEON	HH	4.00	0.0213	10.50	0.22
						0.36
	Materiales					
390500	AGUA	M3		0.1000	10.00	1.00
						1.00
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MC		3.0000	0.36	0.01
480403	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	HM	1.00	0.0053	120.00	0.64
490900	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1.00	0.0053	160.00	0.85
491191	RODILLO VIBRATORIO LISO AUTOPROPULSADO	HM	1.00	0.0053	90.00	0.48
						1.99

3.4 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Cuadro 3.2
Análisis de Precios Unitarios

SIC
LUIS CONTRERAS

Página : 1

Análisis de precios unitarios

Obra	120100: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM. 57+000 AL KM. 57+300				Fecha	30/11/2008
Fórmula	01: PAVIMENTACION					
Partida	01.01.00	MOBILIZACION Y DESMOBILIZACION DE EQUIPO				
Rendimiento	EST/DIA	Costo unitario directo por : EST				5.000,00
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Materiales					
329701	MOBILIZACION Y DESMOBILIZACION DE EQUIPO	EST		1.0000	5.000,00	5.000,00
						5.000,00
Partida	01.02.00	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES				
Rendimiento	EST/DIA	Costo unitario directo por : EST				2.000,00
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Materiales					
291601	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES	GLB		1.0000	2.000,00	2.000,00
						2.000,00
Partida	01.03.00	CARTEL DE OBRA 3.60M. X 2.40M				
Rendimiento	0,500 UND/DIA	Costo unitario directo por : UND				945,09
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470101	CAPATAZ	HH	0.10	1.6000	15,64	25,02
470102	OPERARIO	HH	1.00	16.0000	13,04	208,64
470103	OFICIAL	HH	1.00	16.0000	11,82	189,12
						419,58
	Materiales					
020105	CLAVOS PARA MADERA C/O 3"	KG		1.5000	5,15	7,73
430103	MADERA TORNILLO	P2		46.0000	3,70	171,80
440502	TRIPLAY LUPUNA DE 4"x8"x 16 mm	PLN		3.0000	89,00	267,00
541150	PINTURA ESMALTE	GLN		1.0000	55,00	55,00
						504,53
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	419,58	20,98
						20,98
Partida	01.04.00	TRAZO Y REPLANTEO - PAVIMENTOS				
Rendimiento	800,000 M2/DIA	Costo unitario directo por : M2				0,50
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470002	TOPOGRAFO	HH	1.00	0.0100	13,04	0,13
470104	PEON	HH	2.00	0.0200	10,50	0,21
						0,34
	Materiales					
290309	CAL	BCL		0.0017	30,00	0,05
						0,05
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0,34	0,02
370239	WINCHA DE 50Lb	HE	0.20	0.0020	5,00	0,01
491901	TEODOLITO	-M	0.50	0.0050	8,00	0,04
496621	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	-M	0.50	0.0050	8,00	0,04
						0,11

SIC
LUIS CONTRERAS

Página : 3

Análisis de precios unitarios

●bra 1201001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 57+000 AL KM. 57+300
Fórmula 01 PAVIMENTACION Fecha 30/11/2008

Partida 02 02 04 ELIMINACION DE EXCEDENTE C/EQUIPO VOLQ 10M3 ...
Rendimiento 480.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 24.33

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0167	11.62	0.19
						0.19
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.19	0.01
480427	CAMION VOLQUETE 6x4 330 HP 10 M3	HM	6.00	0.1000	216.50	21.65
490409	CARGADOR SALLANTAS 125 HP 2.5 YD3	HM	1.00	0.0167	148.44	2.48
						24.14

Partida 02 03 01 BASE GRANULAR E=0.10 M C/EQUIPO
Rendimiento 1.500.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 9.59

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470101	CAPATAZ	HH	1.00	0.0053	15.64	0.03
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0053	11.62	0.06
470104	PEON	HH	4.00	0.0213	10.50	0.22
						0.36
Materiales						
053040	MATERIAL AFIRMADO	M3		0.1300	45.00	5.85
390600	AGUA	M3		0.1400	10.00	1.40
						7.25
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.36	0.01
480403	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	HM	1.00	0.0053	120.00	0.64
480900	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1.00	0.0053	160.00	0.85
491131	RODILLO VIBRATORIO LISO AUTOPROPUJADO	HM	1.00	0.0053	90.00	0.48
						1.98

Partida 02 03 02 IMPRIMACION ASFALTICA
Rendimiento 5.000.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 5.20

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470101	CAPATAZ	HH	1.00	0.0016	15.64	0.03
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.0032	11.62	0.04
470104	PEON	HH	2.00	0.0032	10.50	0.03
						0.10
Materiales						
130006	ASFALTO RC-250	GLN		0.3500	13.00	4.55
530000	KEROSENE INDUSTRIAL	GLN		0.0800	5.00	0.40
						4.95
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.10	0.01
490191	BARREDORA MECANICA 10-20 HP	HM	1.00	0.0016	42.00	0.07
490361	TRACTOR DE TIRO MF 265 DE 63 HP	HM	1.00	0.0016	120.00	0.19
491304	CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1,800 G	HM	1.00	0.0016	170.00	0.27
						0.54

S10
LUIS CONTRERAS

Página : 4

Análisis de precios unitarios

Obra 1201001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 57+000 AL KM. 57+300
Fórmula 01 PAVIMENTACION Fecha 30/11/2008

Partida		02 03 03		CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3" ...			
Rendimiento		900.000	M2/DIA	Costo unitario directo por : M2			48.64
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
470101	CAPATAZ	HH	1.00	0.0289	15.64	0.14	
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.0178	11.62	0.21	
470104	PEON	HH	8.00	0.0711	10.50	0.75	
						1.10	
Materiales							
130201	MEZCLA ASFALTICA PUESTO EN OBRA	M3		0.0275	450.00	43.88	
						43.88	
Equipos							
490325	RODILLO NEUMATICO AJUSTOP 81-100HP 5.5-20T	-M	1.00	0.0289	130.00	1.07	
490342	RODILLO TANDEM ESTATACTO ALT 58-70HP 8-10T	-M	1.00	0.0289	140.00	1.25	
490508	PAVIMENTADORA SOBRE CRUGAS 89 HP 10-16'	-M	1.00	0.0289	150.00	1.34	
						3.66	

Partida		02 05 03		PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD			
Rendimiento		1.000	UND/DIA	Costo unitario directo por : UND			80.00
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Materiales							
399004	PRUEBA: PROCTO MODIF CALIBRO Y DENS. CAMPO	UND		1.0000	80.00	80.00	
						80.00	

Partida		02 06 01		PINTADO DE LINEAS CONTINUAS			
Rendimiento		10.0000	M/DIA	Costo unitario directo por : M			9.66
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
470101	CAPATAZ	HH	0.50	0.0400	15.64	0.63	
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0800	13.04	1.04	
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0800	11.62	0.93	
470104	PEON	HH	6.00	0.4800	10.50	5.04	
						7.64	
Materiales							
540236	PINTURA ESMALTE PARA TRAFICO	GLN		0.0200	35.00	0.66	
544480	XILOL	GLN		0.0300	20.00	0.60	
						1.26	
Equipos							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0000	7.64	0.76	
						0.76	

3.5 ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES

Cuadro 3.3
Análisis de Gastos Generales

1.00 DATOS DE OBRA

COSTO DIRECTO (S/.)	165,008.35
PLAZO DE EJECUCION (DIAS)	21.00

2.00 GASTOS OPERATIVOS OBRA

Item	Descripción	Parcial	Plazo (meses)	Total	Observaciones
2.1.0	SUELDOS				
2.1.1	Ing. Residente	4,000.00	0.70	2,800.00	
2.1.3	Maestro General	2,200.00	0.70	1,540.00	
2.1.4	Administrador	1,500.00	0.70	1,050.00	
		7,700.00		5,390.00	
2.2.0	OTROS				
2.2.1	CARTAS FIANZAS	600.00	3.00	1,800.00	Gasto Fijo
2.2.2	MOVILIDAD Y COMUNICACIONES	1500.00	0.70	1,050.00	
2.2.3	SENCICO	500.00	0.70	350.00	Gasto Fijo
2.2.4	SEGUROS	750.00	0.70	525.00	
2.2.5	UTILES DE OFICINA	750.00	0.70	525.00	
		4,100.00		4,250.00	

GASTO POR MES	S/.	11,800.00
GASTO POR PLAZO DE OBRA	S/.	9,640.00
PORCENTAJE C/RESP. A COSTO DIRECTO		5.8421286%

3.00 GASTOS OFICINA CENTRAL

Item	Descripción	Parcial	Plazo (meses)	Total
3.1.0	SUELDOS			
3.1.1	Gerencia de Obra (1/3)	4,000.00	0.70	2,800.00
3.1.2	Contabilidad (1/3)	1,500.00	0.70	1,050.00
		5,500.00		3,850.00
3.2.0	OTROS			
3.2.1	Alquiler Oficina (1/3)	900.00	0.70	630.00
3.2.2	Servicios (1/3)	900.00	0.70	630.00
3.2.3	Utiles de Oficina	858.10	0.70	600.67
		2,658.10		1,860.67

GASTO POR MES	S/.	8,158.10
GASTO POR PLAZO DE OBRA	S/.	5,710.67
PORCENTAJE C/RESP. A COSTO DIRECTO		3.46084%

4.00 VARIOS

4.01	IMPREVISTOS	S/.	6,100.42	Gasto Fijo
------	-------------	-----	----------	------------

5.00 RESUMEN GENERAL

Item	Descripción	Monto (US\$)	
5.10	Gastos Operativos de Obra	7,490.00	4.53916%
5.20	Gastos Oficina Central	7,860.67	4.76380%
5.30	Imprevistos	6,100.42	3.69704%
	TOTAL GASTOS	21,451.09	13.00000%

6.00 GASTOS GENERALES FIJOS Y VARIABLES Y UTILIDAD

Item	Descripción	Monto (S/.)	
6.10	GASTOS GENERALES FIJOS	8,250.42	5.00000%
6.20	GASTOS GENERALES VARIABLE	13,200.67	8.00000%
	TOTAL GASTOS GENERALES	21,451.09	13.00000%
	TOTAL UTILIDAD	11,550.58	7.00000%

3.6 VALOR REFERENCIAL

Cuadro 3.4
Valor Referencial

SIG
LUIS CONTRERAS

Página : 1

Presupuesto

Obra 1201001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM. 57+000 AL KM. 57+300
 Fórmula 01 PAVIMENTACION
 Cliente Curso de Titulación Profesional 2006
 Departamento LIMA Provincia CAÑETE Tarieta 0001 Costo al 30/11/2008
 Distrito ZUÑIGA

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
OBRAS PRELIMINARES							
01.00 00							
01.01 00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	EST	1.00	5.000.00	5.000.00		
01.02 00	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES	EST	1.00	2.000.00	2.000.00		
01.03 00	CARTEL DE OBRA 3.60M X 2.40M	UND	1.00	945.00	945.00		
01.04 00	TRAZO Y REPLANTEO - PAVIMENTOS	M2	2.100.00	0.50	1.050.00		
01.05 00	INSTALACION Y DESINSTALACION DE PLANTA ASFALTICA	EST	1.00	10.000.00	10.000.00		18.995.00
MOVIMIENTO DE TIERRAS							
02.02 00							
02.02 01	EXCAVACION HASTA SUBRASANTE MAT. SUELTO	M3	210.00	8.16	1.713.60		
02.02 02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	M3	270.00	34.01	9.182.70		
02.02 03	CONFORMACION Y COMPACTACION SUBRASANTE	M2	2.100.00	3.34	7.014.00		
02.02 04	ELIMINACION DE EXCEDENTE DE EQUIPO VOLVO 10M3	M3	282.00	24.33	6.874.46		24.284.76
PAVIMENTOS							
02.03 00							
02.03 01	BASE GRANULAR E=0.10M DE EQUIPO	M2	1.950.00	9.59	18.700.50		
02.03 02	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	1.800.00	5.20	9.360.00		
02.03 03	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"	M2	1.800.00	48.64	87.552.00		115.612.50
OBRAS VARIAS							
02.05 00							
02.05 03	PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD	UND	4.00	80.00	320.00		320.00
SEÑALIZACION							
02.06 00							
02.06 01	PINTADO DE LINEAS CONTINUAS	M	600.00	9.66	5.796.00		5.796.00
							165.008.35
	GASTOS GENERALES 13.00%						21.451.09
	UTILIDAD 7.00%						11.550.58
	SUBTOTAL						188.010.02
	IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS 19%						37.621.90
	TOTAL PRESUPUESTO						225.631.92

SON : DOSCIENTOS TRENTICINCO MIL SEISCIENTOS TRENTIUNO Y 92/100 NUEVOS SOLES

3.7 FORMULA POLINOMICA

Cuadro 3.5
Formula Polinómica

S10
LUIS CONTRERAS

Página :

Agrupamiento preliminar - Fórmula polinómica

Obra 1201001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 57+000 AL KM. 57+300
Fórmula 01 PAVIMENTACION
Fecha presupuesto 30/11/2008 Tarjeta 0031

Indice	Descripción Índice Unificado	% Inicio	% Saldo Agrupamiento
02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO	0.004	0.000
05	AGREGADO GRUESO	8.767	8.994 -02-44+43
13	ASFALTO	43.670	46.969 -53-32+54
29	DOLAR	6.114	6.114
32	FLETE TERRESTRE	2.525	0.000
37	HERRAMIENTA MANUAL	0.313	0.000
39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR	19.335	19.335
43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.	0.086	0.000
44	MADERA TERCIADA PARA CARPINTERIA	0.135	0.000
47	MANO DE OBRA INC LEYES SOCIALES	5.051	5.051
48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	4.501	0.000
49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	8.723	13.537 -46-37
53	PETROLEO DIESEL	0.364	0.000
54	PINTURA LATEX	0.410	0.000

S10
LUIS CONTRERAS

Página :

Fórmula polinómica

Obra 1201001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 57+000 AL KM. 57+300
Fórmula 01 PAVIMENTACION
Fecha presupuesto 30/11/2008 Ubicación Geográfica 150516 ZUÑIGA

Monomio	Factor	Porcentaje (%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.051	100.00	M	47	MANO DE OBRA INC LEYES SOCIALES
2	0.061	100.00	D	29	DOLAR
3	0.080	100.00	A	05	AGREGADO GRUESO
4	0.135	100.00	M	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
5	0.470	100.00	A	13	ASFALTO
6	0.193	100.00	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

$$K = 0.051(Mr : Mo) + 0.061(Dr : Do) + 0.080(Ar : Ao) + 0.135(Mr : Mo) + 0.47(Ar : Ao) + 0.193(Ir : Io)$$

3.8 RELACIÓN DE EQUIPO MÍNIMO

Cuadro 3.6
Relación de Equipo Mínimo

S10
LUIS CONTRERAS

Página : 1

Precios y cantidades de insumos requeridos

Obra 1201001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 57+000 AL KM. 57+300
Fórmula 01 PAVIMENTACION
Fecha 30/11/2008

Código	Descripción insumo	Unidad	Precio	Cant. Requerida	Parcial	Presupuestado
EQUIPOS						
490191	BARREDORA MECANICA 10-20 HP	HM	42 00	2 88	120 96	126 00
480403	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	HM	120 00	26 87	3 234 40	3 240 00
491304	CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1,800 G	HM	170 00	2 88	4 89 60	4 86 00
480427	CAMION VOLQUETE 6x4 330 HP 10 M3	HM	216 50	26 20	5 672 30	5 672 30
490409	CARGADOR SILLANTAS 125 HP 2,5 M3	HM	148 44	4 38	650 17	648 76
490500	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	160 00	26 87	4 299 20	4 306 50
498621	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	HM	8 00	10 50	84 00	84 00
490508	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	HM	150 00	16 02	2 403 00	2 412 00
490325	RODILLO NEUMATICO AUTOP 81-100HP 5.5-20T	HM	120 00	16 02	1 922 40	1 926 00
490343	RODILLO TANDEM ESTATICO AUT 58-70HP 8-10T	HM	140 00	16 02	2 242 80	2 250 00
491151	RODILLO VIBRATORIO LISO AUTOPROPLUSADO	HM	90 00	26 87	2 418 30	2 430 00
491901	TEODOLITO	HM	8 00	10 50	84 00	84 00
490433	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	HM	250 00	8 71	2 177 50	2 176 50
490361	TRACTOR DE TIRO MF 365 DE 63 HP	HM	120 00	2 88	345 60	342 00
370239	WINCHA DE 50m	HE	5 00	4 20	21 00	21 00
					26 155.23	26 206 06
SUB-TOTAL					26 155.23	26 206 06
INSUMOS COMODIN EQUIPOS						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MC				599 90
					0 00	599 90
SUB-TOTAL					0 00	599 90
TOTAL					26 155.23	26 805 96
MONTO PARTIDAS ESTIMADAS						0 00

26 805 96

La columna parcial es el producto del precio por la cantidad requerida, y en la última columna se muestra el Monto Real que se está utilizando

3.9 CRONOGRAMA DE DESEMBOLOS MENSUALES
Cuadro 3.7

N° PARTIDA	NOMBRE DE PARTIDAS	UNO.	METRADO	PRECIO	PARCIAL	1RA SEMANA		2DA SEMANA		3RA SEMANA	
						METRADO	MONTO	METRADO	MONTO	METRADO	MONTO
01.00.00	OBRAS PRELIMINARES										
01.01.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	EST	1.00	5.000.00	5.000.00	0.70	3.500.00	-	-	0.30	1.500.00
01.02.00	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES	EST	1.00	2.000.00	2.000.00	1.00	2.000.00	-	-	-	-
01.03.00	CARTEL DE OBRA 3.60M. X 2.40M.	UND	1.00	945.09	945.09	1.00	945.09	-	-	-	-
01.04.00	TRAZO Y REPLANTEO - PAVIMENTOS	M2	2.100.00	0.50	1.050.00	2.100.00	1.050.00	-	-	-	-
01.05.00	INSTALACION Y DESINSTALACION DE PLANTA ASFALTICA	EST	1.00	10.000.00	10.000.00	0.50	5.000.00	-	-	0.50	5.000.00
02.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS										
02.02.01	EXCAVACION HASTA SUBRASANTE MAT. SUELTO	M3	210.00	8.16	1.713.60	210.00	1.713.60	-	-	-	-
02.02.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	M3	270.00	34.01	9.182.70	-	-	270.00	9.182.70	-	-
02.02.03	CONFORMACION Y COMPACTACION SUBRASANTE	M2	2.100.00	3.34	7.014.00	-	-	2.100.00	7.014.00	-	-
02.02.04	ELIMINACION DE EXCEDENTE C/EQUIPO VOLQ 10M3	M3	262.00	24.33	6.374.46	-	-	262.00	6.374.46	-	-
02.03.00	PAVIMENTOS										
02.03.01	BASE GRANULAR E=0.10 M C/EQUIPO	M2	1.950.00	9.59	18.700.50	-	-	1.950.00	18.700.50	-	-
02.03.02	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	1.800.00	5.20	9.360.00	-	-	-	-	1.800.00	9.360.00
02.03.03	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"	M2	1.800.00	48.64	87.552.00	-	-	-	-	1.800.00	87.552.00
02.05.00	OBRAS VARIAS										
02.05.03	PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD	UND	4.00	80.00	320.00	-	-	4.00	320.00	-	-
02.06.00	SEÑALIZACION										
02.06.01	PINTADO DE LINEAS CONTINUAS	M	500.00	9.56	5.796.00	-	-	-	-	500.00	5.796.00
COSTO DIRECTO					165.008.35	14,208.69	41,591.66	109,208.00			
GASTOS GENERALES			13.00%	21.451.09	1,847.13	5,406.92	14,197.04				
UTILIDAD			7.00%	11.550.58	994.61	2,911.42	7,644.56				
SUB TOTAL					198.010.02	17,050.43	49,910.00	131,049.60			
IMPUESTOS GENERAL A LAS VENTAS (19%)					37,621.90	3,239.58	9,482.90	24,899.42			
PRESUPUESTO TOTAL					235.631.92	20,290.01	59,392.90	155,949.02			
PORCENTAJE DE AVANCE PARCIAL						8.61%	25.21%	66.18%			
PORCENTAJE DE AVANCE ACUMULADO						8.61%	33.82%	100.00%			

3.10 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCIÓN

Figura 3.1

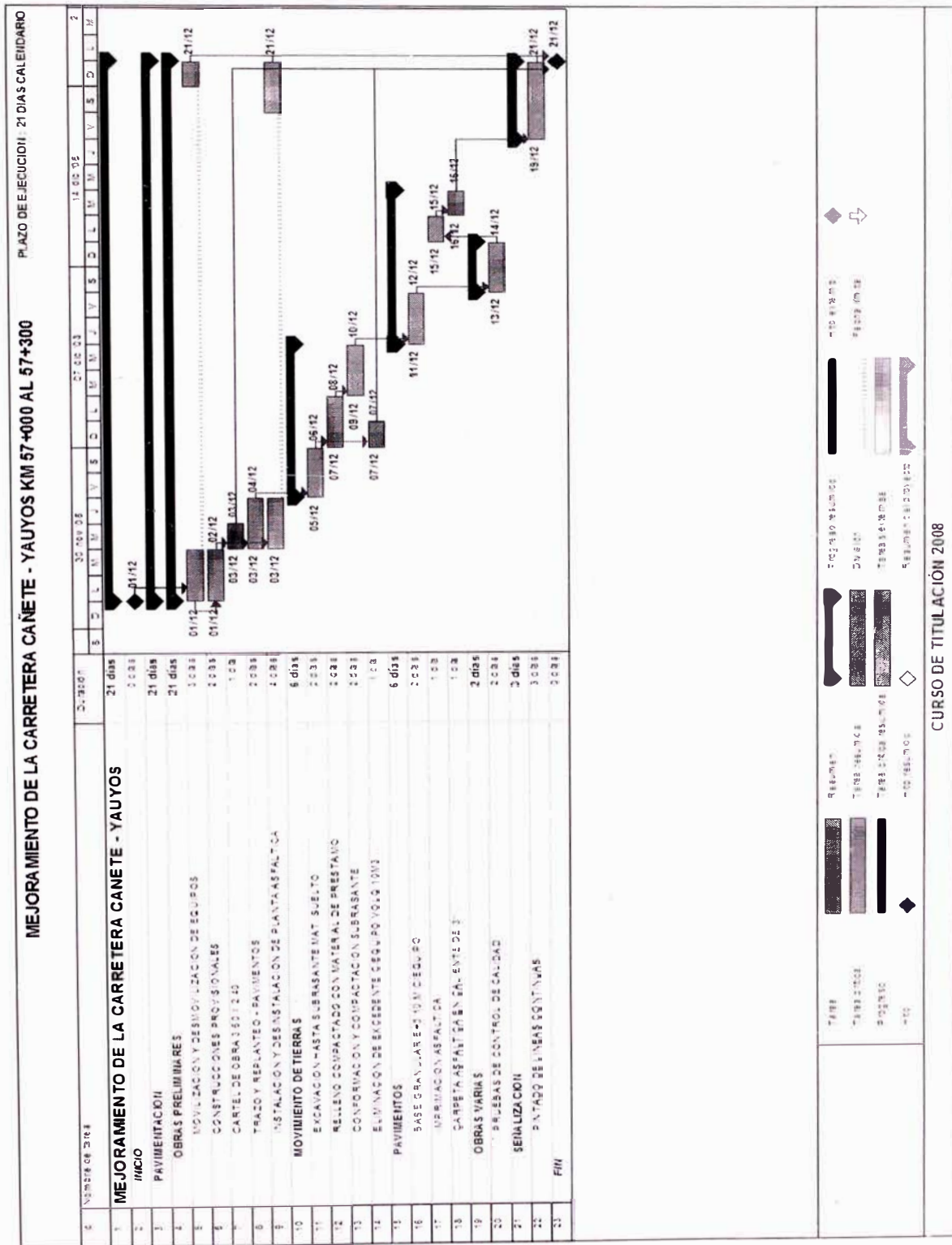
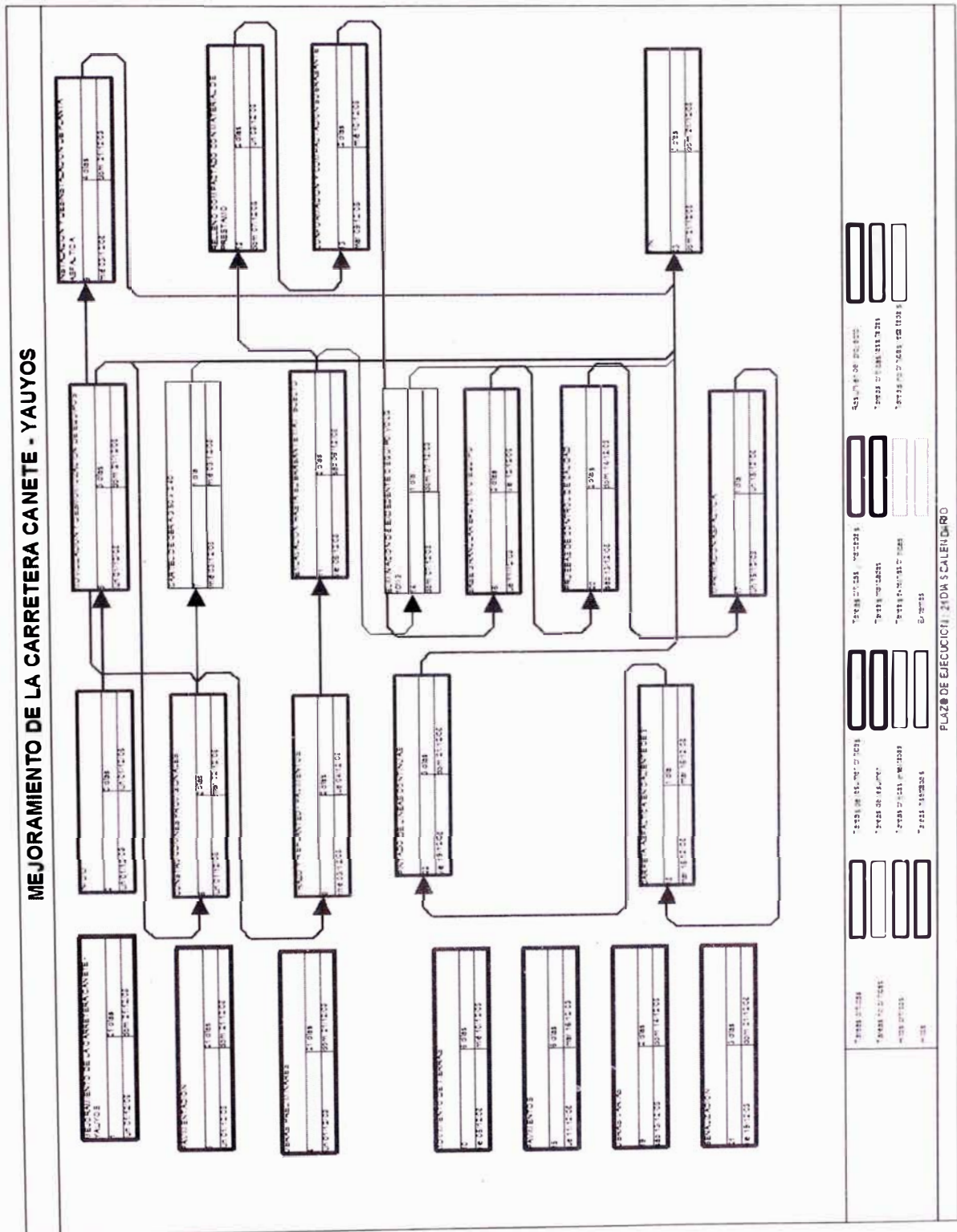


Figura 3.2



3.11 PLANOS DE OBRA

Ver anexo 7, 8 y 9.

CONCLUSIONES

- ✓ Cuando se emplea el Método del Instituto de Asfalto para determinar los espesores del pavimento, el espesor de la carpeta asfáltica aumenta cuando el tráfico (EAL) o las condiciones ambientales (MAAT) aumentan, por el contrario se produce el mismo efecto cuando las características del suelo (CBR) disminuye.
- ✓ Cuando se emplea el Método AASHTO para determinar los espesores el espesor de la base granular aumenta cuando el tráfico (EAL) o la confiabilidad (R) aumentan, por el contrario se produce el mismo efecto cuando las características del suelo (CBR) o la diferencia de serviciabilidad (PSI) disminuyen.
- ✓ Los espesores del pavimento obtenidos por el método AASHTO y del INSTITUTO de ASFALTO, fueron ajustados teniendo en cuenta los espesores de diseño del análisis por capa y los espesores mínimos dados por cada método. Es importante remarcar, "El Número de Ejes Equivalentes en el periodo de diseño (EAL), es en promedio regular y esto concatenado la capacidad portante buena de la subrasante tiene como resultado el uso de los espesores mínimos para ambos métodos de diseño de pavimentos".
- ✓ El diseño final escogido es por el método AASHTO 2002, por considerar dicha metodología una mayor cantidad de variables las cuales pueden ser tomadas en cuenta acorde con las condiciones propias del estudio (confiabilidad, serviciabilidad, factor de distribución direccional, coeficientes de drenaje entre otras). Asimismo se manifiesta que el documento "Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito" publicado por el MTC, utiliza la metodología AASHTO para el diseño de este tipo de vías.

- ✓ Los resultados obtenidos mediante el Método del Instituto de Asfalto no toma en cuenta la consideración del aporte estructural de la capa de base y subbase, que generalmente se emplea en nuestro medio para reducir los costos totales de pavimento.

- ✓ El presupuesto de obra para la ejecución del tramo en estudio de la carretera, asciende a la suma de S/. 235,631 nuevos soles. El plazo de ejecución esta representada para ser ejecutado en un periodo de 21 días calendarios.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda el uso de la Metodología AASHTO, para determinar los espesores de las capas estructurales de pavimentos al tener una mejor correlación con los materiales, tecnología y equipos usados para la construcción de pavimentos en el país.
- ✓ Dentro del diseño de los pavimentos se menciona la ausencia de información censal de pesos por eje; recomendando el uso de los promedios estadísticos de registros en la Carretera Panamericana Norte de la relación de Ejes Equivalentes por tipo de vehículo. Se recomienda entonces realizar los registros respectivos en el tramo donde se va a diseñar el pavimento para tener datos más confiables y concordantes con la realidad en la zona en estudio.
- ✓ Determinar el valor relativo de soporte o capacidad portante representativo de la zona nos permitira tener una mayor confiabilidad al momento de procesar los datos. Se recomienda entonces realizar el número de calicatas respectivas de la zona de acuerdo con el nivel del estudio realizado.
- ✓ Cuando se evalúa la construcción y diseño de los pavimentos un factor importante a tener en cuenta son los materiales disponibles en la zona, es indispensable para el desarrollo del proyecto realizar las prospecciones geofísicas y poder hallar la potencia de la cantera. Se recomienda tres prospecciones por Hectarea a una profundidad de 3 m "cantera de río". Para la cantera de cerro es necesario realizar secciones transversales según la orografía de la zona.
- ✓ Realizar una construcción planificada por etapas permite tener una ventaja competitiva cuando se tienen inconvenientes de insuficientes fondos,

incertidumbre de proyección del tráfico y posibles deficiencias del servicio del pavimento.

- ✓ Toda estructura de pavimento requiere necesariamente un mantenimiento rutinario anual, que incluye entre otras actividades tratamiento de fisuras, parchados, limpieza y reparación de las obras de drenaje y obras de arte en general; y, un tratamiento periódico de sello asfáltico cada 3 a 5 años.
- ✓ Se recomienda buscar nuevas tecnologías que optimizan el diseño de pavimentos con menores espesores; a fin de disminuir la extracción de materiales para base y sub base mitigando los impactos ambientales generados en las zonas de extracción de material.

BIBLIOGRAFIA

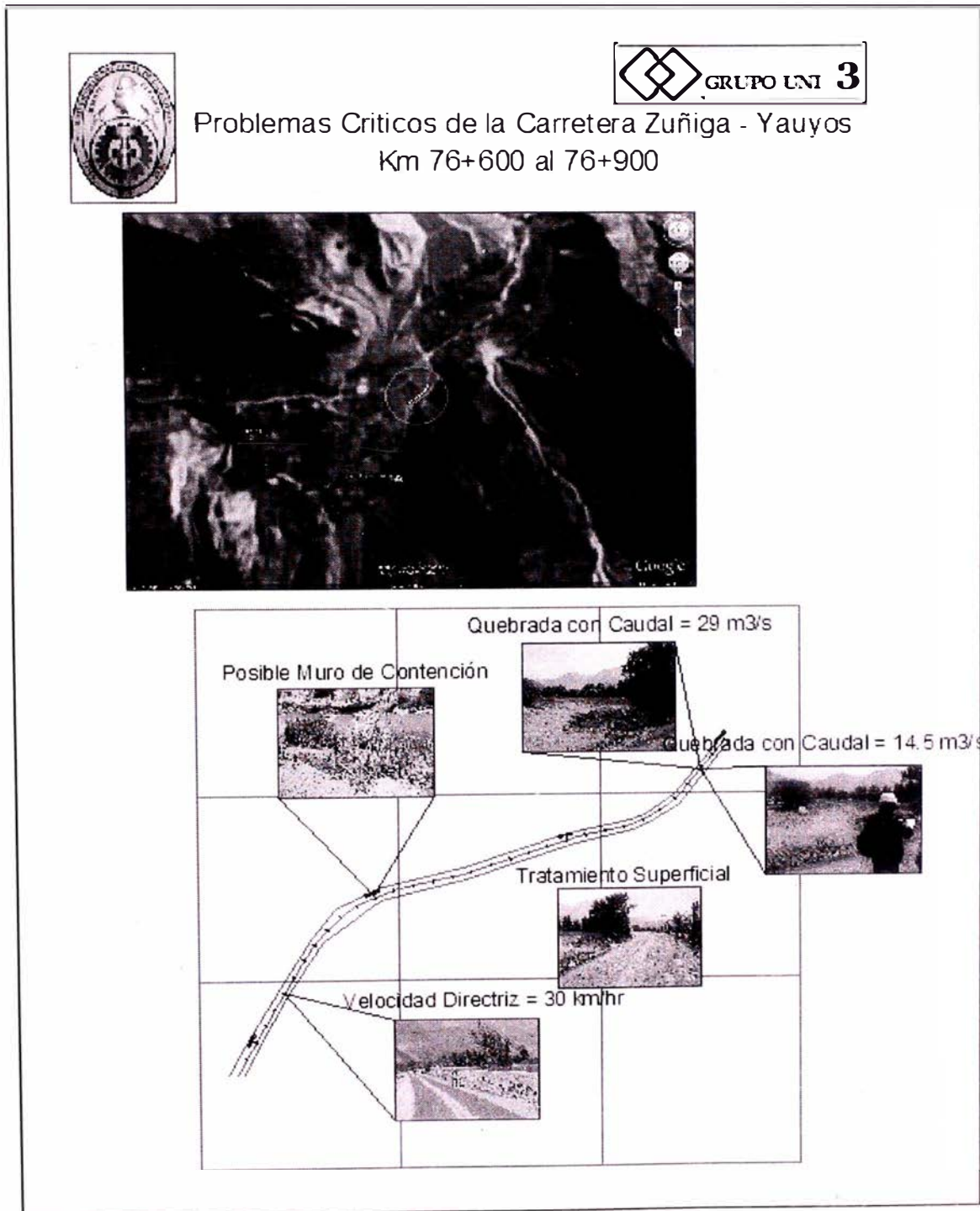
- Catedraticos Universidad Nacional de Ingenieria FIC; Apuntes – Curso de Actualización de Conocimientos; UNI-FIC, Lima, 2008.
- Céspedes Abanto, José; Los Pavimentos en las Vías Terrestres; Editorial Universitaria de la UNC; Lima 2002
- CONIRSA; Diseño del Pavimento de la Ingeniería de Detalle de la Concesionaria IIRSA NORTE; Lima Julio 2006.
- Instituto de la Construcción y Gerencia, III CONGRESO NACIONAL OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL; Ponencias Carreteras, Puentes e Ingeniería de Transportes; Lima - Perú 2004
- Juárez Badillo, Euliano; Mecánica de Suelos - Tomo I y II; Editorial Limusa; México.
- Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS (EG-2000); Perú 2000
- Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción; MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES PARA CARRETERAS (EM 2000); Perú 2001
- Palacios Leon, Floriano; Estudio de Pre-Inversión a Nivel de Perfil presentado por el Grupo 03 – Curso de Actualización de Conocimientos; UNI-FIC, Lima, 2008.
- Vizcardo Otazo, Samuel; Estudio de Rehabilitación y Mejoramiento del Camino Rural Puente Llamaquizu – Chacos – Repartición Carapacho; Lima 2008.

ANEXOS

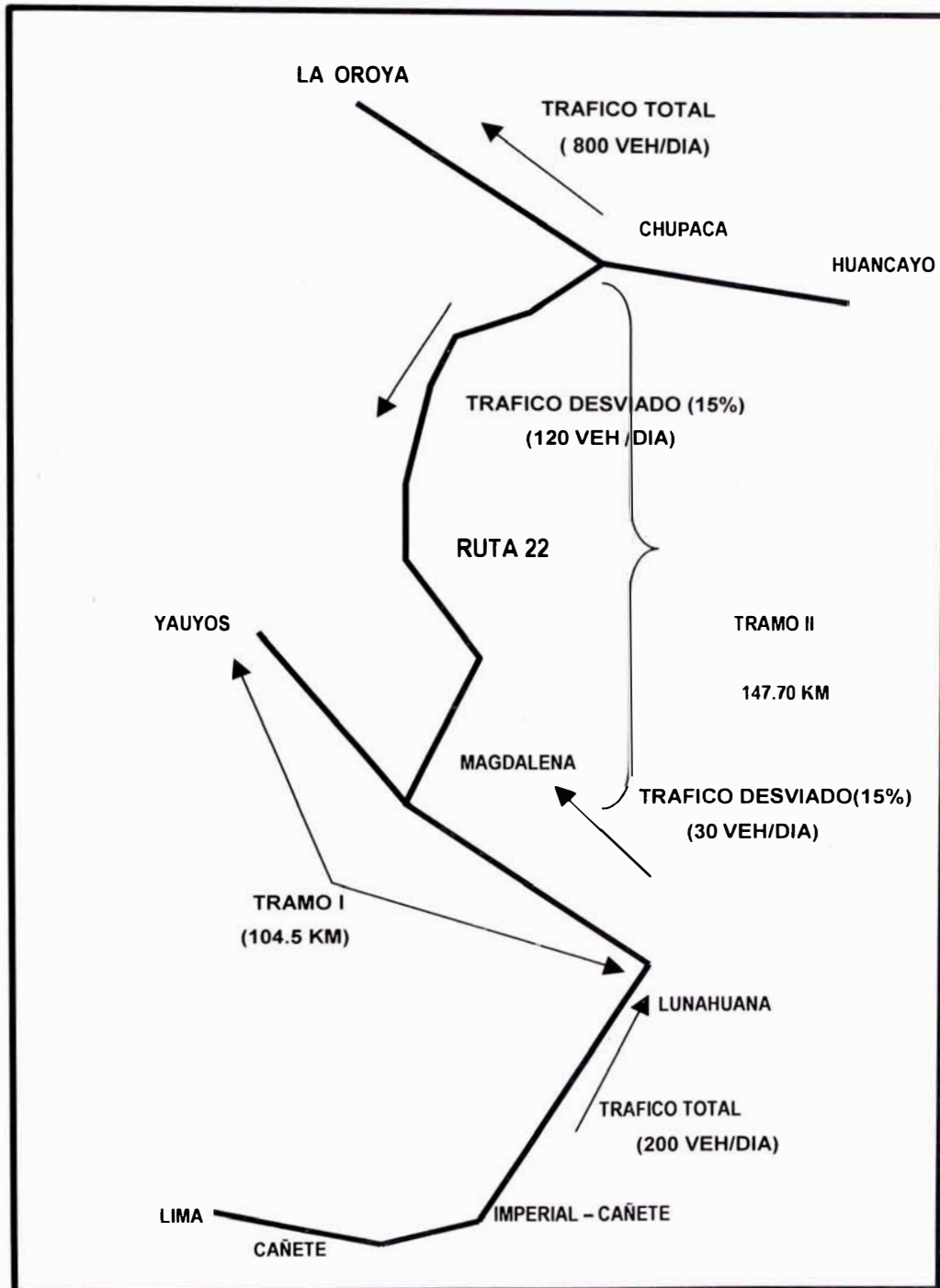
ANEXO 1

DIAGRAMA LINEAL CON LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCION PROPUESTAS

Sector: km 76+600 al km 76+900



ANEXO 2 AREA DE INFLUENCIA DE LA CARRETERA



TRAFICO INDUCIDO DEL PROYECTO

ANEXO 3

POBLACIÓN DIRECTAMENTE BENEFICIADA

Centros Poblados	Población (Habitantes)	Distrito	Población (Habitantes)	Superficie (km ²)	Densidad Poblacional	Provincia	Dpto.
Lunahuaná	1192	Lunahuaná	4,233	500.33	8.5	Cañete	LIMA
Uchupampa	361	Lunahuaná				Cañete	LIMA
Pacarán	781	Pacarán	1,497	258.72	5.8	Cañete	LIMA
Romani	311	Pacarán				Cañete	LIMA
Apotara	133	Zúñiga	1,256	198.01	6.3	Cañete	LIMA
Zúñiga	367	Zúñiga				Cañete	LIMA
Catahuasi	382	Catahuasi	1,204	123.86	9.7	Yauyos	LIMA
Canchan	223	Catahuasi				Yauyos	LIMA
Chichicay	50	Allauca	1,123	438.79	2.6	Yauyos	LIMA
Pacalay	22	Catahuasi				Yauyos	LIMA
Calachota	85	Allauca				Yauyos	LIMA
Pnte. Auco	70	Yauyos	1,966	327.17	6.00	Yauyos	LIMA
Magdalena	90	Yauyos				Yauyos	LIMA
Yauyos	1216	Yauyos				Yauyos	LIMA
Huamuchaca	6	Yauyos				Yauyos	LIMA
Llapay	51	Laraos	1,188	403.76	2.9	Yauyos	LIMA
Alis	288	Alis	3,224	142.06	22.7	Yauyos	LIMA
Tomas	291	Tomas	939	299.27	3.1	Yauyos	LIMA
Yauricocha	2131	Alis				Yauyos	LIMA
Huancachi	42	Tomas				Concepción	JUNÍN
San José de Quero	481	San José de Quero	6,614	317.0	20.9	Concepción	JUNÍN
Chaquicocha	11	San José de Quero					JUNÍN
Angasmayo	413	Chambara	3,045	103.27	29.5	Concepción	JUNÍN
Cullhuas	473	Cullhuas	3,155	108.01	29.2	Huancayo	JUNÍN
Huarisca	468	Ahuac	7,309	72.04	101.4	Huancayo	JUNÍN
Chupaca	8398	Chupaca	18,091	21.91	825.7	Huancayo	JUNÍN
TOTAL			54,844	3,314.2			

Fuente: INEI- Censos Nacionales de Población y Vivienda 1993

ANEXO 4
PRESUPUESTO DE OBRA
PRESUPUESTO DEL TRAMO 01 ALTERNATIVA 1-SUPERFICIE DE RODADURA CARPETA ASFALTICA
TRAMO 1

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
01	OBRAS PRELIMINARES					900,000.00
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	GLB	1.00	578,999.08	578,999.08	
01.02	TOPOGRAFIACION Y GEOREFERENCIACION	GLB	1.00	78,200.08	78,200.08	
01.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	GLB	1.00	242,800.84	242,800.84	
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					30,500,000.00
02.01	EXCAVACION EN EXPLANACIONES SIN CLASIFICAR	M3	2,248,599.02	9.37	21,069,372.84	
02.02	TERRAPLENES	M3	13,251.19	10.15	134,499.54	
02.03	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	M3	214,493.02	43.34	9,296,127.62	
03	PAVIMENTOS					35,000,000.00
03.01	SUB BASE	M2	587,828.49	14.46	8,500,000.00	
03.02	BASE GRANULAR	M2	608,440.73	18.08	11,000,000.00	
03.04	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	227,272.73	15.40	3,500,000.00	
03.05	CARPETA ASFALTICA	M2	361,772.69	33.17	12,000,000.00	
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE					
04.01	MUROS DE SOSTENIMIENTO					2,407,463.32
04.01.01	EXCAVACION/MUROS DE SOSTENIMIENTO	M3	5,060.15	32.14	162,633.19	
04.01.02	RELLENO/MUROS DE SOSTENIMIENTO	M3	23,614.03	49.49	1,168,658.27	
04.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO/MUROS DE SOSTENIMIENTO	M2	7,027.98	48.53	341,068.10	
04.01.04	CONCRETO F'c=175 KG/CM2/MUROS DE SOSTENIMIENTO	M3	2,342.66	313.79	735,103.77	
04.02	PUENTES Y PONTONES					3,881,089.41
04.02.01	PUENTE CANCANA URAN, CONCRETO ARMADO DE 7 MT. DE LUZ	UND	4.69	137,129.14	642,494.33	
04.02.02	PUENTE ULLUNA, CONCRETO ARMADO DE 7 MT. DE LUZ	UND	4.69	117,254.92	549,377.19	
04.02.03	PUENTE MUSHO, CONCRETO ARMADO DE 10 MT. DE LUZ	UND	4.69	330,668.10	1,549,286.89	
04.02.04	PUENTE INGENIO, CONCRETO ARMADO DE 10 MT. DE LUZ	UND	4.69	243,298.27	1,139,931.01	
04.03	ALCANTARILLAS					592,298.54
04.03.01	ALCANTARILLA CON TOMA LATERAL TMC D=24" C=14	ML	810.56	316.54	256,574.95	
04.03.02	ALCANTARILLA CON TOMA SUPERFICIAL(+REJILLAS)	ML	426.36	787.41	335,723.59	
04.04	CUNETAS					3,419,148.74
04.04.01	CUNETAS REVETIDAS	ML	30,018.87	113.90	3,419,148.74	
05	TRANSPORTE					2,500,000.00
05.01	TRANSPORTE PARA ELIMIN. DE MATER EXCEDENTE > 1KM.		3,333,333.33	0.75	2,500,000.00	
06	SEÑALIZACION					850,000.00
06.01	MARCAS EN EL PAVIMENTO	M2	32,100.76	15.01	481,832.40	
06.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS	UND	52.57	770.65	40,514.99	
06.03	SEÑALES PREVENTIVAS	UND	420.58	662.43	278,604.73	
06.04	SEÑALES INFORMATIVAS	M2	68.76	713.27	49,047.88	
07	IMPACTO AMBIENTAL					825,000.00
07.01	PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTIVAS Y/O MITIGACION-ETAPA DE CONSTRUCCION	GLB	1.00	721,812.93	721,812.93	
07.02	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL ETAPA DE CONSTRUCCION	GLB	1.00	31,358.59	31,358.59	
07.03	PROGRAMA DE CAPACITACION Y EDUCACION AMBIENTAL ETAPA DE CONSTRUCCION	UND	1.00	33,152.62	33,152.62	
07.04	PROGRAMA DE CONTINGENCIAS ETAPA DE CONSTRUCCION	GLB	1.00	38,675.85	38,675.85	
	COSTO DIRECTO S/.					80,875,000.00
	GASTOS GENERALES 10%					8,087,500.00
	COSTO TOTAL					88,962,500.00

ANEXO 4

PRESUPUESTO DEL TRAMO 01 ALTERNATIVA 2-TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA
TRAMO 1

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
01	OBRAS PRELIMINARES					500,000.00
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	GLB	1.00	321,666.15	321,666.15	
01.02	TOPOGRAFIACION Y GEOREFERENCIACION	GLB	1.00	43,444.49	43,444.49	
01.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	GLB	1.00	134,889.36	134,889.36	
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					23,000,000.00
02.01	EXCAVACION EN EXPLANACIONES SIN CLASIFICAR	M3	1,695,664.84	9.37	15,888,379.52	
02.02	TERRAPLENES	M3	9,992.70	10.15	101,425.88	
02.03	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	M3	161,748.84	43.34	7,010,194.60	
03	PAVIMENTOS					17,000,000.00
03.01	SUB BASE	M2	242,047.03	14.46	3,500,000.00	
03.02	BASE GRANULAR	M2	304,220.37	18.08	5,500,000.00	
03.04	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	129,870.13	15.40	2,000,000.00	
03.05	TRATAMIENTO ASFALTICO	M2	180,886.34	33.17	6,000,000.00	
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE					
04.01	MUROS DE SOSTENIMIENTO					1,519,272.97
04.01.01	EXCAVACION/MUROS DE SOSTENIMIENTO	M3	3,193.30	32.14	102,632.59	
04.01.02	RELLENO/MUROS DE SOSTENIMIENTO	M3	14,902.06	49.49	737,502.79	
04.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO/MUROS DE SOSTENIMIENTO	M2	4,435.14	48.53	215,237.15	
04.01.04	CONCRETO F'c=175 KG/CM2/MUROS DE SOSTENIMIENTO	M3	1,478.38	313.79	463,900.44	
04.02	PUNTES Y PONTONES					2,449,231.18
04.02.01	PUENTE CANCANA URAN, CONCRETO ARMADO DE 7 MT. DE LUZ	UND	2.96	137,129.14	405,457.59	
04.02.02	PUENTE ULLUNA, CONCRETO ARMADO DE 7 MT. DE LUZ	UND	2.96	117,254.92	346,694.34	
04.02.03	PUENTE MUSHO, CONCRETO ARMADO DE 10 MT. DE LUZ	UND	2.96	330,668.10	977,705.32	
04.02.04	PUENTE INGENIO, CONCRETO ARMADO DE 10 MT. DE LUZ	UND	2.96	243,298.27	719,373.94	
04.03	ALCANTARILLAS					373,780.63
04.03.01	ALCANTARILLA CON TOMA LATERAL TMC D=24" C=14	ML	511.52	316.54	161,916.23	
04.03.02	ALCANTARILLA CON TOMA SUPERFICIAL(+REJILLAS)	ML	269.06	787.41	211,864.40	
04.04	CUNETAS					2,157,715.22
04.04.01	CUNETAS REVETIDAS	ML	18,943.94	113.90	2,157,715.22	
05	TRANSPORTE					1,100,000.00
05.01	TRANSPORTE PARA ELIMIN. DE MATER. EXCEDENTE > 1KM.		1,466,666.67	0.75	1,100,000.00	
06	SEÑALIZACION					475,000.00
06.01	MARCAS EN EL PAVIMENTO	M2	17,938.66	15.01	269,259.28	
06.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS	UND	29.38	770.65	22,640.73	
06.03	SEÑALES PREVENTIVAS	UND	235.03	662.43	155,690.88	
06.04	SEÑALES INFORMATIVAS	M2	38.43	713.27	27,409.11	
07	IMPACTO AMBIENTAL					500,000.00
07.01	PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTIVAS Y/O MITIGACION-ETAPA DE CONSTRUCCION	GLB	1.00	437,462.38	437,462.38	
07.02	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL ETAPA DE CONSTRUCCION	GLB	1.00	19,005.21	19,005.21	
07.03	PROGRAMA DE CAPACITACION Y EDUCACION AMBIENTAL ETAPA DE CONSTRUCCION	UND	1.00	20,092.50	20,092.50	
07.04	PROGRAMA DE CONTINGENCIAS ETAPA DE CONSTRUCCION	GLB	1.00	23,439.91	23,439.91	
	COSTO DIRECTO SI.				49,075,000.00	49,075,000.00
	GASTOS GENERALES 10%				4,907,500.00	4,907,500.00
	COSTO TOTAL				53,982,500.00	53,982,500.00

ANEXO 4

PRESUPUESTO DEL TRAMO 02 ALTERNATIVA 1-SUPERFICIE DE RODADURA CARPETA ASFALTICA

TRAMO 2

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
01	OBRAS PRELIMINARES					1,000,000.00
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	GLB	1.00	643,332.31	643,332.31	
01.02	TOPOGRAFIACION Y GEOREFERENCIACION	GLB	1.00	86,888.98	86,888.98	
01.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	GLB	1.00	269,778.71	269,778.71	
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					43,000,000.02
02.01	EXCAVACION EN EXPLANACIONES SIN CLASIFICAR	M3	3,170,156.00	9.37	29,704,361.72	
02.02	TERRAPLENES	M3	18,682.00	10.15	189,622.30	
02.03	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	M3	302,400.00	43.34	13,106,016.00	
03	PAVIMENTOS					50,200,000.29
03.01	SUB BASE	M2	1,438,200.00	14.46	11,900,000.00	
03.02	BASE GRANULAR	M2	862,879.60	18.08	15,600,000.29	
03.04	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	357,142.86	15.40	5,500,000.00	
03.05	CARPETA ASFALTICA	M2	518,540.85	33.17	17,200,000.00	
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE					3,500,000.00
04.01	MUROS DE SOSTENIMIENTO					3,500,000.00
04.01.01	EXCAVACION/MUROS DE SOSTENIMIENTO	M3	7,356.51	32.14	236,438.14	
04.01.02	RELLENO/MUROS DE SOSTENIMIENTO	M3	34,330.37	49.49	1,699,009.87	
04.01.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO/MUROS DE SOSTENIMIENTO	M2	10,217.37	48.53	495,849.02	
04.01.04	CONCRETO F'c=175 KG/CM2/MUROS DE SOSTENIMIENTO	M3	3,405.79	313.79	1,068,702.97	
04.02	PUNTES Y PONTONES					5,652,071.95
04.02.01	PUENTE CANCANA URAN, CONCRETO ARMADO DE 7 MT. DE LUZ	UND	6.82	137,129.14	935,671.35	
04.02.02	PUENTE ULLUNA, CONCRETO ARMADO DE 7 MT. DE LUZ	UND	6.82	117,254.92	800,063.86	
04.02.03	PUENTE MUSHO, CONCRETO ARMADO DE 10 MT. DE LUZ	UND	6.82	330,668.10	2,256,243.04	
04.02.04	PUENTE INGENIO, CONCRETO ARMADO DE 10 MT. DE LUZ	UND	6.82	243,298.27	1,660,093.70	
04.03	ALCANTARILLAS					862,570.69
04.03.01	ALCANTARILLA CON TOMA LATERAL TMC D=24" C=14	ML	1,180.43	316.54	373,652.83	
04.03.02	ALCANTARILLA CON TOMA SUPERFICIAL(+REJILLAS)	ML	620.92	787.41	488,917.86	
04.04	CUNETAS					4,979,342.82
04.04.01	CUNETAS REVETIDAS	ML	43,716.79	113.90	4,979,342.82	
05	TRANSPORTE					3,500,000.30
05.01	TRANSPORTE PARA ELIMIN. DE MATER. EXCEDENTE > 1KM.		4,666,667.06	0.75	3,500,000.30	
06	SEÑALIZACION					1,300,000.00
06.01	MARCAS EN EL PAVIMENTO	M2	49,095.28	15.01	736,920.15	
06.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS	UND	80.40	770.65	61,964.10	
06.03	SEÑALES PREVENTIVAS	UND	643.24	662.43	426,101.36	
06.04	SEÑALES INFORMATIVAS	M2	105.17	713.27	75,014.40	
07	IMPACTO AMBIENTAL					1,150,000.00
07.01	PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTIVAS Y/O MITIGACION-ETAPA DE CONSTRUCCION	GLB	1.00	1,006,163.48	1,006,163.48	
07.02	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL ETAPA DE CONSTRUCCION	GLB	1.00	43,711.98	43,711.98	
07.03	PROGRAMA DE CAPACITACION Y EDUCACION AMBIENTAL ETAPA DE CONSTRUCCION	UND	1.00	46,212.75	46,212.75	
07.04	PROGRAMA DE CONTINGENCIAS ETAPA DE CONSTRUCCION	GLB	1.00	53,911.79	53,911.79	
	COSTO DIRECTO SI:				115,143,986.06	116,160,000.00
	GASTOS GENERALES 10%				11,514,398.61	11,616,000.00
	COSTO TOTAL				126,658,384.67	127,776,000.00

ANEXO 4
PRESUPUESTO DEL TRAMO 02 ALTERNATIVA2-TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA
TRAMO 2

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
01	OBRAS PRELIMINARES					700,000.00
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	GLB	1.00	450,332.61	450,332.61	
01.02	TOPOGRAFIACION Y GEOREFERENCIACION	GLB	1.00	60,822.29	60,822.29	
01.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	GLB	1.00	188,845.10	188,845.10	
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					32,500,000.00
02.01	EXCAVACION EN EXPLANACIONES SIN CLASIFICAR	M3	2,396,048.14	9.37	22,450,971.06	
02.02	TERRAPLENES	M3	14,120.12	10.15	143,319.18	
02.03	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	M3	228,558.14	43.34	9,905,709.76	
03	PAVIMENTOS					23,500,000.00
03.01	SUB BASE	M2	345,781.47	14.46	5,000,000.00	
03.02	BASE GRANULAR	M2	414,845.95	18.08	7,500,000.00	
03.04	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	162,337.66	15.40	2,500,000.00	
03.05	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA	M2	256,255.65	33.17	8,500,000.00	
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE					
04.01	MUROS DE SOSTENIMIENTO					2,199,439.79
04.01.01	EXCAVACION/MUROS DE SOSTENIMIENTO	M3	4,622.91	32.14	148,580.42	
04.01.02	RELLENO/MUROS DE SOSTENIMIENTO	M3	21,573.59	49.49	1,067,677.12	
04.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO/MUROS DE SOSTENIMIENTO	M2	6,420.71	48.53	311,597.16	
04.01.04	CONCRETO F'c=175 KG/CM2/MUROS DE SOSTENIMIENTO	M3	2,140.24	313.79	671,585.09	
04.02	PUENTES Y PONTONES					3,545,733.14
04.02.01	PUENTE CANCANA URAN, CONCRETO ARMADO DE 7 MT. DE LUZ	UND	4.28	137,129.14	586,977.83	
04.02.02	PUENTE ULLUNA, CONCRETO ARMADO DE 7 MT. DE LUZ	UND	4.28	117,254.92	501,906.73	
04.02.03	PUENTE MUSHO, CONCRETO ARMADO DE 10 MT. DE LUZ	UND	4.28	330,668.10	1,415,416.47	
04.02.04	PUENTE INGENIO, CONCRETO ARMADO DE 10 MT. DE LUZ	UND	4.28	243,298.27	1,041,432.11	
04.03	ALCANTARILLAS					541,119.35
04.03.01	ALCANTARILLA CON TOMA LATERAL TMC D=24" C=14	ML	740.52	316.54	234,404.88	
04.03.02	ALCANTARILLA CON TOMA SUPERFICIAL(+REJILLAS)	ML	389.52	787.41	306,714.47	
04.04	CUNETAS					3,123,707.73
04.04.01	CUNETAS REVETIDAS	ML	27,425.00	113.90	3,123,707.73	
05	TRANSPORTE					2,500,000.00
05.01	TRANSPORTE PARA ELIMIN. DE MATER. EXCEDENTE > 1KM.		3,333,333.33	0.75	2,500,000.00	
06	SEÑALIZACION					550,000.00
06.01	MARCAS EN EL PAVIMENTO	M2	20,771.08	15.01	311,773.91	
06.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS	UND	34.02	770.65	26,215.58	
06.03	SEÑALES PREVENTIVAS	UND	272.14	662.43	180,273.65	
06.04	SEÑALES INFORMATIVAS	M2	44.49	713.27	31,736.86	
07	IMPACTO AMBIENTAL					600,000.00
07.01	PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTIVAS Y/O MITIGACION-ETAPA DE CONSTRUCCION	GLB	1.00	524,954.86	524,954.86	
07.02	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL ETAPA DE CONSTRUCCION	GLB	1.00	22,806.25	22,806.25	
07.03	PROGRAMA DE CAPACITACION Y EDUCACION AMBIENTAL ETAPA DE CONSTRUCCION	UND	1.00	24,111.00	24,111.00	
07.04	PROGRAMA DE CONTINGENCIAS ETAPA DE CONSTRUCCION	GLB	1.00	28,127.89	28,127.89	
	COSTO DIRECTO SI.				69,760,000.00	69,760,000.00
	GASTOS GENERALES 10%				6,976,000.00	6,976,000.00
	COSTO TOTAL				76,736,000.00	76,736,000.00

ANEXO 4
PRESUPUESTO DEL TRAMO 02 ALTERNATIVA3-AFIRMADO
TRAMO 2

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
01	OBRAS PRELIMINARES					700,000.00
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	GLB	1.00	450,332.61	450,332.61	
01.02	TOPOGRAFIACION Y GEOREFERENCIACION	GLB	1.00	60,822.29	60,822.29	
01.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	GLB	1.00	188,845.10	188,845.10	
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					28,000,000.00
02.01	EXCAVACION EN EXPLANACIONES SIN CLASIFICAR	M3	2,064,287.63	9.37	19,342,375.06	
02.02	TERRAPLENES	M3	12,165.02	10.15	123,474.99	
02.03	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	M3	196,911.63	43.34	8,534,149.95	
03	PAVIMENTOS					15,000,000.00
03.01	SUB BASE	M2	484,094.05	14.46	7,000,000.00	
03.02	BASE GRANULAR	M2	442,502.35	18.08	8,000,000.00	
03.04	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	0.00	15.40	0.00	
03.05	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA	M2	0.00	33.17	0.00	
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE					2,185,415.73
04.01	MUROS DE SOSTENIMIENTO					2,185,415.73
04.01.01	EXCAVACION/MUROS DE SOSTENIMIENTO	M3	4,593.44	32.14	147,633.04	
04.01.02	RELLENO/MUROS DE SOSTENIMIENTO	M3	21,436.04	49.49	1,060,869.40	
04.01.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO/MUROS DE SOSTENIMIENTO	M2	6,379.77	48.53	309,610.36	
04.01.04	CONCRETO F'c=175 KG/CM2/MUROS DE SOSTENIMIENTO	M3	2,126.59	313.79	667,302.94	
04.02	PUNTES Y PONTONES					3,523,124.85
04.02.01	PUENTE CANCANA URAN, CONCRETO ARMADO DE 7 MT. DE LUZ	UND	4.25	137,129.14	583,235.14	
04.02.02	PUENTE ULLUNA, CONCRETO ARMADO DE 7 MT. DE LUZ	UND	4.25	117,254.92	498,706.47	
04.02.03	PUENTE MUSHO, CONCRETO ARMADO DE 10 MT. DE LUZ	UND	4.25	330,668.10	1,406,391.50	
04.02.04	PUENTE INGENIO, CONCRETO ARMADO DE 10 MT. DE LUZ	UND	4.25	243,298.27	1,034,791.74	
04.03	ALCANTARILLAS					537,669.06
04.03.01	ALCANTARILLA CON TOMA LATERAL TMC D=24" C=14	ML	735.80	316.54	232,910.27	
04.03.02	ALCANTARILLA CON TOMA SUPERFICIAL(+REJILLAS)	ML	387.04	787.41	304,758.80	
04.04	CUNETAS					3,103,790.36
04.04.01	CUNETAS REVETIDAS	ML	27,250.13	113.90	3,103,790.36	
05	TRANSPORTE					3,000,000.00
05.01	TRANSPORTE PARA ELIMIN. DE MATER. EXCEDENTE > 1KM.		4,000,000.00	0.75	3,000,000.00	
06	SEÑALIZACION					550,000.00
06.01	MARCAS EN EL PAVIMENTO	M2	20,771.08	15.01	311,773.91	
06.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS	UND	34.02	770.65	26,215.58	
06.03	SEÑALES PREVENTIVAS	UND	272.14	662.43	180,273.65	
06.04	SEÑALES INFORMATIVAS	M2	44.49	713.27	31,736.86	
07	IMPACTO AMBIENTAL					600,000.00
07.01	PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTIVAS Y/O MITIGACION-ETAPA DE CONSTRUCCION	GLB	1.00	524,954.86	524,954.86	
07.02	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL ETAPA DE CONSTRUCCION	GLB	1.00	22,806.25	22,806.25	
07.03	PROGRAMA DE CAPACITACION Y EDUCACION AMBIENTAL ETAPA DE CONSTRUCCION	UND	1.00	24,111.00	24,111.00	
07.04	PROGRAMA DE CONTINGENCIAS ETAPA DE CONSTRUCCION	GLB	1.00	28,127.89	28,127.89	
	COSTO DIRECTO SI.				57,200,000.00	57,200,000.00
	GASTOS GENERALES 10%				5,720,000.00	5,720,000.00
	COSTO TOTAL				62,920,000.00	62,920,000.00

ANEXO 5
COSTOS ECONOMICOS

COSTOS ECONÓMICOS DE INVERSIÓN Y DE MANTENIMIENTO

Alternativas del Proyecto	Longitud (Km.)	Costos Económicos de Inversión (Miles de US\$)	Costos Económicos de Mantenimiento (Miles de US\$)
Situación Base	252.27	34309.00	189.5
1) Tramo I	104.50	31350.00	188.0
Tramo II	147.77	44626.00	266.0
2) Tramo I	104.50	19019.00	167.0
Tramo II	147.77	27042.00	236.0
3) Tramo I	104.50	15675.00	157.0
Tramo II	147.77	22165.00	222.0

COSTOS ECONÓMICOS DE INVERSIÓN Y DE MANTENIMIENTO

Alternativas del Proyecto	Longitud (Km.)	Costos Económicos de Inversión (Miles de US\$ / Km)	Costos Económicos de Mantenimiento (Miles de US\$ / Km)
Situación Base	252.27	136.00	0.75
1) Tramo I	104.50	300.00	1.80
Tramo II	147.77	302.00	1.80
2) Tramo I	104.50	182.00	1.60
Tramo II	147.77	183.00	1.60
3) Tramo I	104.50	150.00	1.50
Tramo II	147.77	150.00	1.50

ANEXO 5

COSTOS FINANCIEROS DE INVERSION Y MANTENIMIENTO

COSTOS DE MANTENIMIENTO	UNIDAD DE MEDIDA	TRAMO I (104,500 KM.)			TRAMO II (147,770 KM.)		
		ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
		ASFALTADO DE 2°	TSBC	AFIRMADO	ASFALTADO DE 2°	TSBC	AFIRMADO
NO PAVIMENTADO							
PERFILADO	US \$/Km			14.00			14.00
BACHEO DE GRAVA LOCALIZADO	US \$/m ³			13.00			13.00
REPOSICIÓN DE GRAVA	US \$/m ³			3.00			3.00
MANTENIMIENTO DE RUTINA	US \$/Km/año	1733.33	1466.67	1866.67	1733.33	1466.67	1866.67
PAVIMENTADO							
BACHEO	US \$/m ²	16.53	15.47		16.53	16.00	
SELLADO	US \$/m ²	1.17	1.07		1.17	1.20	
REFUERZO	US \$/m ²	5.07	4.27		5.07	4.67	
MANTENIMIENTO DE RUTINA	US \$/Km/año	2400.00	2133.33	2000.00	2400.00	2133.33	2000.00
INVERSIÓN	Miles US\$/Km	380.00	230.00	190.00	382.00	232.00	190.00

COSTOS ECONOMICOS O SOCIALES DE INVERSION Y MANTENIMIENTO

COSTOS DE MANTENIMIENTO	UNIDAD DE MEDIDA	TRAMO I (104,500 KM.)			TRAMO II (147,770 KM.)		
		ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
		ASFALTADO DE 2°	TSBC	AFIRMADO	ASFALTADO DE 2°	TSBC	AFIRMADO
NO PAVIMENTADO							
PERFILADO	US \$/Km			10.50			10.50
BACHEO DE GRAVA LOCALIZADO	US \$/m ³			9.75			9.75
REPOSICIÓN DE GRAVA	US \$/m ³			2.25			2.25
MANTENIMIENTO DE RUTINA	US \$/Km/año	1300.00	1100.00	1400.00	1300.00	1100.00	1400.00
PAVIMENTADO							
BACHEO	US \$/m ²	12.40	11.60		12.40	12.00	
SELLADO	US \$/m ²	0.88	0.80		0.88	0.90	
REFUERZO	US \$/m ²	3.80	3.20		3.80	3.50	
MANTENIMIENTO DE RUTINA	US \$/Km/año	1800.00	1600.00	1500.00	1800.00	1600.00	1500.00
INVERSIÓN	Miles US\$/Km	300.00	182.00	150.00	302.00	183.00	150.00

ANEXO 6

BENEFICIOS INCREMENTALES EN MILES DE DOLARES
TRAMO 1

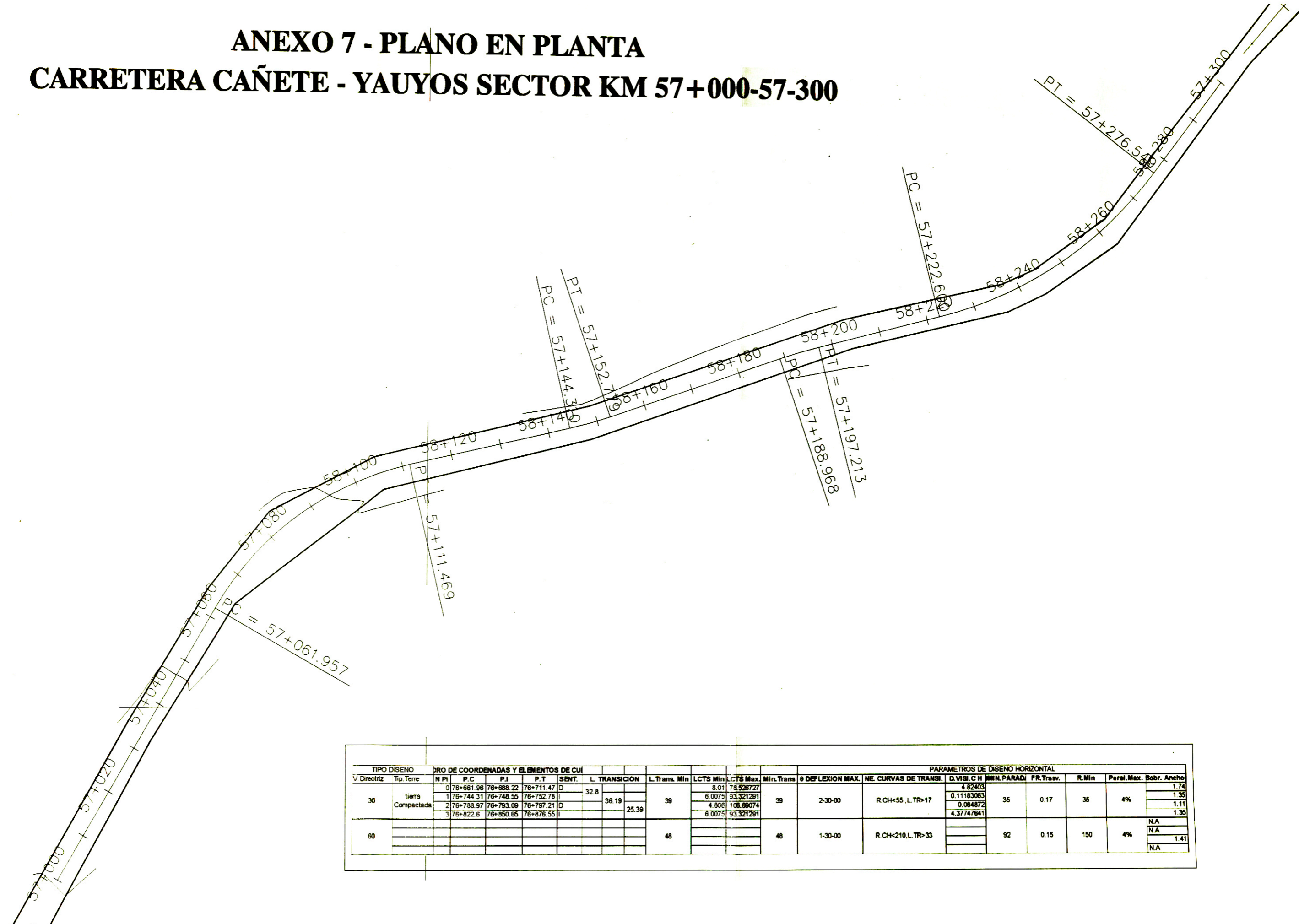
Alternativas	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Alternativa 1	1,828.23	1,882.63	1,939.35	1,998.32	2,059.70	2,123.74	2,190.30	2,259.49	2,331.47	2,406.37	2,484.42
Alternativa 2	2,512.83	2,592.69	2,675.96	2,762.59	2,852.79	2,946.88	3,044.74	3,146.55	3,252.53	3,362.88	3,477.86
Alternativa 3	4,953.78	5,117.79	5,288.73	5,466.66	5,651.94	5,845.09	6,046.15	6,255.38	6,473.32	6,700.30	6,936.78

BENEFICIOS INCREMENTALES EN MILES DE DOLARES
TRAMO 2

Alternativas	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Alternativa 1	2,585.24	2,662.16	2,742.37	2,825.76	2,912.55	3,003.11	3,097.23	3,195.07	3,296.85	3,402.77	3,513.14
Alternativa 2	3,553.30	3,666.24	3,783.98	3,906.49	4,034.04	4,167.08	4,305.47	4,449.43	4,599.30	4,755.33	4,917.93
Alternativa 3	7,004.98	7,236.90	7,478.63	7,730.22	7,992.23	8,265.36	8,549.66	8,845.52	9,153.71	9,474.67	9,809.07

ANEXO 7 - PLANO EN PLANTA

CARRETERA CAÑETE - YAUYOS SECTOR KM 57+000-57-300



TIPO DISEÑO	ORDEN DE COORDENADAS Y ELEMENTOS DE CUI							PARAMETROS DE DISEÑO HORIZONTAL														
	V Directriz	Tip. Terro	N PI	P.C.	P.I.	P.T.	SENT.	L. TRANSICION	L.Trans. Min	LCTS Min	LCTS Max	Min. Trans	θ DEFLEXION MAX.	NE. CURVAS DE TRANSI.	D. VISI. C.H	MIN. PARAD	FR. Trasn.	R. Min	Peral. Max.	Bobr. Ancho		
30	tierra Compactada	0	76+661.96	76+688.22	76+711.47	D		32.8		8.01	78.526727				4.82403						1.74	
		1	76+744.31	76+748.55	76+752.78	I		36.19		6.0075	93.321291				0.11183063	35	0.17	35	4%	1.35		
		2	76+788.97	76+793.09	76+797.21	D		25.39		4.806	106.69074	39	2-30-00	R.CH<55 .L.TR>17	0.084872						1.11	
		3	76+822.6	76+850.65	76+876.55	I				6.0075	93.321291				4.37747641						1.35	
60																					N.A	
																					N.A	
																						N.A
																						N.A



ANEXO 8 - PLANO DEL PERFIL

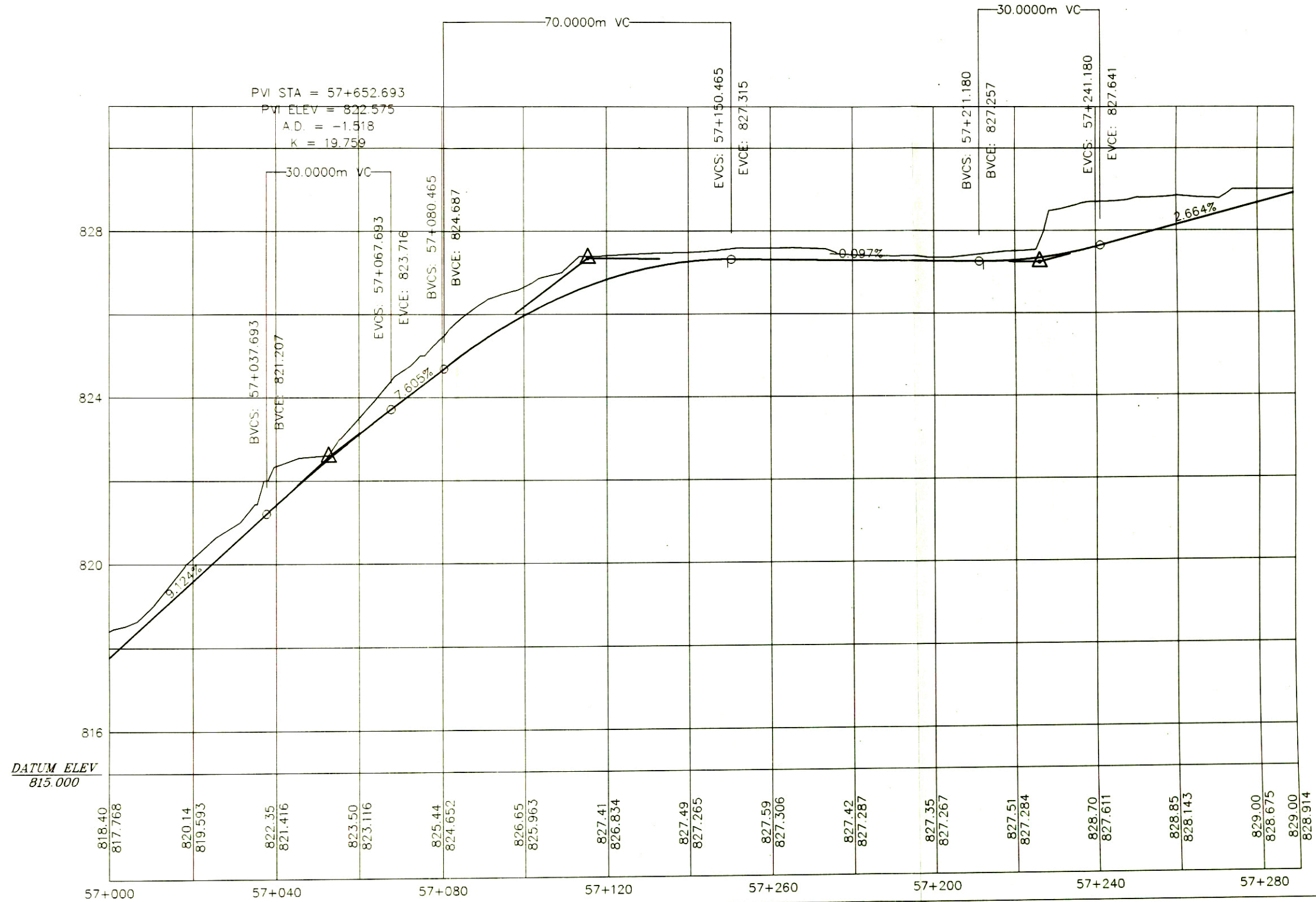
CARRETERA CAÑETE - YAUYOS SECTOR

KM 57+000 AL 57-300

TIPO DISEÑO		ORDEN DE COORDENADAS Y ELEMENTOS DE CURVA					PARÁMETROS VERTICALES						
V. Directriz	Tip. Terreno	N. PI	P.C.	P.I.	P.T.	SENT.	Indice Curva. (K)	Bombe.	Pen. max.	An. Min. Calz.	Bar. Mini	Talud. Cor.	Talud. Relleno (suolos dive.)
30	tierra Compactada	0	76+861.96	76+688.22	76+711.47	D	5.1	2%	9%	5.5	0.5	1:1	1:1.5
		1	76+744.31	76+748.55	76+752.78	I							
		2	76+788.97	76+793.09	76+797.21	D							
3	76+822.6	76+850.65	76+876.55	I									
60						17.3	2%	8%	6	0.5			

HIGH POINT ELEV = 827.316
 HIGH POINT STA = 57+149.583
 PVI STA = 57+115.465
 PVI ELEV = 827.349
 A.D. = -7.702
 K = 9.088

LOW POINT ELEV = 827.256
 LOW POINT STA = 57+212.235
 PVI STA = 57+226.180
 PVI ELEV = 827.242
 A.D. = 2.761
 K = 10.867



ANEXO 10
CÁLCULO DEL VOLUMEN DE CORTE Y RELLENO

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
57+000	4.685	0.000				
57+020	4.040	0.000	87.248	0.000	87.248	0.000
57+040	6.484	0.000	105.241	0.000	192.489	0.000
57+060	3.156	0.000	96.403	0.000	288.893	0.000
57+661.957	3.648	0.000	6.656	0.000	295.549	0.000
57+070	5.592	0.000	37.245	0.000	332.794	0.000
57+080	6.135	0.000	58.972	0.000	391.786	0.000
57+090	6.758	0.000	64.899	0.000	456.685	0.000
57+100	5.421	0.000	61.236	0.000	517.921	0.000
57+110	5.768	0.000	56.450	0.000	574.371	0.000
57+111.46	5.733	0.000	8.563	0.000	582.934	0.000
57+120	4.436	0.000	43.372	0.000	626.306	0.000
57+140	1.878	0.007	63.132	0.070	689.419	0.070
57+144.31	1.782	0.010	7.888	0.036	697.307	0.106
57+150	1.990	0.003	10.505	0.038	707.812	0.144
57+152.779	2.311	0.000	5.876	0.005	713.688	0.148
57+160	2.380	0.000	16.935	0.000	730.623	0.148
57+180	1.429	0.019	38.090	0.194	768.713	0.342
57+188.968	1.323	0.022	12.340	0.183	781.054	0.525
57+190	1.320	0.022	1.393	0.022	782.446	0.547
57+197.213	1.314	0.024	9.700	0.163	792.147	0.710
57+200	1.257	0.026	3.582	0.070	795.729	0.780
57+220	1.853	0.001	31.098	0.270	826.827	1.051
57+222.60	1.756	0.003	4.692	0.005	831.519	1.055
57+230	8.177	0.000	36.261	0.010	867.781	1.065
57+240	8.027	0.000	80.585	0.000	948.366	1.065
57+250	0.000	0.000	40.035	0.000	988.400	1.065
57+260	0.000	0.000	0.000	0.000	988.400	1.065
57+270	0.000	0.000	0.000	0.000	988.400	1.065
57+276.549	0.000	0.000	0.000	0.000	988.400	1.065
57+280	0.000	0.000	0.000	0.000	988.400	1.065
57+299.53	0.000	0.000	0.000	0.000	988.400	1.065

TOTAL (m3): 988.4 1.065

C