

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



**MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS
DEL KM. 58+200 AL KM. 58+500: SUPERFICIE DE RODADURA CON
CARPETA ASFÁLTICA DE 2 PULGADAS**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JOHN CHRISTIAN AGUIRRE QUISPE

Lima- Perú

2009

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS	5
LISTA DE GRÁFICOS	7
LISTA DE SÍMBOLOS	8
INTRODUCCIÓN	9
CAPITULO I: RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO	
1.1 Diagnóstico de la situación actual	10
1.2 Definición del problema y sus causas	11
1.3 Evaluación de Alternativas	15
CAPITULO II: SUPERFICIE DE RODADURA	
2.1 Generalidades	22
2.1.1 Definición de Mezcla Asfáltica	23
2.1.2 Mezcla Asfáltica en Caliente	24
2.1.3 Propiedades de la Mezcla Asfáltica	26
2.2 Materiales	33
2.2.1 Componentes de una Mezcla Asfáltica	33
2.3 Diseño de la Superficie de Rodadura	34
2.3.1 Análisis del Tráfico	34
2.3.2 Evaluación Superficial del Tramo	36
2.3.3 Evaluación Estructural	37
2.3.4 Diseño Estructural – Método AASHTO 1993	39
2.3.5 Variables de Diseño	39
2.3.6 Diseño Sistema Multicapa	43
2.3.7 Métodos de Diseño de la Carpeta Asfáltica	44
2.4 Controles de calidad	47
CAPITULO III: EXPEDIENTE TÉCNICO	
3.1 Memoria Descriptiva	51
3.2 Especificaciones Técnicas	55
3.3 Presupuesto	136

CONCLUSIONES	137
RECOMENDACIONES	139
BIBLIOGRAFÍA	140
ANEXOS	141

RESUMEN

En la primera sección se hace mención a la evaluación e identificación de alternativas de solución a nivel de perfil para 281.73 km. de la carretera Cañete - Yauyos- Chupaca, que fueron desarrolladas por los integrantes del grupo N° 5, seleccionando como alternativa ganadora, la que plantea: cambio de trazo, mejoramiento de la vía a nivel superficial con un carpeta asfáltica de 2", implementación de señalización vertical y horizontal, construcción de alcantarillas de desfogue tipo marco, cunetas triangulares revestidas, muro de contención de gravedad y enrocado para defensa ribereña como protección en la base del acantilado.

En el capítulo II se detalla el tipo, características, propiedades y criterios de diseño de superficie de rodadura; además del cálculo de los espesores del pavimento que caracteriza a los materiales mediante un coeficiente estructural asignado a cada una de las capas del pavimento. Este coeficiente estructural fue desarrollado en forma empírica usando la metodología de diseño AASHTO 1993, con el objeto de simplificar el procedimiento de diseño, esta simplificación en la caracterización de los materiales era necesaria ante la dificultad de implementar en la práctica el uso de modelos mecánicos en el proceso de diseño.

El presente trabajo brinda una síntesis de modelos mecánicos para la caracterización de los materiales y metodologías de análisis con fines de diseño de pavimento, el método de diseño considera al pavimento como un sistema multicapa. El material de cada capa está expresado en términos del número de repeticiones de un eje simple equivalente de 80 KN (18,000 libras), aplicado al pavimento en dos juegos de ruedas duales. En el análisis cada rueda dual está representada por dos placas circulares con un radio de 118 mm. (4.63"), espaciadas 361 mm. (14.2") centro a centro, y una presión de contacto de 621 kpa (70 psi). Correspondiendo a una carga por eje de 11.4 Ton (25,200 lbs) 40% más de las 18,000 lbs por considerar que los camiones en el tramo irán sobrecargados.

La subrasante o capa mas baja, se asume infinita en las direcciones vertical hacia abajo y horizontal. Las capas del pavimento, de espesor finito, son consideradas horizontalmente infinitas. Asimismo se asume que existe una continuidad (fricción total) en la interfase entre capas. Esta metodología asume que las cargas en la superficie producen 2 tipos de falla que son críticas para el diseño: La deformación horizontal de tensión ε_t en el fondo de la capa asfáltica y la deformación vertical de compresión ε_c en la parte superior de la capa de la subrasante.

En el capítulo III, se presenta el detalle de costos, precios unitarios, memoria descriptiva, especificaciones técnicas y cronograma de obra para la construcción de la estructura diseñada en el capítulo II.

LISTA DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1.01 UBICACIÓN DE LA CARRETERA	143
CUADRO 1.02 POBLACIÓN ACTUAL	143
CUADRO 1.03 VÍAS COMPRENDIDAS EN EL PROYECTO PERÚ	144
CUADRO 1.04 OFERTA VIAL EN LA SITUACIÓN "SIN PROYECTO"	145
CUADRO 1.05 COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO "SIN PROYECTO"	145
CUADRO 1.06 PRESUPUESTO DE OBRA, ALTERNATIVA N°1	146
CUADRO 1.07 COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO ALTERNATIVA N° 01	147
CUADRO 1.08 COSTO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO ALTERNATIVA N° 01	147
CUADRO 1.09 COSTO TOTAL ALTERNATIVA N°01	148
CUADRO 1.10 PRESUPUESTO DE OBRA, ALTERNATIVA N°2	149
CUADRO 1.11 COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO ALTERNATIVA N° 02	150
CUADRO 1.12 COSTO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO ALTERNATIVA N° 02	150
CUADRO 1.13 COSTO TOTAL ALTERNATIVA N°02	151
CUADRO 1.14 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO	151
CUADRO 1.15 COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR	152
CUADRO 1.16 COSTO UNITARIO DE OPERACIÓN VEHICULAR	152
CUADRO 1.17 BENEFICIOS INCREMENTALES	153
CUADRO 1.18 PRESUPUESTO EN MITIGACIÓN AMBIENTAL ALTERNATIVA N°1	153
CUADRO 1.19 PRESUPUESTO EN MITIGACIÓN AMBIENTAL ALTERNATIVA N°2	154
CUADRO 1.20 EVALUACIÓN ECONÓMICA ALTERNATIVA N°1	154
CUADRO 1.21 EVALUACIÓN ECONÓMICA ALTERNATIVA N°2	155
CUADRO 1.22 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	155
CUADRO 2.01 DISTRIBUCION POR TIPO DE VEHICULOS (IMD)	156
CUADRO 2.02 TASAS DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL	156
CUADRO 2.03 CÁLCULO DEL TRÁFICO DESVIADO	157
CUADRO 2.04 TASAS DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL	157
CUADRO 2.05 FACTORES DESTRUCTIVOS	35
CUADRO 2.06 NUMERO DE EJES EQUIVALENTES POR VEHICULO	36
CUADRO 2.07 PARAMETROS DE CALIDAD DEL AFIRMADO	157

	Pág.
CUADRO 2.08 CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE SUBRASANTE	39
CUADRO 2.09 NIVELES DE CONFIANZA SUGERIDOS PARA DIFERENTES CARRETERAS	158
CUADRO Nº 2.10 VALORES DE DESVIACION ESTANDAR NORMAL	158
CUADRO Nº 2.11 NUMERO DE EJES EQUIVALENTES POR VEHICULO	40
CUADRO Nº 2.12 RESUMEN DE CALIDAD SOPORTE DE LA SUBRASANTE	41
CUADRO Nº 2.13 VALORES DE COEFICIENTE DE DRENAJE	158
CUADRO Nº 2.14 DATOS PARA CALCULAR EL SN	44

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
GRÁFICO N° 1.01 UBICACIÓN DE POBLADOS	160
GRÁFICO N° 1.02 MAPAS DE PAQUETES DE PROYECTOS DEL PROYECTO PERÚ	161
GRÁFICO N° 1.03 ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS	162
GRÁFICO N° 1.04 ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES	163
GRÁFICO N° 2.01 VARIACIÓN DE a_1 EN FUNCIÓN DEL MODULO RESILIENTE DEL CONCRETO ASFÁLTICO	164
GRÁFICO N° 2.02 VARIACIÓN DE COEFICIENTE a_2 CON DIFERENTES PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE LA BASE GRANULAR	164
GRÁFICO N° 2.03 VARIACIÓN DE COEFICIENTE a_3 CON DIFERENTES PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE LA SUBBASE	165
GRÁFICO N° 2.04 PAQUETE ESTRUCTURAL	44

LISTA DE SÍMBOLOS

a_i = Coeficiente de equivalencia estructural de la capa i del pavimento, en cm^{-1}
CBR = Índice de Soporte de California
 D_b = Densidad del asfalto
 E^* = Módulo complejo
 $\frac{1}{2}E^*\frac{1}{2}$ = Módulo dinámico, psi
 E = Módulo dinámico de la mezcla asfáltica, 10^5 psi
 f = Frecuencia de carga, Hz
MrCA = Módulo de resiliencia de concreto asfáltico
MR = Módulo de resiliencia
 P = Penetración del bitumen (25°C , 0,1mm)
 P_{200} = % de agregado pasa N° 200
 P_{34} = % retenido en la malla 3/4"
 P_{38} = % retenido en la malla 3/8" con relación al peso total
 P_4 = % retenido en la malla N° 4 con relación al peso total
 $\%b$ = % de asfalto, expresado en relación a la masa total de la mezcla asfáltica
 S_m = Módulo de rigidez de la mezcla, Kgf/cm^2
 S_b = Módulo de rigidez del bitumen, Kgf/cm^2
SN = Número estructural del pavimento
 t = tiempo en s
 t_p = Temperatura, °F
 V_b = Volumen ocupado por el bitumen
 V_v = % de vacíos de la mezcla
 V_{beff} = % efectivo de asfalto en volumen
 V = Volumen del material (cm^3)
 V_{ag} = Volumen de agregado
 V_{bulk} = Volumen aparente de agregado
 V_{eff} = Volumen efectivo del agregado
 f = Ángulo de fase en grados
 m = Coeficiente de Poisson
 $h_{70^\circ\text{F}}$, 10^6 = Viscosidad absoluta del cemento asfáltico a 70°F ($21,1^\circ\text{C}$), poise
 h = Viscosidad del asfalto en 10^6
 s_x = Esfuerzo de tracción
 s_y = Esfuerzo de compresión
 w = Frecuencia angular en rad/s

INTRODUCCIÓN

Actualmente el transporte de carga y pasajeros en la carretera desde Cañete a Huancayo es de bajo tránsito debido a un trazo deficiente y al inadecuado estado de la superficie de rodadura, esto no ocurriría si la carretera estuviera en óptimas condiciones de transitabilidad, con un diseño geométrico eficiente y una superficie de rodadura adecuada. Mejorar estas deficiencias daría fluidez al tránsito de los vehículos que transportan productos a los diversos centros de abastecimientos; además que reduciría los gastos operativos de los vehículos.

El objetivo general del presente trabajo es brindar a la infraestructura vial un adecuado nivel de transitabilidad en términos de mejoramiento de la superficie de rodadura a nivel de Ingeniería Definitiva en la carretera Cañete-Yauyos correspondiente a una sección del Km. 58+200 al Km. 58+500 próximo a la localidad de Zúñiga en el departamento de Lima.

El objetivo específico es determinar los espesores de capas y características de materiales para que los esfuerzos y deformaciones causados por las sollicitaciones a que se somete la estructura permanezcan dentro de los límites admisibles durante la vida útil de la estructura que están constituyendo.

En el Capítulo I, se desarrollara la formulación y evaluación de las alternativas de solución propuestas para el proyecto de acuerdo a un análisis de sensibilidad de cada propuesta la alternativa de mayor beneficio.

En el Capítulo II, se propondrá un diseño de la estructura del pavimento de acuerdo a los parámetros e información obtenida de los estudios respectivos de la zona y dentro de las exigencias de las especificaciones técnicas.

Finalmente, en el Capítulo III, se detallan el expediente técnico de los trabajos a ejecutar, así como las especificaciones técnicas, presupuesto, costos y cronogramas de obra para la ejecución del proyecto en cuestión.

CAPITULO I RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

1.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Aspectos generales:

La Carretera Cañete-Yauyos, forma parte de la Ruta Departamental que une los departamentos de Lima y Junín, con una longitud de 281.73 Km. uniendo las localidades de San Vicente de Cañete, Lunahuana, Pacarán, Zúñiga, San Juan, San Gerónimo, Catahuasi, Chichicay, Capillucas, Calachota, Magdalena, Tinco Huantan, Llapay, Alis, Tomas, Tinco Yauricocha, San José de Quero, Chachicocha, Collpa, Roncha, Chupaca. (*Cuadro N° 1.01 "Ubicación de la Carretera" – ver anexos*).

Esta carretera establece la integración entre las localidades de San Vicente de Cañete y Chupaca, pueblo a 25 minutos de Huancayo. Por ende apoyándonos en la Panamericana Sur, podemos tener una conexión desde Lima hacia Huancayo, sin tener que pasar por la ya congestionada Carretera Central. Se espera que el mejoramiento y la rehabilitación de esta carretera, genere un mayor fluidez en el tráfico y paralelamente desvíe un porcentaje del tráfico de la carretera central, correspondiente a los vehículos que van desde Lima hacia Huancayo.

Actualmente el tránsito de carga y pasajeros en la carretera desde Cañete a Huancayo pierde 2 horas debido a una regular transitabilidad, al trazo deficiente y al inadecuado estado de la superficie de rodadura, este tiempo no se perdería si la carretera estuviera en óptimas condiciones de transitabilidad, con un diseño geométrico eficiente y una superficie de rodadura adecuada. Mejorar estas deficiencias daría fluidez a los vehículos que transportan productos a los diversos centros de abastecimientos; además que reduciría los gastos operativos de los vehículos.

El problema de la ineficiente y discontinua intercomunicación vial entre los pueblos de la cuenca del río Cañete viene dándose desde varias décadas atrás; Un buen manejo y reestructuración de esta vía permitiría una intercomunicación

eficiente con las redes regionales y nacionales abriéndoles mercados y nuevas oportunidades de negocio a los centros poblados a lo largo de la vía; de esta manera mejoraría el nivel y calidad de vida de los pobladores.

El tramo correspondiente al estudio de Ingeniería Definitivo corresponde a una sección de la Carretera Cañete-Yauyos del Km. 58+200 al Km. 58+500 próximo a la localidad de Zúñiga en el departamento de Lima.

Zona y poblaciones afectadas

Región : Región Lima y Región Junín

Provincias : Provincia Cañete-Yauyos-Chupaca

La población y zona afectada se detalla en el *Cuadro N° 1.02 “Población Actual”* y *GRÁFICO N° 1.01 “Ubicación de Poblados”* (ver anexos).

Compatibilidad del Proyecto con el Plan de Desarrollo:

El proyecto está inmerso en el Plan Intermodal de Transportes del Perú proyectado para el periodo 2004 – 2023 (*Cuadro N°1.03 “Vías Comprendidas en el Proyecto Perú” – ver anexos*) que tiene como objetivo general *“proveer los elementos necesarios para ordenar el desarrollo de la infraestructura, considerando la situación y características de los servicios de transporte, con una visión integral de mediano y largo plazo orientada a atender las demandas de la actividad productiva y social de la población a nivel nacional, armonizando el desarrollo regional descentralizado y apoyando el desenvolvimiento del comercio e intercambio internacional del país en el marco del proceso de integración”*.

El paquete donde se incluye el proyecto está considerado dentro del Eje Amazónico Centro que utiliza la alternativa por Pucallpa en su enlace con el Callao. El área de influencia de este eje estaría siendo formada por el Estado de Amazonas en Brasil y los departamentos de Ucayali, San Martín, Huanuco, Pasco, Junín y Lima. (*GRÁFICO N° 1.02 “Mapas de paquetes de Proyectos del Proyecto Perú”*) – ver anexos.

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y SUS CAUSAS

Descripción y Planteamiento del Problema Central

La carretera Cañete Yauyos se puede describir en dos grandes grupos, las pavimentadas y las no pavimentadas.

Vías pavimentadas.-

Comprende el tramo Cañete – Lunahuana (40.75 Km.) y el tramo Lunahuana - Pacarán (12.49 Km.), estos tramos se encuentran a nivel de vía asfaltada, con superficie de rodadura de carpeta asfáltica en regular condición de conservación, puesto que existen algunas zonas donde se necesita intervenir con un tratamiento superficial, sello de fisuras o similar. *(Cuadro N°1.04 Oferta vial en la situación “sin proyecto”) – ver anexos.*

Adicionalmente a esto, se puede apreciar que en algunos puntos, se presentan peligros de colapso de la vía debido a erosiones producidas por el río Cañete. Por otro lado el tramo carece de una deficiente señalización vertical u horizontal.

Vías No pavimentadas.-

En los tramos Pacarán – Zúñiga (4.15 Km.), Zúñiga – Yauyos (72.60 Km.), Yauyos - Ronchas (135.13 Km.) y Ronchas - Chupaca (16.61 Km.) la vía se encuentra a nivel de afirmado, con una superficie de rodadura de afirmado. La carretera en este tramo se encuentra en malas condiciones, presenta baches y rugosidad excesiva. Adicionalmente en la carretera se presentan problemas de derrumbes, puesto que la vía se encuentra emplazada en una ladera de corte. En temporadas de lluvias (Diciembre – Marzo) ante la falta de obras de drenaje, se producen inundaciones en la vía y huaycos, los cuales obstaculizan la vía. Finalmente el tramo carece de cualquier tipo de señalización vertical u horizontal.

La situación actual de la vía perjudica a los productores locales, puesto que retrasa y muchas veces impide las salidas de sus productos a un mercado mayor como puede ser Huancayo o Lima.

En base en el diagnóstico realizado se ha identificado la existencia del siguiente problema central: **“Deficiente nivel de transitabilidad que perjudica el traslado de carga y pasajeros”**.

Desarrollo del árbol de Causas y efectos

En seguida se identifica el problema central así como sus causas y efectos:

a.- Causas Indirectas:

- Falta de un plan y/o programa de mantenimiento, por lo cual la vegetación invade el derecho de vía, los derrumbes no son atendidos a tiempo, las fisuras baches no se reparan a tiempo, disminuyendo de esta manera el tiempo de vida de la vía
- Falta de Señalización horizontal y vertical, esto produce una cantidad considerable de accidentes, lo cual paraliza el tránsito, extendiendo el tiempo de viaje.
- No existe una buena superficie de rodadura.
- Deficiente diseño geométrico de la vía, este no permite el aumento de la velocidad directriz, extendiendo el tiempo de viaje. Asimismo la existencia de centros poblados a lo largo de la vía impide el desarrollo continuo de esta.
- Condiciones hidráulicas e hidrológicas desfavorables, las cuales son producidas en su mayoría por el riego a través de canales de tierra, que se da indiscriminadamente a lo largo de toda la vía. Adicionalmente existen muy pocas obras de drenaje que conduzcan el flujo de una manera óptima.
- Periódicamente la vía se ve expuesta a los embates producidos por el fenómeno del niño, en vista que no existen planes de contingencia para estos casos.
- En temporadas de lluvia, al estar la vía emplazada a media ladera, se ve expuesta a los huaycos y derrumbes originados en las quebradas.

b.- Causa Directa:

- Falta de mantenimiento y seguridad vial.
- Deficiente diseño geométrico.
- Exposición a condiciones exógenas desfavorables.

c.- Efectos Indirectos:

- Falta de presencia activa del estado.
- Desmedro de la capacidad productiva de la zona.
- Aumento de los costos de transporte y tiempos de viaje.

d.- Efectos Directos:

- El incremento de la población, cuyas necesidades básicas no son atendidas, genera un desarrollo marginal de la población.
- Disminución de la capacidad de carga, la pérdida de productos mayormente perecibles originan una baja producción de la zona, afectando fuertemente a los productores locales.
- Se producen accidentes de tránsito.
- Se producen obstrucciones a la vía las cuales al ser atendidas a destiempo producen pérdidas económicas en el transporte de carga y pasajeros.
- La baja velocidad directriz no fomenta el incremento del tráfico.

Todos estos efectos contribuyen a un efecto final expresado como: **“bajo nivel de vida de la población”**. . (GRÁFICO N° 1.03 “Árbol de causas y efectos”) – ver anexos.

Desarrollo del árbol de medios y fines

Vista la problemática, el objetivo que plantea este proyecto es proporcionar un **“ADECUADO NIVEL DE TRANSITABILIDAD DE LA VÍA”**.

PROBLEMA CENTRAL

“Deficiente nivel de transitabilidad que perjudica el traslado de carga y pasajeros”



OBJETIVO CENTRAL

“Adecuado nivel de transitabilidad de la vía”.

a.- Medios Fundamentales:

Los medios necesarios para alcanzar el objetivo son:

- Elaboración de un Programa de mantenimiento adecuado.
- Plan de Seguridad Vial.

- Colocación de una superficie de rodadura adecuada.
- Rectificación del eje de la vía existente.
- Adecuada sección vial
- Canalización y evacuación de las aguas de riego y pluviales
- Ejecución de obras de mitigación de derrumbes y huaycos
- Plan de acción para mitigación de los efectos producidos por el fenómeno del niño.

b.- Medios de Primer Nivel:

- Actividades de mantenimiento y seguridad vial.
- Adecuación del diseño geométrico.
- Programas de protección de la vía ante condiciones exógenas.

c.- Fines Indirectos:

Los fines que se persigue son:

- Presencia activa del estado.
- Optimización de la capacidad productiva de la zona.
- Disminución de los costos de transporte y optimización de los tiempos de viaje.

d.- Fines Directos:

- Desarrollo sostenible de la población.
- Aumento y optimización de la capacidad de carga; dando un incremento en la producción local.
- Disminución de accidentes.
- Vía sin obstrucciones.
- Aumento de la velocidad directriz; optimizando los tiempos de recorrido de transporte.

Todos estos Fines conllevan a un Fin Ultimo expresado como: **“Mejorar el nivel de vida de la población”**. *GRÁFICO N° 1.04 “Árbol de medios y fines” – ver anexos.*

1.3 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Alternativas de Solución

a.- Alternativa 01:

Se ejecutará un cambio de trazo, mejoramiento de la vía a nivel superficial con un carpeta asfáltica de 2", implementación de señalización vertical y horizontal, construcción de alcantarillas de desfogue tipo marco, cunetas triangulares revestidas, muro de contención de gravedad y enrocado para defensa ribereñas para protección de la base del acantilado.

b.- Alternativa 02:

Se ejecutará un cambio de trazo, un mejoramiento de la vía a nivel superficial con un tratamiento en solución básica, implementación de señalización vertical y horizontal, construcción de alcantarillas de desfogue tipo marco, cunetas triangulares revestidas, muro de contención de concreto armado y gaviones para defensa ribereñas y protección de la base del acantilado.

Horizonte del proyecto

Considerando que la alternativa de solución del proyecto es a nivel de Asfaltado con carpeta de 2" de espesor, se considera que el horizonte del proyecto es de 10 años.

Área de influencia

El área de influencia del proyecto está conformado por los centros poblados que delimitan a cada lado de la vía aproximadamente en 2.5 Km. de los distritos involucrados a las márgenes de la carretera; entre ellos se encuentran:

San Vicente de Cañete, Lunahuana, Pacarán, Zúñiga, San Juan, San Gerónimo, Catahuasi, Chichicay, Capillucas, Calachota, Magdalena, Tinco Huantan, Llapay, Alis, Tomas, Tinco Yauricocha, San José de Quero, Chachicocha, Collpa, Roncha, Chupaca

Análisis de la Demanda

a.- Demanda proyectada “sin proyecto”

La demanda proyectada es el tráfico existente sin haberse implementado el proyecto, el crecimiento del tráfico vehicular está dado en 2.0% (tasa de crecimiento poblacional) para vehículos de pasajero y de 4.5% para vehículos de carga (PBI agropecuario departamental).

b.- Demanda proyectada “con proyecto”

El tráfico proyectado en la situación con proyecto está dado por el tráfico generado, que es el 30% del IMD en situación sin proyecto; y el tránsito desviado. El crecimiento del tráfico es el mismo es decir, 2.0% para vehículos de pasajeros y 4.5% para vehículos de carga; además se adiciona un tráfico desviado.

Análisis de Oferta

La oferta vial existente se detalla en el *Cuadro N°1.04 “Oferta vial en la situación “sin proyecto”*, información recabada del inventario vial – ver anexos.

Balance Oferta - Demanda

Alternativa 1:

Rehabilitación y Mejoramiento

Características Técnicas de la Carretera

IMD:	> 400 vehículos/día
Longitud:	281 Km.
Velocidad Directriz:	50 Km./hr.
Pendiente Máxima:	8%
Radio mínimo Normal:	85 m
Ancho Sup. Rodadura:	6.60 m
Berma:	1.50 m.
Bombeo:	2%
Cunetas:	Triangular 0.75mx0.50m
Talud de relleno:	1 : 1.5
Carpeta de Rodadura	: Carpeta Asfáltica 2”
Espesor de afirmado:	0.15 m

Alternativa 2: Rehabilitación y Mejoramiento

Características Técnicas de la Carretera

IMD:	> 400 vehículos/día
Longitud:	281 km
Velocidad Directriz:	50 Km/hr
Pendiente Máxima:	8%
Radio mínimo Normal:	85 m
Ancho Sup. Rodadura:	6.60 m
Berma:	1.50 m.
Bombeo:	1%
Cunetas:	Triangular 0.75m x 0.50m
Talud de relleno:	1 : 1.5
Carpeta de Rodadura	: Tratamiento superficial en solución básica.
Espesor de afirmado:	0.15 m.

Costo en la situación “Sin Proyecto”

Los costos en la situación “sin proyecto” están dados por las actividades desarrolladas para el mantenimiento y preservación del tráfico vehicular existente. La suma para 10 años de la situación “Sin Proyecto”, correspondiente a la situación optimizada asciende a **USD \$ 15'297,009.30** Dólares americanos. *Cuadro N° 1.05 “Costo Para 10 Años Sin Proyecto” - ver anexos.*

Costos en la situación “con proyecto”

a.- Alternativa 01:

Se ejecutará un cambio de trazo, mejoramiento de la vía a nivel superficial con un carpeta asfáltica de 2”, implementación de señalización vertical y horizontal, construcción de alcantarillas de desfogue tipo marco, cunetas triangulares revestidas, muro de contención de gravedad y enrocado para defensa ribereñas y protección de base del acantilado.

El presupuesto de obra para la alternativa 01 considera un 25 % de Gastos Generales más Utilidad, aproximadamente el costo por Kilómetro es de

\$846.939,56 (Ochocientos cuarenta y seis mil novecientos treinta y nueve y 56/100 Dólares Americanos). *Cuadro N° 1.06 “Presupuesto de Obra, alternativa N°1”*. El costo por Mantenimiento Rutinario y Periódico se detallan en el *Cuadro N° 1.07 “Costo de Mantenimiento rutinario Alternativa N°01”* y *Cuadro N° 1.08 “Costo de Mantenimiento Periódico Alternativa N°01”* – ver anexos.

La suma para 10 años de la alternativa N° 1 asciende a **USD \$ 261, 093,045.95** Dólares americanos. *Cuadro N° 1.09 “Costo Total Alternativa N°01”* – ver anexos.

b.- Alternativa 02:

Se ejecutará un cambio de trazo, un mejoramiento de la vía a nivel superficial con un tratamiento en solución básica, implementación de señalización vertical y horizontal, construcción de alcantarillas de desfogue tipo marco, cunetas triangulares revestidas, muro de contención de concreto armado y gaviones para defensa ribereñas para protección de base del acantilado. *Cuadro N° 1.10 “Presupuesto de Obra, alternativa N°2”*, El costo por Mantenimiento Rutinario y Periódico se detallan en el *Cuadro N° 1.11 “Costo de Mantenimiento rutinario Alternativa N°02”* y *Cuadro N° 1.12 “Costo de Mantenimiento Periódico Alternativa N°02”* – ver anexos.

La suma para 10 años de la alternativa N° 2 asciende a **US \$ 265, 739,474.04** Dólares americanos. . *Cuadro N° 1.13 “Costo Total Alternativa N°02”* – ver anexos.

Cronograma de actividades

Esta tarea tiene por objetivo elaborar el cronograma de ejecución del proyecto, considerando todas las fases y etapas que serán necesarios seguir, (*Cuadro N°1.14 “Cronograma de ejecución del proyecto”*)- ver anexos.

FASE I: PRE INVERSIÓN	5 meses
FASE II: INVERSIÓN	18 meses
FASE III: POST INVERSIÓN	10 años

Beneficio por ahorro en costo de operación vehicular

Los beneficios del proyecto corresponden a los beneficios por ahorro en los costos de operación vehicular incluyendo en el mismo el ahorro por tiempo de viaje.

En el *cuadro N° 1.15 “Costo de Operación vehicular”* se presenta el resumen de los beneficios por alternativa considerando el costo de operación vehicular en \$. Veh-KmA precios Sociales (*Cuadro N° 1.16 “Costo Unitario de Operación vehicular”*.) – ver anexos.

Beneficios incrementales

Los beneficios incrementales son la diferencia entre los beneficios con proyecto menos los beneficios sin proyecto. (*Cuadro N° 1.17 “Beneficios incrementales”*.) – ver anexos.

Impacto ambiental

El impacto ambiental calculado para cada alternativa es como sigue:

Alternativa N° 1 asciende a US \$ 559,136.25 Dólares americanos. . *Cuadro N°1.18 “Presupuesto en Mitigación Ambiental- Alternativa N°01”* – ver anexos.

Alternativa N° 2 asciende a US \$ 502,124.25 Dólares americanos. . *Cuadro N°1.19 “Presupuesto en Mitigación Ambiental- Alternativa N°02”* – ver anexos.

Evaluación económica y análisis de sensibilidad

Se realizó la evaluación económica para ambas alternativas, con una tasa de descuento de 11% y para el análisis de sensibilidad se hizo variar la inversión en +10% y +20% y los beneficios en -10% y -20% presentando los siguientes indicadores económicos:

Alternativa N° 01 (*Cuadro N°1.20 “Evaluación Económica- Alternativa N°01”*) – ver anexos.

Alternativa N° 02 (*Cuadro N°1.21 “Evaluación Económica- Alternativa N°01”*) – ver anexos.

Selección de alternativas

Realizada la evaluación y el análisis de sensibilidad *Cuadro N°1.22 “Análisis de Sensibilidad”* (ver anexos), la alternativa menos perjudicial es la alternativa 1, Mejoramiento y rehabilitación a nivel de carpeta, con una tasa interna de retorno de -12.25%, valor actual neto de US \$ -149`108,370.00 y una relación beneficio costo de 0,38.

CAPÍTULO II: SUPERFICIE DE RODADURA

2.1. GENERALIDADES

La carretera Cañete-Yauyos del KM 58+200 al KM. 58+500, se ubica entre los niveles topográficos 710 m.s.n.m y 750 m.s.n.m. La vía se desarrolla en la ladera del valle de Cañete, donde es se empiezan a presentar en forma frecuente los paisajes de quebradas onduladas que se suceden unas a otras en áreas de relativa media pendiente, lugar donde crece la vegetación propia de áreas semi cordilleranas.

En base a la exploración de suelos y a las calicatas efectuadas, se ha podido medir los diferentes espesores de la estructura del pavimento. Observando así que el espesor varia de 0.15 a 0.20 m. La vía se encuentra a nivel de afirmado, presenta una subrasante conformada mayormente por materiales con características limo arenosas, a los que se les asocia una resistencia de media a alta para los fines de diseño de pavimentos.

La evaluación estructural del pavimento existente, se ha desarrollado por métodos destructivos, la metodología desarrollada se detalla en el Estudio de Suelo del Estudio Definitivo del Proyecto: "Mejoramiento de la carretera Cañete-Yauyos del KM 58+200 al KM. 58+500", el suelo presenta un perfil estratigráfico y resistencia de similares características, por lo que el tramo del Km. 58+200 al Km. 58+500, se considera único para fines de diseño.

El objetivo general es proponer un diseño de mezcla asfáltica con un contenido de asfalto adecuado y graduación de agregados económicos (dentro de las exigencias de las especificaciones).

Se debe proponer una mezcla que posea:

- Asfalto suficiente para asegurar un pavimento durable a través del total recubrimiento de las partículas del agregado e impermeabilización y trabazón de las mismas bajo una adecuada compactación.

- Estabilidad suficiente para la mezcla para satisfacer los requerimientos de servicio y las demandas del tráfico sin deformación o desplazamiento.
- Cantidad de vacíos en la mezcla total compactada suficiente para evitar el afloramiento, la exudación y la pérdida de estabilidad.
- Adecuada trabajabilidad para permitir una operación de construcción eficiente en la colocación de la mezcla para pavimentación.

Las pruebas que se realizan en un diseño de mezclas asfálticas en todo proyecto constructivo son:

- Ensayos de diseño preliminar
- Ensayos de aceptación de materiales
- Ensayos de control de producción de la mezcla
- Ensayos rutinarios de control de la construcción

2.1.1 Definición de Mezcla Asfáltica.

Las mezclas asfálticas, también reciben el nombre de aglomerados, están formadas por una combinación de agregados pétreos y un ligante hidrocarbonato, de manera que aquellos quedan cubiertos por una película continua. Estos se fabrican en unas centrales fijas o móviles, se transportan después a la obra y allí se extienden y se compactan. (Kraemer et al., 2004).

Las mezclas asfálticas se utilizan en la construcción de carreteras, aeropuertos, pavimentos industriales, entre otros. Sin olvidar que se utilizan en las capas inferiores de los firmes para tráficos pesados intensos. Están constituidas aproximadamente por un 90 % de agregados pétreos grueso y fino, un 5% de polvo mineral (filler) y otro 5% de ligante asfáltico. Los componentes mencionados anteriormente son de gran importancia para el correcto funcionamiento del pavimento y la falta de calidad en alguno de ellos afecta el conjunto.

El ligante asfáltico y el polvo mineral son los dos elementos que más influyen tanto en la calidad de la mezcla asfáltica como en su costo total.

2.1.2 Mezcla Asfáltica en Caliente

Se fabrican con asfaltos a unas temperaturas elevadas, en el rango de los 150 grados centígrados, según la viscosidad del ligante, se calientan también los agregados, para que el asfalto no se enfríe al entrar en contacto con ellos. La puesta en obra se realiza a temperaturas muy superiores a la ambiente, pues en caso contrario, estos materiales no pueden extenderse y menos aún compactarse adecuadamente.

Constituye el tipo más generalizado de mezcla asfáltica y se define como mezcla asfáltica en caliente, la combinación de un ligante hidrocarbonado, agregados incluyendo el polvo mineral y, eventualmente, aditivos, de manera que todas las partículas del agregado queden muy bien recubiertas por una película homogénea de ligante. Su proceso de fabricación implica calentar el ligante y los agregados (excepto, eventualmente, el polvo mineral de aportación) y su puesta en obra debe realizarse a una temperatura muy superior a la ambiente.

Se emplean tanto en la construcción de carreteras, como de vías urbanas y aeropuertos, y se utilizan tanto para capas de rodadura como para capas inferiores de los firmes. Existen a su vez subtipos dentro de esta familia de mezclas con diferentes características. Se fabrican con asfaltos aunque en ocasiones se recurre al empleo de asfaltos modificados, las proporciones pueden variar desde el 3% al 6% de asfalto en volumen de agregados pétreos.

Empleo de las mezclas asfálticas en la construcción de Carreteras.

Las mezclas asfálticas se emplean en la construcción de carreteras, ya sea en capas de rodadura o en capas inferiores y su función es proporcionar una superficie de rodamiento cómoda, segura y económica a los usuarios de las vías de comunicación, facilitando la circulación de los vehículos, aparte de transmitir suficientemente las cargas debidas al tráfico a la explanada para que sean soportadas por ésta.

Funcionalidad de las mezclas asfálticas en los firmes.

Las mezclas asfálticas como ya se ha visto anteriormente sirven para soportar directamente las acciones de los neumáticos y transmitir las cargas a las capas inferiores, proporcionando unas condiciones adecuadas de rodadura, cuando se

emplean en capas superficiales; y como material con resistencia simplemente estructural o mecánica en las demás capas de los firmes.

Como material simplemente estructural se pueden caracterizar de varias formas. La evaluación de parte de sus propiedades por la cohesión y el rozamiento interno es comúnmente utilizada; o por un módulo de rigidez longitudinal y un módulo transversal, o incluso por un valor de estabilidad y de deformación. Como en otros materiales hay que considerar también, la resistencia a la rotura, las leyes de fatiga y las deformaciones plásticas.

El comportamiento de la mezcla depende de circunstancias externas a ellas mismas, tales como son el tiempo de aplicación de la carga y de la temperatura. Por esta causa su caracterización y propiedades tienen que estar vinculadas a estos factores, temperatura y duración de la carga, lo que implica la necesidad del conocimiento de la geología del material.

Las cualidades funcionales del firme residen fundamentalmente en su superficie. De su acabado y de los materiales que se hayan empleado en su construcción dependen aspectos tan interesantes y preocupantes para los usuarios como:

1. La adherencia del neumático al firme.
2. Las proyecciones de agua en tiempo de lluvia.
3. El desgaste de los neumáticos.
4. El ruido en el exterior y en el interior del vehículo.
5. La comodidad y estabilidad en marcha.
6. Las cargas dinámicas del tráfico.
7. La resistencia a la rodadura (consumo de carburante).
8. El envejecimiento de los vehículos.
9. Las propiedades ópticas.

Estos aspectos funcionales del firme están principalmente asociados con la textura y la regularidad superficial del pavimento.

Actualmente la reología de las mezclas está bien estudiada tanto desde el punto de vista experimental como del teórico, con una consecuencia práctica

inmediata: la mejor adaptación de las fórmulas de trabajo y de los materiales a las condiciones reales de cada pavimento. Por ejemplo, son fácilmente asequibles estos ajustes, según la región climática o las condiciones de velocidad de los vehículos, en los métodos de diseño de pavimentos.

Como resumen, se puede decir que en una mezcla asfáltica, en general, hay que optimizar las propiedades siguientes:

- Estabilidad.
- Durabilidad.
- Resistencia a la fatiga.
- Resistencia al deslizamiento.
- Regularidad.
- Permeabilidad adecuada.
- Sonoridad.
- Color, entre otras.

2.1.3 Propiedades de la Mezcla Asfáltica.

El objetivo general es una mezcla y graduación de agregados económicos (dentro de las exigencias de las especificaciones) y un contenido de asfalto adecuado que produzca una mezcla que posea:

a) Estabilidad

Es la capacidad de resistir deformaciones provocadas por la carga del tránsito. La estabilidad debe ser lo suficientemente alta para mantener su forma y lisura bajo las cargas del tránsito esperado, pero no tan alto como para producir pavimentos demasiado rígidos y por lo tanto menos durables. La estabilidad de una mezcla depende de la fricción interna y la cohesión.

La fricción entre las partículas está relacionada con las características del agregado en cuanto a la forma y la textura superficial, entre más granular sea el agregado y más áspera sea su textura, más alta será la estabilidad de la mezcla. También la estabilidad aumenta con la densificación de las partículas mediante granulometrías cerradas y una adecuada compactación.

La cohesión es la fuerza aglutinante de la mezcla, la cual varía con la intensidad de la carga, el área cargada y la viscosidad del asfalto. El contenido y naturaleza del filler y del ligante, también influyen en la estabilidad de la mezcla.

Existen muchas causas y efectos asociados con una estabilidad insuficiente en el pavimento como se muestra a continuación.

Causas

Exceso de asfalto en la mezcla.

Exceso de arena de tamaño medio en la mezcla.

Agregado redondeado sin o pocas superficies trituradas.

Efectos

Ondulaciones, ahuellamiento y exudación.

Baja resistencia durante la compactación y posteriormente, dificultad en la compactación.

Ahuellamiento y canalización.

b) Durabilidad

Es la capacidad de resistir la desintegración debido al tránsito y al clima. La durabilidad de las mezclas depende, hasta cierto punto, de los materiales que lo componen. La causa de la desintegración y rotura del ligante está ligado con su envejecimiento debido a la oxidación y volatilización. La durabilidad de una mezcla puede ser mejorada teniendo en cuenta los siguientes criterios:

Mayor cantidad posible de asfalto, porque las películas gruesas de asfalto no envejecen tan rápido como las películas delgadas. Sella un gran porcentaje de vacíos haciendo difícil la penetración del aire y agua, pero se debe de dejar un cierto porcentaje de vacíos para permitir la expansión del asfalto.

Graduación densa del agregado, duro y resistente a la separación; el cual mejora la impermeabilidad de la mezcla, resiste la desintegración bajo cargas del tránsito y la acción del agua. La resistencia a la separación puede ser mejorada con la adición de aditivos mejoradores de adherencia o rellenos minerales como la cal hidratada.

Compactación de la mezcla para obtener la máxima impermeabilidad posible para evitar el ingreso de agua y aire en el pavimento.

Algunas de las causas y efectos asociados con una poca durabilidad del pavimento:

Causas

Bajo contenido de asfalto.

Alto contenido de vacíos en la mezcla.

Agregados susceptibles al agua.

Efectos

Endurecimiento rápido del asfalto y desintegración por pérdida del agregado.

Endurecimiento temprano del asfalto, seguido por agrietamiento o desintegración.

Desprendimiento del asfalto, dejando un pavimento desgastado o desintegrado.

c) Flexibilidad

Es la capacidad para acomodarse sin que se agriete, asentamientos graduales y a movimientos en la base y la subrasante. Los asentamientos diferenciales ocurren ocasionalmente, debido a las cargas del tránsito y los movimientos por la expansión del suelo. Por esta razón el pavimento asfáltico debe tener la capacidad de adaptarse a los asentamientos localizados o diferenciales sin quebrarse. La flexibilidad de una mezcla asfáltica aumenta con altos contenidos de ligante y agregados de granulometría relativamente abierta.

d) Resistencia a la fatiga

Capacidad de soportar flexiones repetidas causadas por las fatigas de tránsito. Cuanto mayor es la cantidad de asfalto, mayor es la resistencia a la fatiga, sin producir exudación o afloramiento en el pavimento compactado. Las pruebas indican que las mezclas de graduación cerrada tienen mayor resistencia a la fatiga que las de graduación abierta. La resistencia a la fatiga puede relacionarse íntimamente con el módulo de rigidez, es decir, cuando aumenta la rigidez disminuye la fatiga. Se presenta a continuación varias causas y efectos que conducen a una mala resistencia a la fatiga:

Causas

Bajo contenido de asfalto.

Falta de compactación.

Espesor inadecuado del pavimento (delgado).

Efectos

Agrietamiento por fatiga.

Envejecimiento temprano del asfalto seguido por agrietamiento por fatiga.

Demasiada flexión seguida por agrietamiento por fatiga.

e) Resistencia al deslizamiento

Capacidad de la superficie del pavimento asfáltico de ofrecer resistencia al resbalamiento o desplazamiento de la rueda de los vehículos, particularmente cuando la superficie esta mojada. En general los factores que proporcionan una alta resistencia al deslizamiento son los que contribuyen a una alta estabilidad y la naturaleza de los áridos. Una superficie áspera y rugosa tendrá mayor resistencia al desplazamiento que una superficie lisa. Los agregados calcáreos son más susceptibles al pulimento que los agregados silíceos. Los efectos asociados con una mala resistencia al deslizamiento pueden ser a causa de:

Causas

Exceso de asfalto.

Agregado mal graduado o con mala textura.

Agregado pulido en la mezcla.

Efectos

Exudación, poca resistencia al deslizamiento.

Pavimento liso, posibilidad de hidropilaje (neumático rueda sobre una película de agua)

Poca resistencia al deslizamiento.

f) Impermeabilidad

Es la resistencia al paso del aire y agua hacia su interior, o a través de él. Al mejorar la impermeabilidad aumenta su durabilidad, se tiene un alto contenido de ligante, una estructura cerrada y una buena compactación en obra. Los

efectos asociados con valores de impermeabilidad para pavimentos de graduación densa pueden ser debido a:

Causas

Bajo contenido de asfalto.

Alto contenido de vacíos en la mezcla.

Compactación inadecuada.

Efectos

Las películas delgadas de asfalto causarán un envejecimiento y desintegración de la mezcla.

Fácil penetración del agua y aire en la mezcla, causando oxidación y desintegración.

Alto porcentaje de vacíos causando infiltración de agua y baja estabilidad.

g) Trabajabilidad

Es la facilidad con que una mezcla de pavimentación puede ser colocada y compactada. La trabajabilidad puede ser mejorada modificando los parámetros del diseño de mezcla, tipo de agregado y/o granulometría. Las mezclas que son fácilmente trabajables o deformables se conocen como mezclas tiernas, las cuales son demasiado inestables para ser colocadas y compactadas apropiadamente. El asfalto tiene algún efecto sobre la trabajabilidad debido a que la temperatura de la mezcla afecta la viscosidad del asfalto, una temperatura demasiado baja hará que la mezcla se vuelva tierna. Algunas causas y efectos relacionados con la mala trabajabilidad se mencionan a continuación:

Causas

Tamaño máximo de partícula: grande.

Demasiada cantidad de agregado grueso.

Muy baja temperatura de mezcla.

Demasiada arena de tamaño medio.

Bajo contenido de relleno mineral.

Alto contenido de relleno mineral.

Efectos

Superficie áspera, difícil de colocar.

Puede ser difícil de compactar y tendencia a segregarse durante su manejo.

Agregado sin revestir, mezcla poco durable, superficie áspera, difícil de compactar.

La mezcla se desplaza bajo la compactadora y permanece tierna.

Mezcla tierna, altamente permeable.

Mezcla muy viscosa, difícil de manejar y compactar, poco durable.

h) Resistencia a la rotura

Es la máxima tracción que puede soportar una mezcla asfáltica. La resistencia aumentará cuanto más reducido sea el tiempo de carga y menor la temperatura. La rotura puede producirse por efecto de las cargas de circulación y tensiones que producen los cambios de temperatura o la acción del hielo. Los factores que influyen en la resistencia a la rotura son el contenido de ligante, granulometría y naturaleza de los áridos, concentración de filler y densidad de la mezcla. Las mezclas sufren cambios de volumen como consecuencia de los cambios de temperatura. Si están restringidos por la fricción de otras capas del firme, se desarrollarán tensiones que pueden provocar la rotura del pavimento o colaborar en la misma.

Propiedades de las mezclas asfálticas para capas de rodadura.

La capa superior de un pavimento es la que debe proporcionar una superficie de rodadura segura, confortable y estética. Como todas las exigencias deseables para una superficie de rodadura no pueden optimizarse simultáneamente hay que equilibrar las propiedades contrapuestas para llegar a las soluciones más satisfactorias. Los materiales asfálticos proporcionan superficies continuas y cómodas para la rodadura de los vehículos. No obstante, hay que establecer un balance entre la durabilidad, rugosidad, impermeabilidad, y otras características útiles o imprescindibles para el usuario. Por ejemplo, en los países fríos, en particular en el centro de Europa, se han desarrollado mezclas muy impermeables y ricas en mortero. Si estas mezclas no proporcionan la textura adecuada, se recurre a procedimientos ajenos a la propia mezcla como son la incrustación en la superficie e gravillas o al abujardado en caliente.

En las capas de rodadura el uso de agregados de alta calidad y de aditivos se justifica por las solicitaciones a que están sometidas. Actualmente la modificación de ligantes se ha generalizado para carreteras importantes

persiguiéndose la optimización de la respuesta mecánica y de la durabilidad de la mezcla. Por la misma razón, la calidad de los agregados es absolutamente imprescindible, aunque todo ello suponga un costo mayor para el pavimento.

La tendencia española tradicional para el diseño de las mezclas de las capas gruesas de base ha sido la de elegir granulometrías inspiradas en el Instituto del Asfalto, con muchos huecos. Las mezclas anteriores son netamente abiertas con un esqueleto mineral, en cuyo rozamiento interno radica la función resistente. Estas mezclas se podían considerar inspiradas en las antiguas bases de piedra partida o Macadam tratadas por penetración con ligantes hidrocarbonados.

Propiedades funcionales de las mezclas asfálticas:

- **Seguridad**
 - Resistencia al deslizamiento
 - Regularidad transversal
 - Visibilidad (marcas viables)
- **Comodidad**
 - Regularidad Longitudinal.
 - Regularidad Transversal.
 - Visibilidad.
 - Ruido.
- **Durabilidad.**
 - Capacidad de Soporte.
 - Resistencia a la desintegración superficial.
- **Medio Ambiente.**
 - Ruido.
 - Capacidad de ser reciclado.
- **Trabajabilidad.**

Propiedades técnicas de las mezclas asfálticas:

- **Textura Superficial.**
- **Conductividad hidráulica.**
- **Absorción de ruido.**
- **Propiedades mecánicas.**

- Resistencia a la fisuración por fatiga.
- Resistencia a las deformaciones plásticas permanentes.
- Módulo de rigidez.
- Resistencia a la pérdida de partículas.
- **Durabilidad (en relación al clima).**
 - Resistencia al lavado por el agua.
 - Resistencia a la fisuración térmica.
 - Resistencia a la fisuración por reflexión.
 - Resistencia al envejecimiento.
- **Trabajabilidad.**
 - Compactabilidad.
 - Resistencia a la segregación agregado grueso/fino.
 - Resistencia a la segregación agregado/ligante.

2.2 MATERIALES

Una mezcla asfáltica en caliente consiste en una combinación de agregados uniformemente mezclados y recubiertos por cemento asfáltico. Para secar los agregados y obtener suficiente fluidez del cemento asfáltico, además de lograr adecuada trabajabilidad y mezclado, deben ser calentados tanto el agregado como el asfalto antes del mezclado; de ahí el término “Mezcla en caliente”.

El concreto asfáltico es un tipo de mezcla en caliente sometida a requerimientos estrictos, por lo cual deberá ser definida bien exactamente. Es una mezcla de alta calidad, cuidadosamente controlada, de cemento asfáltico y agregado bien graduado y de gran rendimiento, enteramente compactada llevándola a una masa de densidad uniforme tipificada como mezcla de graduación cerrada o densa para pavimentación.

2.2.1 Componentes de una Mezcla asfáltica.

a. Material pétreo

Está conformado por agregado grueso y agregado fino, los cuales cumplen cierta granulometría y propiedades físico-mecánicas.

b. Asfalto

Producto que se obtiene de la destilación del petróleo, cuya variedad y tipos van desde sólidos, duros, quebradizos hasta líquidos casi tan fluidos como el agua.

c. 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.

2.3 DISEÑO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA

El diseño de mezclas asfálticas para pavimentación, como cualquier diseño de ingeniería de materiales, es una cuestión de selección de proporciones de materiales, así obtener las cualidades y propiedades deseadas para resistir las sollicitaciones de cargas previstas durante el periodo de servicio.

2.3.1 Análisis del Tráfico

El análisis de Tráfico, determina el tránsito actual; sus características y proyecciones para el período de vida útil, en número acumulado de repeticiones de carga de eje equivalente de 8.2 toneladas, dato necesario para el diseño de la estructura del pavimento.

El estudio de tráfico se determinó en una estación de conteo ubicado en el distrito de Zúñiga, las que fue denominadas como E1: Zúñiga.

En el *Cuadro N° 2.01 “Distribución por Tipo de Vehículo (IMD)”*, se muestra el volumen de tráfico que transita diariamente por la zona en estudio. – ver anexos.

Se ha considerado como año base el 2008 (inicio de tráfico). En el *Cuadro N° 2.02 “Tasas de Crecimiento Promedio Anual” (ver anexos)*, muestra las tasas de crecimiento en base a la información oficial del Instituto Nacional de Estadística e Informática INE.

El tráfico proyectado en la situación con proyecto está dado por el tráfico generado, que es el 30% del IMD en situación sin proyecto; y el tránsito desviado; el crecimiento del tráfico es el mismo es decir, 2.0% para vehículos de

pasajeros y 4.5% para vehículos de carga; además se adiciona un tráfico desviado el cual se detalla en el cuadro N° 2.03 – ver anexos.

Cálculo del Tráfico Desviado:

El tráfico inducido de Junín (Huancayo) a la carretera Cañete-Yauyos está en función de la población esto quiere decir que se va realizar una proporción del IMD medido en la estación de Corcona, en función del número de habitantes de los departamentos que utilizan mayoritariamente la Carretera Central

El IMD en el 2008 en la Carretera Central fue 3,424.00 Fuente: MTC *Cuadro N° 2.04 Tasas de Crecimiento Promedio Anual* (ver anexos).

Factores Destructivos:

Para el cálculo de los factores destructivos para cada tipo de vehículo se utilizó las relaciones siguientes:

$$EE = (Ps/8.20)^{4.5}$$

$$EE = (Pd/15.30)^{4.5}$$

$$EE = (Pt/22.95)^{4.5}$$

Donde:

EE = Factores Destructivos o Ejes Equivalentes.

Ps = Carga por Eje Simple.

Pd = Carga por Eje Doble.

Pt = Carga por Eje Triple.

En el *Cuadro N° 2.05 “Factores Destructivos”*, se muestra los ejes equivalentes por tipo de vehículo que se han obtenido en base a los censos de cargas realizados en la Estación de Control de Zúñiga.

**CUADRO N° 2.05
 FACTORES DESTRUCTIVOS**

VEHICULO	FD
Bus 2 Ejes	4.2413
Camión 2 ejes	4.2413
Camión 3 ejes	2.5685

El número acumulado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 toneladas para un periodo de 10 años, se obtiene por la fórmula:

$$W18 = 365xDdxDlx \sum FD_i xIMDA_i x \left\{ \frac{(1 + TC_i)^n}{TC_i} \right\}$$

VARIABLE

- FD_i Factor Destructivo del tipo de vehículo i
- IMDA_i Índice medio diario anual del tipo de vehículo i
- TC_i Tasa de crecimiento promedio anual del tipo de vehículo i
- DI Factor de distribución por carril = 1 (Por ser un carril en cada dirección)
- Dd Factor de distribución direccional = 0.50 (Se le asigna un 50% del tránsito a cada dirección)
- n Período en años

En el Cuadro N° 2.06 “Número de Ejes Equivalentes por Vehículos”, muestra el tráfico proyectado para el período de diseño de 10 años.

CUADRO N° 2.06

NUMERO DE EJES EQUIVALENTES POR VEHICULO

Estación	Ubicación	Tráfico Total (W18 - 10 AÑOS)
E1	Zúñiga	1.48 x 10 ⁶

2.3.2 Evaluación Superficial del Tramo

La evaluación superficial de la vía, se efectuó mediante una inspección visual de la superficie, no se utilizó ninguna metodología de evaluación superficial ya que todos los manuales, si bien es cierto se fundamentan en la aplicación de procedimientos modernos para el mantenimiento y rehabilitación, ellos se orientan a pavimentos flexibles, rígidos y no para pavimentos a nivel de afirmado, estado en que actualmente se encuentra la vía en estudio. Sin embargo algunos términos de relevamiento superficial se han utilizado para identificar el tipo de deterioro de la vía.

La carretera en estudio se encuentra en buen estado de conservación, producto del tratamiento superficial, geoméricamente los tramos tangentes y en las curvas se presentan cambio de pendiente o gradiente.

Con referencia al drenaje de la carretera se aprecia a lo largo de la misma la formación de pequeños canales productos del escurrimiento superficial que van lavando el material fino de la superficie de la vía produciéndose una canalización no prevista, esto debido a la existencia de cunetas de tierra próximo a la vía que discurren longitudinalmente, las cuales se encuentran en regular mantenimiento; ocasionando la inundación de la vía en algunos sectores. Además la carretera presenta 01 alcantarilla, de sección 0.80 x 0.60 en el tramo.

2.3.3 Evaluación Estructural

La carretera Cañete-Yauyos del KM 58+200 al KM. 58+500, se ubica entre los niveles topográficos 710 m.s.n.m y 750 m.s.n.m. La vía se desarrolla en ladera del valle de Cañete, donde es se empiezan a presentar en forma frecuente los paisajes de quebradas onduladas que se suceden unas a otras en áreas de relativa media pendiente, lugar donde crece la vegetación propia de áreas semi cordilleranas.

En base a la exploración de suelos y a las calicatas efectuadas, se ha podido medir los diferentes espesores de la estructura del pavimento. Observando así que el espesor varia de 0.15 a 0.20 m. La vía se encuentra a nivel de afirmado, presenta una subrasante conformada mayormente por materiales con características limo arenosas, a los que se les asocia una resistencia de media a alta para los fines de diseño de pavimentos.

La evaluación estructural del pavimento existente, se ha desarrollado por métodos destructivos, la metodología desarrollada se detalla en el Estudio de Suelo del Estudio Definitivo del Proyecto: "Mejoramiento de la carretera Cañete-Yauyos del KM 58+200 al KM. 58+500", el suelo presenta un perfil estratigráfico y resistencia de similares características, por lo que el tramo del Km. 58+200 al Km. 58+500, se considera único para fines de diseño.

El tramo esta conformado de dos capas:

La primera capa es una capa granular estabilizada conformada por un material granular procedente de cantera con un recubrimiento superficial bituminoso de Slurry Seal, el mismo que presenta características de superficie de rodadura. El espesor promedio del tramo es de 0.05 m, el espesor. Esta capa se encuentra compuesta por material tipo A-1-a(0) y A-1-b(0). El material esta compuesto por

grava de forma sub redondeada - sub angulosa, de buena dureza tamaño máximo variable entre 2" y 3", medianamente húmeda, densa, los finos varían de ligeramente a medianamente plásticos. El material predominante es el A-1-b(0).

Como segunda capa el tramo se caracteriza por presentar material predominante de suelo A-4(0); la arena es de grano medio a fino, los finos varían de no plásticos a medianamente plásticos, de compactos a medianamente compactos y de una humedad variable de baja a alta el espesor promedio del tramo es de 0.10 m

En el *Cuadro N° 2.07 "Parámetros de Calidad del Afirmado"* (ver anexos), se muestra los requisitos de calidad mínima que deben satisfacer los agregados para afirmados.

Comparando estos parámetros con los resultados de laboratorio, se deduce que el tramo del suelo a nivel de afirmado, esta compuesto por materiales inertes que no han sufrido una disminución sustancial en su capacidad portante.

La subrasante esta compuesta por suelos medios y suelos buenos. En el primer caso se caracterizan por que retienen un moderado grado de consistencia bajo condiciones adversas de humedad, suelos como arenas arcillosas, arenas limosas y las gravas arenosas que contienen cantidades moderadas de arcilla y limo fino.

Capacidad Portante de los Suelos de Subrasante (CBR)

En base a los resultados de laboratorio se ha determinado los valores de la resistencia de diseño deberá ser aquel igualado o superado por el 57% de los resultados de la capacidad de soporte de los suelos característicos:

En el *Cuadro N° 2.08 "Capacidad Portante de los Suelos de Subrasante"*, se muestra los valores de CBR obtenidos al 95% de máxima densidad seca y a 0.2" de penetración y que será utilizado como el CBR promedio por fines prácticos.

CUADRO N° 2.08
CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE SUBRASANTE

N°	UBICACIÓN	PROF. (m)	TIPO SUELO	PRÓCTOR		CBR	
				D. Máx.	O.C.M	95% (0.2")	100% (0.2")
1	58+195	0.20 – 1.50	SM	2.025	7.5	18.20	34.10

2.3.4 Diseño Estructural – Método AASHTO 1993

Para el diseño de pavimentos se ha considerado utilizar el método AASHTO contenido en la Guía de 1993, para efectos de determinar el espesor del refuerzo del pavimento requerido. Los parámetros de diseño que se consideran son las propiedades de los materiales, tipo de tránsito, condiciones ambientales, etc.

La fórmula general que gobierna el número estructural de diseño, presenta la expresión siguiente:

$$Log_{10}(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 * Log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{Log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32x \log_{10}(MR) - 8.07$$

2.3.5 Variables de Diseño

El método AASHTO-93 incluye entre otros los siguientes parámetros:

a) Nivel de Confianza

Básicamente, es una forma de incorporar cierto grado de certeza en el proceso de diseño, para garantizar que la sección del pavimento proyectado se comportará satisfactoriamente bajo las condiciones de tráfico y medio ambiente durante el periodo de diseño.

El nivel de confianza tiene como función garantizar que las alternativas adoptadas perduren durante el periodo de diseño, de acuerdo a la categoría de la vía.

Para el Estudio de Suelos y Pavimentos del Estudio Definitivo del Proyecto: “Mejoramiento de la carretera Cañete-Yauyos del KM 58+200 al KM. 58+500”, por ser una carretera Departamental del sistema rural; se considera una confiabilidad que varía de 80 – 99.9 – ver Cuadro N° 2.09 (anexos).

En el Cuadro N° 2.10 “Valores de la Desviación Standard Normal” (ver anexos), muestra los valores de Desviación Standard Normal que se adopta en base al Nivel de Confianza. Según la Guía de Diseño AASHTO, resulta un ZR de -1.282.

So, Es la desviación estándar de la población de valores obtenidos por AASHTO. Considerando que se ha efectuado un estudio de tráfico detallado que ha incluido censos de vehículos y de cargas, se adopta para pavimento flexibles un valor $S_o = 0.42$.

b) Aplicaciones de Ejes Simples de Carga Equivalente EAL (W_{18})

Es el número de pasadas de un eje simple y ruedas duales de 8.2 ton (18 kips) de peso. Para el presente proyecto se está considerando el período de diseño establecido en 10 años.

En base a los resultados obtenidos, se tomará para fines de diseño el $W_{18}=1.48 \times 10^6$ de la Estación E1: Zúñiga. Cuadro N° 2.11 Número de Ejes equivalentes por Vehículo.

**CUADRO N° 2.11
 NUMERO DE EJES EQUIVALENTES POR VEHICULO**

Estación	Ubicación	Tráfico Total (EAL 10 AÑOS)
E1	Zúñiga	1.48×10^6

c) Módulo de Resiliencia Efectivo del Suelo de Fundación (M_r)

En el método de AASHTO de 1993, el módulo de resiliencia reemplaza al CBR como variable para caracterizar la subrasante, subbase y base.

El módulo de resiliencia es una medida de la propiedad elástica de los suelos que reconoce a su vez las características no lineales de su comportamiento

Este parámetro se puede determinar a través de los ensayos dinámicos y de repeticiones de carga, sin embargo la guía AASHTO reconoce que muchas agencias no poseen los equipos para determinar el Mr y propone el uso de la siguiente correlación con el CBR; la cual fue desarrollada en Sudafrica:

$$MR \text{ (psi)} = 3000 \times CBR^{0.65}$$

En el Cuadro N° 2.12 “Resumen de La Capacidad Soporte de La Subrasante”, se muestra el CBR acompañado con sus respectivo Módulos de Resilencia.

CUADRO N° 2.12
RESUMEN DE CALIDAD SOPORTE DE LA SUBRASANTE

PROGRESIVA (Km.)	Tipo Suelo	PROMEDIO		DISEÑO	
		CBR (%)	Mr (psi)	CBR (%)	Mr (psi)
58+200 – 58+500	SM	18.20	19,777.33	18.20	19,777.33

Es conveniente utilizar este valor cómo CBR de diseño debido a:

d) Variación Total del Índice de Serviciabilidad

El Índice de Serviciabilidad Presente (PSI), varia de 0 (carretera imposible) hasta 5 (carretera perfecta). Según el método AASHTO, se sugiere tomar para el caso de pavimento flexible un índice de serviciabilidad inicial (Po) de 4.2; y un índice de serviciabilidad más bajo (Pt) de 2.5 para carreteras principales y 2.0 para carreteras de bajo volumen, por lo tanto se tomará como valor el 2.2.

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.2 = 2.0$$

e) Coeficiente de Drenaje m_i

Representa el porcentaje del tiempo durante el Período de Diseño, que las capas granulares, estarán expuestas a niveles de humedad cercanos a la saturación. En el Cuadro N° 2.13 “Valores de Coeficiente de Drenaje” (ver anexos), muestra los valores recomendados para modificar los coeficientes de capas de base y subbase granular, frente a condiciones de humedad.

En base a las condiciones particulares del proyecto, tales como la topografía de valle interandino donde se desarrolla la vía, las precipitaciones pluviales anuales medias del orden de 4.41 mm/año, y suelo con permeabilidad media, se estima que el tiempo de exposición de la estructura a nivel de humedad próxima a la saturación es del orden de <1% es así que los coeficientes de drenaje son:

$$m_2 = 1.30 \text{ y } m_3 = 1.30.$$

Donde:

m_2 : Coeficiente de Drenaje de la Base Granular.

m_3 : Coeficiente de Drenaje de la Sub base.

f) Período de Diseño (N)

El período de diseño considerado para el proyecto es de 10 años.

g) Índices Estructurales

Se considera que el paquete estructural estará conformado, por tres tipos de materiales:

- **Primera Capa:** con un coeficiente estructural de 0.42 /pulg para un concreto asfáltico cuyo módulo de elasticidad es de 400,000 psi a una temperatura de 20° C, según *GRÁFICO N° 2.01* denominado “*Variación de a_1 en función del Módulo Resiliente del Concreto Asfáltico*” (ver anexos).
- **Segunda Capa:** Corresponde a una Base Granular, con CBR mínimo de 80% y coeficiente estructural a_2 de 0.132/pulg.; valor que se determina en el *GRÁFICO N° 2.02* denominado “*Variación de Coeficiente a_2 con diferentes parámetros de resistencia de la base granular*” (ver anexos).
- **Tercera Capa:** Corresponde a una Subbase Granular, con un CBR mínimo de 18.2% y coeficiente estructural a_3 de 0.09/pulg.; valor que se estima en el *GRÁFICO N° 2.03* denominado “*Variación de Coeficiente a_3 con diferentes parámetros de resistencia de la subbase*” (ver anexos).

2.3.6 Diseño Sistema Multicapa

Tramo: Km. 58+200 – Km. 58+500

Este paso consiste en definir las diferentes capas de la estructura del pavimento, las que de acuerdo a sus características estructurales satisfagan el Número Estructural calculado. La estructuración no tiene una solución única, en la elección de las capas se deben considerar los materiales disponibles y su costo. Para la determinación del Número Estructural del pavimento, se empleó la siguiente ecuación:

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

Donde;

SN: Numero Estructural del pavimento.

ai: Coeficiente Estructural de la capa i.

mi: Coeficiente de drenaje de la Capa i.

Di: Espesor de la capa i (Pulg).



Con la ecuación anterior se obtiene el Número Estructural SN para diferentes grupos de espesores de capas de pavimento que combinados proporcionan la capacidad de carga requerida capaz de soportar el tránsito previsto durante el Período de Diseño. Así, se obtienen los siguientes espesores de Carpeta Asfáltica D₁, Base Granular D₂ y Sub-base D₃, respectivamente:

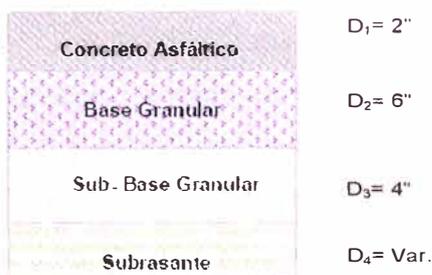
Para obtener el número estructural (SN) se empleó los siguientes datos:

**CUADRO N° 2.14
DATOS PARA CALCULAR EL SN**

Período de Diseño					10 años	
Número de ejes equivalentes					1.48 x 10 ⁶	
Módulo Resiliente de la Subrasante (Psi)					19,777.33	
Nivel de Confianza					90%	
Factor de confiabilidad					-1.282	
Desviación estándar					0.42	
Índice de Serviciabilidad Inicial					4.2	
Índice de Serviciabilidad Final					2.2	
Número estructural					SN	2.221
Concreto			a1	0.42	D1 (pulg.)	2
Base	m2	1.30	a2	0.132	D2 (pulg.)	6
Sub-base	m3	1.30	a3	0.09	D3 (pulg.)	4
Espesor total del pavimento					(Pulg.)	12
Número estructural					SN'	2.34

En el gráfico N° 2.04 “Paquete Estructural”, se muestra los espesores de la estructura propuesta, en la vía en estudio.

**GRÁFICO N° 2.04
PAQUETE ESTRUCTURAL**



2.3.7 Métodos de diseños de la carpeta asfáltica.

A continuación se muestra la evolución de los métodos de diseños de mezclas asfálticas en caliente:

a) The Hubbard-Field (1920's).

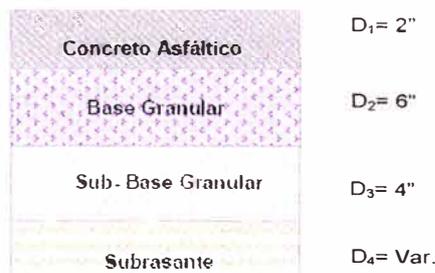
Método de diseño de mezclas asfálticas, fue uno de los primeros métodos en evaluar contenidos de vacíos en la mezcla y en el agregado mineral. Usaba una estabilidad como prueba para medir la deformación. Funcionó adecuadamente

**CUADRO N° 2.14
DATOS PARA CALCULAR EL SN**

Periodo de Diseño					10 años	
Número de ejes equivalentes					1.48 x 10 ⁶	
Módulo Resiliente de la Subrasante (Psi)					19,777.33	
Nivel de Confianza					90%	
Factor de confiabilidad					-1.282	
Desviación estándar					0.42	
Índice de Serviciabilidad Inicial					4.2	
Índice de Serviciabilidad Final					2.2	
Número estructural					SN	
2.221					2.221	
Concreto			a1	0.42	D1 (pulg.)	2
Base	m2	1.30	a2	0.132	D2 (pulg.)	6
Sub-base	m3	1.30	a3	0.09	D3 (pulg.)	4
Espesor total del pavimento					(Pulg.)	
					12	
Número estructural					SN'	
					2.34	

En el gráfico N° 2.04 “Paquete Estructural”, se muestra los espesores de la estructura propuesta, en la vía en estudio.

**GRÁFICO N° 2.04
PAQUETE ESTRUCTURAL**



2.3.7 Métodos de diseños de la carpeta asfáltica.

A continuación se muestra la evolución de los métodos de diseños de mezclas asfálticas en caliente:

a) The Hubbard-Field (1920's).

Método de diseño de mezclas asfálticas, fue uno de los primeros métodos en evaluar contenidos de vacíos en la mezcla y en el agregado mineral. Usaba una estabilidad como prueba para medir la deformación. Funcionó adecuadamente

para evaluar mezclas con agregado pequeño o granulometrías finas, pero no también para mezclas con granulometrías que contenían agregados grandes.

b) Método Marshall (1930's).

Método de diseño de mezclas asfálticas, desarrollado durante la 2da. Guerra Mundial y después fue adaptado para su uso en carreteras. Utiliza una estabilidad y porcentaje de vacíos como pruebas fundamentalmente. Excepto cambios en las especificaciones, el método no ha sufrido modificación desde los años 40's.

c) Método Hveem (1930's).

Método de diseño de mezclas asfálticas, desarrollado casi en el mismo tiempo que el método Marshall evalúa una estabilidad pseudotriaxial.

d) Método de la Western

Association of State Highway on Transportation Officials. WASHTO (1984). Este método de diseño de mezclas recomendó cambios en los requerimientos del material y especificaciones de diseño de mezclas para mejorar la resistencia a las roderas. Con FHWA.

e) Método de Asphalt Aggregate Mixture Analysis System. AAMAS (1987).

La necesidad de cambios en el diseño de mezclas fue reconocida, tardaron 2 años para desarrollar un nuevo proyecto para el diseño de mezclas, que incluía un nuevo método de compactación en laboratorio y la evaluación de las propiedades volumétricas, desarrollo de pruebas para identificar las deformaciones permanentes, grietas de fatiga y resistencia a las grietas a baja temperatura. Con NCHRP.

f) Método SUPERPAVE (1993) El método AAMAS.

Sirvió como punto de inicio del método SUPERPAVE, que contiene un nuevo diseño volumétrico completo de mezcla, con funcionamiento basado en predicción a través de modelos y métodos de ensayo en laboratorio, grietas por fatiga y grietas por baja temperatura. Los modelos de predicción de funcionamiento fueron completados satisfactoriamente hasta el año 2000. El

diseño volumétrico de mezclas en el SUPERPAVE es actualmente implementado en varios estados de los EUA, debido a que ha sido reconocida una conexión entre las propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica caliente y su correcto funcionamiento. Tiene su resultado, ahora la aceptación en el control de calidad ha sido cambiada a propiedades volumétricas. SUPERPAVE promete un funcionamiento basado en métodos o ensayos de laboratorio que pueden ser usados para identificar la resistencia a las deformaciones plásticas de los pavimentos.

Consideraciones para la selección y proyecto de una mezcla asfáltica.

En muchas ocasiones, el proyecto de una mezcla asfáltica se reduce a determinar su contenido de ligante, sin embargo, esa es solo la última fase de un proceso más amplio, que requiere de un estudio cuidadoso de todos los factores involucrados, a fin de garantizar un comportamiento adecuado de la mezcla y un considerable ahorro económico en la solución.

Las fases de las que consta el proyecto de una mezcla son las siguientes:

- a) Análisis de las condiciones en las que va a trabajar la mezcla: tráfico, tipo de infraestructura (carretera, vía urbana, aeropuerto, etc.), la capa de la que se trata (rodadura, intermedia o base) y espesor, naturaleza de las capas subyacentes, intensidad del tráfico pesado, clima, etc. Asimismo, hay que distinguir si se trata de un firme nuevo o de una rehabilitación.
- b) Determinación de las propiedades fundamentales que ha de tener la mezcla, dadas las condiciones en las que ha de trabajar. Debe establecerse la resistencia a las deformaciones plásticas o la flexibilidad, entre otras.
- c) Elección del tipo de mezcla que mejor se adapte a los requerimientos planteados, incorporando en este análisis las consideraciones económicas o de puesta en obra que haya que considerar.
- d) Materiales disponibles, elección de los agregados pétreos, los cuales deben cumplir con determinadas especificaciones, pero que en general

serán los disponibles en un radio limitado y, por lo tanto, a un costo razonable. Asimismo, hay que elegir el polvo mineral de aportación.

- e) Elección del tipo de ligante: asfalto, asfalto modificado, emulsión asfáltica, el costo es siempre un factor muy relevante.
- f) Dosificación o determinación del contenido óptimo de ligante según un proceso que debe adaptarse al tipo de mezcla, la cual debe hacerse para distintas combinaciones de las fracciones disponibles del agregado pétreo, de manera que las granulometrías conjuntas analizadas estén dentro de un huso previamente seleccionado.
- g) Otros factores a tener en cuenta en el diseño y selección de una mezcla asfáltica son los siguientes: Exigencias de seguridad vial, Estructura del firme, Técnicas de Diseño y Ejecución, Sitio de construcción del pavimento (topografía, temperatura, terreno, periodo de lluvias trazado de la vía, entre otros), Condiciones de drenaje, Consideraciones económicas.

Para realizar el proyecto de una mezcla asfáltica que se empleará en un determinado pavimento existe una gama amplia de posibles soluciones, para esto se hace necesario un estudio muy riguroso y detenido, para elegir el diseño más adecuado técnica y económicamente.

2.4 CONTROLES DE CALIDAD

A continuación se describen los ensayos y controles que se realizan para el diseño de una mezcla asfáltica.

Ensayos del agregado grueso:

- Análisis granulométrico (ASTM D-421)
- Ensayos de pesos específicos
- Ensayos de durabilidad (ASTM C-88)
- Ensayo de abrasión (ASTM C-131)
- Ensayo de partículas chatas y alargadas (STM C-693)

- Ensayo de absorción de agua (ASTM C-127)
- Ensayo de sales totales, sulfatos y cloruros.

Ensayos del agregado fino:

- Análisis granulométrico (ASTM D-421)
- Ensayos de pesos específicos
- Ensayos de durabilidad (ASTM C-88)
- Ensayo de abrasión (ASTM C-131)
- Ensayo de equivalente de arena (ASTM D-2419)
- Ensayo de penetración (ASTM D-5)
- Ensayo de viscosidad (ASTM D-2170)
- Ensayo de flotación (ASTM D-139)
- Ensayo de ductilidad (ASTM D-113)
- Ensayo de punto de flama (ASTM D-92)
- Ensayo de destilación (ASTM D-402)
- Ensayo de peso específico (ASTM D-70)

Ensayos de la mezcla asfáltica:

- Ensayo de estabilidad-flujo, estabilidad retenida: Método de Marshall (ASTM D-1559)
- Ensayo de adhesividad del agregado fino.
- Ensayo de desprendimiento o revestimiento del agregado grueso (ASTM D-1664)

En general podemos definir lo siguiente:

a) Ensayos para diseño preliminar

El principal propósito de los ensayos preliminares del proyecto, es determinar si las fuentes locales que proveen los agregados son de calidad apropiada para elaborar una mezcla que satisfaga los requerimientos granulométricos y propios del diseño.

El asfalto también tiene y debe cumplir con las exigencias prescritas. Se deben realizar mezclas previas de tanteo, con una granulometría del agregado, que se aproxime a la media de los valores límites. Cuando se consideren varias fuentes de provisión de agregados, las muestras experimentales pueden determinar la combinación más económica a usar. Los resultados del diseño preliminar de la mezcla sirven de base para una estimación previa de costos. Estos resultados indican además, si los requerimientos del proyecto pueden ser obtenidos dentro del marco de las especificaciones.

b) Ensayos de aceptación de materiales

Los ensayos de aceptación de las fuentes de provisión de materiales se hacen generalmente después que el contratista ha indicado fuentes propuestas para agregado y asfalto. El objetivo principal de esta prueba es determinar la mezcla de agregados más económica que satisfaga tanto la granulometría como los requerimientos de diseño. Esto asegura la selección de los materiales apropiados y permite al contratista comenzar el acopio de estos materiales en el lugar de trabajo.

c) Ensayos de control de producción de la mezcla

Las pruebas de control de producción de la mezcla se realiza al comienzo de la elaboración en planta y en conjunción con la calibración de esta, de acuerdo a la formula de trabajo, esto es la graduación de los materiales combinados y el contenido de asfalto seleccionado. En la producción de la mezcla en planta son inevitables ciertas variaciones. La formula de trabajo tiene tolerancias que permiten variaciones razonables en la graduación del agregado y en el contenido de asfalto sin necesidad de correcciones.

La mezcla de pruebas para los ensayos de control, se toman generalmente de los silos calientes de la planta. Estos ensayos sirven para determinar si la mezcla para pavimentación producida, cumple con los requisitos de las especificaciones.

d) Ensayos de rutina de la construcción

Los ensayos de control de la construcción, se realizan como rutina y de modo periódico por la Supervisión durante la construcción del pavimento. Muestras obtenidas al azar de la mezcla caliente de la planta se chequean para determinar sus propiedades.

Los resultados de estos ensayos son comparados con los obtenidos en los ensayos de control de producción y con los requerimientos de las especificaciones. Cuando ocurren irregularidades y los límites de trabajo de la fórmula son excedidos, se requieren correcciones apropiadas en planta. Aunque este tipo de prueba es de rutina, se requiere una atención cuidadosa. Su importancia se enfatiza debido a que los resultados sirven como base para la aceptación o rechazo final de la construcción del pavimento.

CAPITULO III: EXPEDIENTE TÉCNICO

3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

ANTECEDENTES

Esta carretera establece la integración entre las localidades de San Vicente de Cañete y Chupaca, pueblo a 25 minutos de Huancayo. Se puede tener una conexión desde Lima hacia Huancayo, sin tener que pasar por la ya congestionada Carretera Central. Se espera que el mejoramiento y la rehabilitación de esta carretera, genere un mayor tráfico y paralelamente desvíe un porcentaje del tráfico de la Carretera Central, correspondiente a los vehículos que van desde Lima hacia Huancayo.

El problema de la ineficiente y discontinua intercomunicación vial entre los pueblos de la cuenca del río Cañete viene dándose desde varias décadas atrás; Un buen manejo y reestructuración de esta vía permitiría una intercomunicación eficiente con las redes regionales y nacionales abriéndoles mercados y nuevas oportunidades de negocio a los centros poblados a lo largo de la vía; de esta manera mejoraría el nivel de vida de los pobladores.

El tramo correspondiente al estudio de Ingeniería Definitivo corresponde a una sección de la Carretera Cañete-Yauyos del Km 58+200 al Km. 58+500 próximo a la localidad de Zúñiga en el departamento de Lima.

OBJETIVO

El objetivo del estudio es mejorar las condiciones técnicas y la eficiencia del servicio, a fin de contribuir eficazmente al desarrollo y la integración física de la Sierra Central a la Costa Peruana.

Asimismo, es el de convocar a Licitación Pública la obra “Mejoramiento de la Carretera Cañete Yauyos del Km. 58+200 al Km. 58+500.

UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “Mejoramiento de la Carretera Cañete-Yauyos del Km 58+200 al Km. 58+500, está localizado entre el distrito de Zúñiga Provincia de Cañete y la Provincia de Yauyos en el departamento de Lima.

Geográficamente se inicia en la progresiva Km. 58+200 con coordenadas: Sur 8°553,201.88 y Este 348,000.55 de la carretera Cañete-Yauyos y finaliza en el Km. 58+500 con coordenadas: Sur 8°393,000 y Este 348,001.

ACCESO A LA ZONA DEL PROYECTO

Desde Lima el acceso a la zona del proyecto por vía terrestre es, siguiendo la Panamericana Sur, hasta la provincia de Cañete en el departamento de Lima, y luego a través de la ruta Cañete-Yauyos- Chupaca.

INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA, CARTOGRÁFICA

a.- Información Topográfica

Los terrenos por donde transcurre la carretera del proyecto, es llano y ondulado predominantemente y tramos puntuales poco accidentados por lo que no existen problemas de carácter técnico que obliguen a obras costosas.

b.- Información Cartográfica y otros Estudios

En el Instituto Geográfico Nacional (IGN), se ha obtenido el mapa de la carta nacional correspondiente

En el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Se ha recogido información de precipitaciones diarias y anuales en las estaciones de la zona.

ESTADO ACTUAL DE LA CARRETERA

La vía se encuentra a nivel de afirmado, presenta una subrasante conformada mayormente por materiales con características limo arenosas, a los que se les asocia una resistencia de media a alta para los fines de diseño de pavimentos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Características Técnicas de la Carretera

IMD:	> 400 vehículos/día
Longitud:	281 km
Velocidad Directriz:	50 Km/hr
Pendiente Máxima:	8%

Radio mínimo Normal:	85 m
Ancho Sup. Rodadura:	7.00 m
Berma:	1.50 m.
Bombeo:	2%
Cunetas:	Triangular 0.75mx0.50m
Talud de relleno:	1 : 1.5
Carpeta de Rodadura	: Carpeta Asfáltica 2"
Espesor de afirmado:	0.15 m

OBRAS DE DRENAJE

La carretera, en el tramo con obras de drenaje transversal conformada por una alcantarilla rustica de piedra con cabezal de concreto de dimensiones 0.8 m. x 0.8 m.

Asimismo, el drenaje longitudinal esta conformada por cunetas triangulares de tierra de 0.50m x 0.30 m. que deben ser limpiadas como parte del trabajo de mantenimiento.

Es una carretera con taludes de corte y relleno estables debido al tiempo de servicio y a la poca altura de los cortes. No se evidencian deslizamientos y/o derrumbes.

DISEÑO EN PLANTA

Desde el punto de vista del trazo, la carretera transcurre con una tangente larga con curvas de radios amplios al comienzo y al final del tramo.

La plataforma de la carretera actual transcurre en corte a media ladera 80% de su longitud total, en el trazo de la nueva vía será necesario mejorar las condiciones y sobre todo aumentar los radios de las curvas cerradas.

DISEÑO EN PERFIL

La carretera actual tiene pendientes moderadas llegando en algunos puntos solo al 5.91% en 90 m por lo que no existe problema en la proyección longitudinal o altura: La pendiente promedio es 2.9%.

DISEÑO EN SECCIÓN TRANSVERSAL

El ancho que se considera para la carretera es de 7.00 m. con una estructura de pavimento definida por 2", 6", 4" como espesores de la carpeta asfáltica, base granular y sub base granular respectivamente. La carretera actual no tiene pavimento, solamente se encuentra a nivel de afirmado el cual viene siendo mantenido con riego periódico.

Tiene cunetas sin revestir de 0.50 x 0.30 m aunque en varios lugares han sido obstruidas o empleadas como canales de regadío. No presenta peraltes en las curvas, no tiene bermas laterales por no ser pavimentada y el bombeo transversal es mínimo.

CRUCES DE CENTROS POBLADOS

El tramo de la Carretera Cañete-Yauyos del Km 58+200 al Km. 58+500 cruza muy pocos poblados de importancia, solo se reduce a la localidad de Zúñiga

CLIMA

El tramo de la Carretera Cañete-Yauyos del Km 58+200 al Km. 58+500 durante el verano presenta valores de temperatura promedio mensual que varían de 18°C a 29°C. Por otro lado, la temperatura en la estación de invierno presenta valores menores, siendo la temperatura máxima de 24°C y la temperatura mínima de 12°C

CUNETAS Y ZANJAS DE DRENAJE

Son estructuras paralelas al camino que serán las que recolecten, encausen y desemboquen en las alcantarillas las aguas provenientes de las lluvias, estas serán de forma triangular y trapezoidal y estarán revestidas de concreto con las dimensiones siguientes:

Triangular de 0.75 m x 0.50 m.

Trapezoidal variable

PLAZO DE EJECUCIÓN

El tiempo establecido para la ejecución de la obra es de 9 días calendario (0.3 meses) determinándose para este plazo el equipo mínimo, mano de obra, materiales que permitan cumplir con el programa y las metas.

PRESUPUESTO DE OBRA

El monto del Presupuesto de Obra asciende a S/. 208 482.87 incluido Gastos Generales, Utilidad e Impuesto General a las Ventas, con precios referidos a Noviembre del 2008.

3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las Especificaciones Técnicas para Construcción de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, vigente contempla la emisión de Especificaciones Especiales para cada Proyecto.

El Proyecto de Mejoramiento de la carretera Cañete-Yauyos del KM 58+200 al KM. 58+500, comprende trabajos a ejecutarse con las modalidades de una construcción nueva, y excepcionalmente, con modalidades diferentes a ella, por lo tanto, ha sido necesario modificar y/o incorporar disposiciones técnicas, que permitirán la ejecución de actividades no previstas en las Especificaciones Generales.

La Carretera actual es una vía al nivel de afirmado, y el Proyecto contempla su asfaltado total a nivel de carpeta asfáltica en caliente. Se ha considerado la no variación sustancial de la geometría actual de la vía, las variaciones se han efectuado con la finalidad de conseguir una capacidad estructural y nivel de serviciabilidad de los pavimentos a las cargas y solicitaciones actuales y futuras.

Los requerimientos propios de la obra han determinado que se elabore las presentes Especificaciones Técnicas, tomando como base las Especificaciones Técnicas del MTC, modificándolas o incorporando nuevas disposiciones según las características y labores propias previstas para este Proyecto. Por lo tanto, estas Especificaciones Técnicas no serán aplicables a otros proyectos, y agrupan las Especificaciones Técnicas Generales y Especiales de Obra de acuerdo con las definiciones del MTC.

Las Especificaciones Técnicas Generales EG 2000, son de aplicación en todas aquellas que no sean modificadas expresamente por estas Especificaciones

Técnicas particulares para el proyecto. Las Especificaciones Técnicas consisten en lo siguiente:

A) Disposiciones Generales

B) Especificaciones Técnicas de mano de obra, materiales, equipos, métodos de medición y bases de pago para la obra contratada.

Las Especificaciones Técnicas complementan las Disposiciones Generales, detallan los requerimientos para la obra y tienen primacía cuando se presenten discrepancias, a continuación se detalla la especificación de sub base como detalle, las otras especificaciones referidas para las otras partidas son similares a las presentadas en la EG 2000 Especificaciones técnicas Generales.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUB-BASE GRANULAR

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, 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.

Las consideraciones ambientales están referidas a la protección del medio ambiente durante el suministro, transporte, colocación y compactación de material de subbase granular.

MATERIALES

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

Para el traslado del material para conformar subbases 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.

El material deberá ajustarse a una de las franjas granulométricas indicadas en el siguiente cuadro

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	6 - 15

Fuente: ASTM D 1241

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.

EQUIPO

Todos los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras.

El equipo será el más adecuado y apropiado para la explotación de los materiales, su clasificación, trituración de ser requerido, lavado de ser necesario, equipo de carga, descarga, transporte, extendido, mezcla, homogeneización, humedecimiento y compactación del material, así como herramientas menores.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

EXPLOTACIÓN DE MATERIALES Y ELABORACIÓN DE AGREGADOS

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.

Evaluar conjuntamente con el Supervisor las canteras establecidas, el volumen total a extraer de cada cantera, así mismo estimar la superficie que será explotada y proceder al estacado de los límites.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes. Si el Contratista no cumple con esos requerimientos, el Supervisor exigirá los cambios que considere necesarios.

Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán efectuar en el sitio de explotación o elaboración y no se permitirá ejecutarlos en la vía.

Se deberán establecer controles para la protección de taludes y humedecer el área de operación o patio de carga a fin de evitar la emisión de material particulado durante la explotación de materiales. Luego de la explotación de canteras, se deberá readecuar de acuerdo a la morfología de la zona, ya sea con cobertura vegetal o con otras obras para recuperar las características de la zona antes de su uso, siguiendo las disposiciones de la especificación referente a restauración de canteras y revegetalización.

Los suelos orgánicos existentes en la capa superior de las canteras deberán ser conservados para la posterior recuperación de las excavaciones y de la

vegetación nativa. Al abandonar las canteras, el Contratista remodelará el terreno para recuperar las características hidrológicas superficiales de ellas.

En los casos que el material proceda de lechos de río, el contratista deberá contar previamente al inicio de su explotación con los permisos respectivos. Así también, el material superficial removido debe ser almacenado para ser reutilizado posteriormente para la readecuación del área de préstamo. La explotación del material se realizará fuera del nivel del agua y sobre las playas del lecho, para evitar la remoción de material que generaría aumento en la turbiedad del agua.

La explotación de los materiales de río debe localizarse aguas abajo de los puentes y de captaciones para acueductos, considerando todo los detalles descritos en el Plan de Manejo Ambiental.

Si la explotación es dentro del cauce de río, esta no debe tener más de un 1.5 metros de profundidad, evitando hondonadas y cambios morfológicos del río. Esta labor debe realizarse en los sectores de playa más anchas utilizando toda la extensión de la misma. Paralelamente, se debe ir protegiendo las márgenes del río, a fin de evitar desbordes en épocas de creciente.

Al concluir con la explotación de las canteras de río se debe efectuar la recomposición total del área afectada, no debiendo quedar hondonadas, que produzcan empozamientos del agua y por ende la creación de un medio que facilite la aparición de enfermedades transmisibles y que en épocas de crecidas puede ocasionar fuertes desviaciones de la corriente y crear erosión lateral de los taludes del cauce.

Se aprovecharán los materiales de corte, si la calidad del material lo permite, para realizar rellenos o como fuentes de materiales constructivos. Esto evitará la necesidad de explotar nuevas canteras y disminuir los costos ambientales.

Los desechos de los cortes no podrán ser dispuestos a media ladera, ni arrojados a los cursos de agua; éstos deberán ser colocados en el lugar de

disposición de materiales excedentes o reutilizados para la readecuación de la zona afectada.

Para mantener la estabilidad del macizo rocoso y salvaguardar la integridad física de las personas no se permitirán alturas de taludes superiores a los diez (10) metros.

Se debe presentar un registro de control de las cantidades extraídas de la cantera al Supervisor para evitar la sobreexplotación. La extracción por sobre las cantidades máximas de explotación se realizará únicamente con la autorización del Supervisor.

El material no seleccionado para el empleo en la construcción de carreteras, deberá ser apilado convenientemente a fin de ser utilizado posteriormente en el nivelado del área.

PLANTA DE TRITURACIÓN

La planta de trituración se debe instalar y ubicar en el lugar que cause el menor daño posible al medio ambiente y estar dotada de filtros, pozas de sedimentación y captadores de polvo u otros aditamentos necesarios a fin de evitar la contaminación de aguas, suelos, vegetación, poblaciones aledañas, etc. por causa de su funcionamiento.

La instalación de la planta de trituración requiere un terreno adecuado para ubicar los equipos, establecer patios de materias primas, así como las casetas para oficinas y administración; los cuales, podrían ser compartidos con los de la planta de asfalto.

La planta de trituración debe estar ubicada a considerable distancia de las viviendas a fin de evitar cualquier afectación que pudieran sufrir, en medio de barreras naturales (alta vegetación, pequeñas formaciones de alto relieve) y próximas a las fuentes de materiales, tomando en consideración la direccionalidad de los vientos.

Si el lugar de ubicación es propiedad de particulares, se deberá contar con los permisos por escrito del dueño o representante legal.

Los operadores y trabajadores que están más expuestos al ruido y las partículas generados principalmente por la acción mecánica de las trituradoras y la tamizadora, deben estar dotados con gafas, tapa oídos, tapabocas, ropa de trabajo, casco, guantes, botas y otros que sean necesarios.

Dependiendo de la velocidad del viento, las fajas transportadoras deben ser cubiertas con mangas de tela a fin de evitar la dispersión de estas partículas al medio ambiente.

Se deben instalar campanas de aislamiento acústico sobre los sitios de generación de ruido, a fin de disminuir este efecto y la emisión de partículas finas. Si es necesario se debe instalar un sistema de recirculación en el interior de las campanas, a baja velocidad. El volumen de aire dependerá de la capacidad de la planta y de las características del material.

En épocas secas se deben mantener húmeda las zonas de circulación, principalmente aquellas de alto tráfico.

Al finalizar el funcionamiento de la planta de trituración se debe proceder a la recomposición total del área afectada recuperando en lo posible su fisonomía natural según las disposiciones de las especificaciones Restauración de canteras y Revegetalización.

Todas las construcciones que han sido hechas para el funcionamiento de la planta chancadora deberán ser demolidos y trasladados a los lugares de disposición final de materiales excedentes, según se indica en la especificación de Transportes de escombros $D < 1.00$ Km y Transportes de escombros $D > 1.00$ Km. TRANSPORTE DE SUELOS Y AGREGADOS

Los materiales se trasportarán a la vía protegidos con lonas u otros cobertores adecuados, asegurados a la carrocería y humedecidos de manera que el

material no caiga sobre las vías por donde transitan los vehículos y así minimizar los impactos a la atmósfera.

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, 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 probarán 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.

En el caso de que los ensayos indiquen que la subbase granular no se ajusta a dichas condiciones, el Contratista deberá efectuar inmediatamente las correcciones requeridas a los sistemas de preparación, extensión y compactación, hasta que ellos resulten satisfactorios para el Supervisor, debiendo repetirse los tramos de prueba cuantas veces sea necesario.

Bajo estas condiciones, si el tramo de prueba defectuoso ha sido efectuado sobre un sector de la carretera proyectada, todo el material colocado será totalmente removido y transportado al lugar de disposición final de materiales excedentes, según lo indique el Supervisor a costo del Contratista.

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 tomará las medidas para el manejo del material de Subbase, 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.

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación.

Los residuos generados por esta y las dos actividades mencionadas anteriormente, deben ser colocados en lugares de disposición de desechos adecuados especialmente para este tipo de residuos

APERTURA DEL 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.

CONSERVACIÓN

Si después de aceptada la subbase granular, el Contratista demora por cualquier motivo la construcción de la capa inmediatamente superior, deberá reparar, a su costo, todos los daños en la subbase y restablecer el mismo estado en que se aceptó.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

(a) Controles

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

Verificar la implementación para cada fase de los trabajos de lo especificado en la partida MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL
Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.

Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad exigidos en la respectiva especificación.

Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de los tramos de prueba en el caso de subbase granular.

Ejecutar ensayos de compactación en el laboratorio.

Verificar la densidad de las capas compactadas efectuando la corrección previa por partículas de agregado grueso, siempre que ello sea necesario.

Este control se realizará en el espesor de capa realmente construido de acuerdo con el proceso constructivo aplicado.

Tomar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.

Vigilar la ejecución de las consideraciones ambientales incluidas en esta sección para la ejecución de obras de subbases.

El Contratista realizará la operación de perforaciones con el fin de medir densidades en el terreno y rellenará inmediatamente de manera que su densidad cumpla con los requisitos indicados en la respectiva especificación, a su costo, bajo la Supervisión del Ingeniero Supervisor

Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

Tanto las condiciones de recibo como las tolerancias para las obras ejecutadas, se indican en las especificaciones correspondientes. Todos los ensayos y mediciones requeridas para el recibo de los trabajos especificados, estarán a cargo del Supervisor.

Aquellas áreas donde los defectos de calidad y las irregularidades excedan las tolerancias, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor y a satisfacción de éste.

(b) 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 Tabla de Ensayos y Frecuencias.

Los resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en las Tablas de Requerimientos Granulométricos para Sub-Base Granular y Requerimientos de Ensayos Especiales de las presentes especificaciones.

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

(c) Calidad del producto terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las dimensiones, rasantes y pendientes establecidas en el Proyecto. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la berma no será inferior a la señalada en los planos o la definida por el Supervisor. Este, además, deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

Compactación

Las determinaciones de la densidad de la capa compactada se realizarán de acuerdo a lo indicado en la Tabla de Ensayos y Frecuencias 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) $D_i > \%D_e$. La humedad de trabajo no debe variar en $\pm 1.5 \%$ respecto del Optimo Contenido de Humedad obtenido con el Próctor modificado.

En caso de no cumplirse estos 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); $e_m > e_d$.

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, bajo pena del rechazo del tramo controlado. $e_i > 0.95 e_d$

Todas las áreas de sub-base, donde los defectos de calidad y terminación sobrepasen las tolerancias de la presente especificación, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor.

Además, el Supervisor deberá verificar:

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 (3,00 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.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias mencionadas, así como las áreas en donde la subbase presente agrietamientos o segregaciones, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, y a plena satisfacción del Supervisor.

ENSAYO DE DEFLECTOMETRÍA SOBRE LA SUBBASE TERMINADA

Una vez terminada la construcción de la subbase granular, el Contratista, con la verificación de la Supervisión, efectuará una evaluación deflectométrica 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 subbase 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 la 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 subbase. 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 subbase, 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.

Los trabajos e investigaciones antes descritos, serán ejecutados por el Contratista.

Para el caso de la viga Benkelman el Contratista proveerá un volquete operado con las siguientes características:

- Clasificación del vehículo: C2
- Peso con carga en el eje posterior: 8 200 kilogramos
- Llantas del eje posterior: Dimensión 10 x 20, doce lonas.
- Presión de inflado: 552 Kpa (5.6 kg f/cm² o 80 psi).
- Excelente estado.

El vehículo estará a disposición hasta que sean concluidas todas las valuaciones de deflectometría.

El Contratista garantizará que el radio de curvatura de la deformada de la subbase que determine en obra sea preciso, para lo cual hará la provisión del equipo idóneo para la medición de las deflexiones.

Así mismo, para la ejecución de los ensayos deflectométricos, el Contratista hará la provisión del personal técnico, papelería, equipo de viga Benkelman doble o simple, equipo FWD u otro aprobado por la Supervisión, acompañante y en general, de todos los elementos que sean requeridos para llevar a efecto satisfactoriamente los trabajos antes descritos.

De cada tramo que el Contratista entregue a la Supervisión completamente terminado para su aprobación, deberá enviar un documento técnico con la información de deflectometría, procesada y analizada. La Supervisión tendrá veinticuatro (24) horas hábiles para responder, informando las medidas correctivas que sean necesarias. Se requiere realizar el procedimiento indicado, para colocar la capa estructural siguiente.

MEDICIÓN

La sub-base se medirá en metros cúbicos (M3), conformado y compactado en su posición final, según se indica en los planos de secciones transversales y aceptadas por el Supervisor. El volumen se determinará por el sistema promedio de áreas extremas, utilizando las secciones transversales y la longitud real, medida a lo largo del eje del proyecto. No se medirán cantidades en exceso de las especificadas ni fuera de las dimensiones de los planos y del Proyecto, especialmente cuando ellas se produzcan por sobre excavaciones de la sub rasante por parte del Contratista.

Los ensayos deflectométricos serán medidos por kilómetro (km) con aproximación a la décima de kilómetro de la actividad terminada en ambos carriles, una vez aceptado el documento técnico enviado a la Supervisión.

PAGO

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato por metro cúbico (M3), para la partida SUB BASE GRANULAR, entendiéndose que dicho pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta partida y cubrirá los costos de materiales, mano de obra en trabajos diurnos y nocturnos, herramientas, equipos pesados, transporte y todos los gastos que demande el cumplimiento satisfactorio del contrato, incluyendo los imprevistos.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de permisos ambientales para la explotación de los suelos y agregados; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos de explotación, selección, trituración, lavado,

transportes dentro de las zonas de producción, almacenamiento, clasificación, desperdicios, carga, descarga, mezcla, colocación, nivelación y compactación de los materiales utilizados; y los de extracción, bombeo, transporte y distribución del agua requerida.

En el caso de la construcción de sub bases, con materiales provenientes de la misma vía, el precio unitario deberá incluir su escarificación en el espesor requerido y su posterior pulverización hasta cumplir las exigencias de la respectiva especificación. Tanto si los materiales provienen de la misma vía, como si son transportados, el precio unitario deberá incluir también el suministro en el sitio del agua que se pueda requerir, la aplicación y mezcla del producto estabilizante; así como el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargas, transporte, descargas y aplicación del producto en el sitio, requerido para el curado de la capa compactada, según lo exija la respectiva especificación y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de Ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Sub-base Granular	Granulometría	MTC E 204	D 422	T 22	750 m ²	Cantera
	Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	750 m ²	Cantera
	Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	750 m ²	Cantera
	Desgaste Los Angeles	MTC E 207	C 131	T 96	2000 m ²	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	2000 m ²	Cantera
	Sales Solubles	MTC E 219	D 1888		2000 m ²	Cantera
	CBR	MTC E 132	D 1822	T 193	2000 m ²	Cantera
	Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 221	D 4791		2000 m ²	Cantera
	Densidad – Humedad	MTC E 115	D 1557	T 180	750 m ²	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 124	D 1556 D 2922	T 191 T 238	250 m ²	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 especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada Propiedad y/o Característica.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE BASE GRANULAR

DESCRIPCIÓN

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

MATERIALES

Para la construcción de bases granulares, los materiales solo provendrán de canteras autorizadas y será obligatorio el empleo de un agregado que contenga una fracción producto de trituración mecánica y aprobados por el Supervisor.

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. Para el traslado del material para conformar 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 las siguientes especificaciones de calidad:

(a) Granulometría

La composición final de la mezcla de agregados presentará una granulometría continua y bien gradada (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 la siguiente Tabla.

Requerimientos Granulométricos para Base Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A	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 um (Nº 40)	2 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 um (Nº 200)	2 - 6	5 - 15	5 - 15	5 - 15

Fuente: ASTM D 1241

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

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

- (1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1" (2.5 mm).

La franja por utilizar será la establecida en los documentos del proyecto o la determinada por el Supervisor.

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.

(b) Agregado grueso

Se denominará así a los materiales retenidos en la Malla Nº 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. Deberán cumplir las siguientes características:

Requerimientos Agregado Grueso

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos
				Altitud
				< Menor de 3,000 msnm
Partícula con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% min.
Partícula con dos caras fracturada	MTC E 210	D 5821		40% min.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx.
Partículas Chatas y Alargadas (1)	MTC E 221	D 4791		15% máx.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	D 1888		0,5% máx.
Pérdida con Sulfato de Sodio	MTC E 209	C 88	T 104	--
Pérdida con Sulfato de Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	--

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

(c) Agregado fino

Se denominará así a los materiales pasantes la malla N° 4 que podrá provenir de fuentes naturales o de procesos de trituración o combinación de ambos.

Requerimientos Agregado Fino

Ensayo	Norma MTC	Requerimientos
		< Menor de 3,000 msnm
Índice Plástico	MTC E 111	4% máx.
Equivalente de arena	MTC E 114	35% min.
Sales solubles totales	MTC E 219	0,55% máx.
Índice de durabilidad	MTC E 214	35% min.

EQUIPO

Todos los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación y de la correspondiente partida de trabajo.

El equipo será el más adecuado y apropiado para la explotación de los materiales, su clasificación, trituración de ser requerido, lavado de ser necesario, equipo de carga, descarga, transporte, extendido, mezcla, homogeneización, humedecimiento y compactación del material, así como herramientas menores.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

EXPLORACIÓN DE MATERIALES Y ELABORACIÓN DE AGREGADOS

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos utilizados para la explotación de aquellas y para la elaboración de los agregados para base, 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.

Evaluar conjuntamente con el Supervisor las canteras establecidas, el volumen total a extraer de cada cantera, así mismo estimar la superficie que será explotada y proceder al estacado de los límites.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes. Si el Contratista no cumple con esos requerimientos, el Supervisor exigirá los cambios que considere necesarios.

Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán efectuar en el sitio de explotación o elaboración en planta y no se permitirá ejecutarlos en la vía.

Si la mezcla de los materiales de base a ser colocada sale de la planta, deberá salir con la humedad requerida de compactación, teniendo en cuenta las pérdidas que puede sufrir en el transporte y colocación.

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

Se deberán establecer controles para la protección de taludes y humedecer el área de operación o patio de carga a fin de evitar la emisión de material particulado durante la explotación de materiales. Luego de la explotación de canteras, se deberá readecuar de acuerdo a la morfología de la zona, ya sea con cobertura vegetal o con otras obras para recuperar las características de la zona antes de su uso, siguiendo las disposiciones de las especificaciones Restauración de canteras y Revegetalización.

Los suelos orgánicos existentes en la capa superior de las canteras deberán ser conservados para la posterior recuperación de las excavaciones y de la vegetación nativa. Al abandonar las canteras, el Contratista remodelará el terreno para recuperar las características hidrológicas superficiales de ellas.

En los casos que el material proceda de lechos de río, el contratista deberá contar previamente al inicio de su explotación con los permisos respectivos. Así también, el material superficial removido debe ser almacenado para ser reutilizado posteriormente para la readecuación del área de préstamo. La explotación del material se realizará fuera del nivel del agua y sobre las playas del lecho, para evitar la remoción de material que generaría aumento en la turbiedad del agua.

La explotación de los materiales de río debe localizarse aguas abajo de los puentes y de captaciones para acueductos, considerando todo los detalles descritos en el Plan de Manejo Ambiental.

Si la explotación es dentro del cauce de río, esta no debe tener más de un 1.5 metros de profundidad, evitando hondonadas y cambios morfológicos del río.

Esta labor debe realizarse en los sectores de playa más anchas utilizando toda la extensión de la misma. Paralelamente, se debe ir protegiendo las márgenes del río, a fin de evitar desbordes en épocas de creciente.

Al concluir con la explotación de las canteras de río se debe efectuar la recomposición total del área afectada, no debiendo quedar hondonadas, que produzcan empozamientos del agua y por ende la creación de un medio que

facilite la aparición de enfermedades transmisibles y que en épocas de crecidas puede ocasionar fuertes desviaciones de la corriente y crear erosión lateral de los taludes del cauce.

Se aprovecharán los materiales de corte, si la calidad del material lo permite, para realizar rellenos o como fuentes de materiales constructivos. Esto evitará la necesidad de explotar nuevas canteras y disminuir los costos ambientales.

Los desechos de los cortes no podrán ser dispuestos a media ladera, ni arrojados a los cursos de agua; éstos deberán ser colocados en el lugar de disposición de materiales excedentes o reutilizados para la readecuación de la zona afectada.

Para mantener la estabilidad del macizo rocoso y salvaguardar la integridad física de las personas no se permitirán alturas de taludes superiores a los diez (10) metros.

Se debe presentar un registro de control de las cantidades extraídas de la cantera al Supervisor para evitar la sobreexplotación. La extracción por sobre las cantidades máximas de explotación se realizará únicamente con la autorización del Supervisor.

El material no seleccionado para el empleo en la construcción de carreteras, deberá ser apilado convenientemente a fin de ser utilizado posteriormente en el nivelado del área.

PLANTA DE TRITURACIÓN

La planta de trituración se debe instalar y ubicar en el lugar que cause el menor daño posible al medio ambiente y estar dotada de filtros, pozas de sedimentación y captadores de polvo u otros aditamentos necesarios a fin de evitar la contaminación de aguas, suelos, vegetación, poblaciones aledañas, etc. por causa de su funcionamiento.

La instalación de la planta de trituración requiere un terreno adecuado para ubicar los equipos, establecer patios de materias primas, así como las casetas

para oficinas y administración; los cuales, podrían ser compartidos con los de la planta de asfalto.

La planta de trituración debe estar ubicada a considerable distancia de las viviendas a fin de evitar cualquier afectación que pudieran sufrir, en medio de barreras naturales (alta vegetación, pequeñas formaciones de alto relieve) y próximas a las fuentes de materiales, tomando en consideración la direccionalidad de los vientos.

Si el lugar de ubicación es propiedad de particulares, se deberá contar con los permisos por escrito del dueño o representante legal.

Los operadores y trabajadores que están más expuestos al ruido y las partículas generados principalmente por la acción mecánica de las trituradoras y la tamizadora, deben estar dotados con gafas, tapa oídos, tapabocas, ropa de trabajo, casco, guantes, botas y otros que sean necesarios.

Dependiendo de la velocidad del viento, las fajas transportadoras deben ser cubiertas con mangas de tela a fin de evitar la dispersión de estas partículas al medio ambiente.

Se deben instalar campanas de aislamiento acústico sobre los sitios de generación de ruido, a fin de disminuir este efecto y la emisión de partículas finas. Si es necesario se debe instalar un sistema de recirculación en el interior de las campanas, a baja velocidad. El volumen de aire dependerá de la capacidad de la planta y de las características del material.

En épocas secas se deben mantener húmeda las zonas de circulación, principalmente aquellas de alto tráfico.

Al finalizar el funcionamiento de la planta de trituración se debe proceder a la recomposición total del área afectada recuperando en lo posible su fisonomía natural según las disposiciones de las especificaciones Restauración de canteras y Revegetalización.

Todas las construcciones que han sido hechas para el funcionamiento de la planta chancadora deberán ser demolidos y trasladados a los lugares de disposición final de materiales excedentes, según se indica en la especificación de Transportes de escombros $D < 1.00$ Km y Transportes de escombros $D > 1.00$ Km.

TRANSPORTE DE SUELOS Y AGREGADOS

Los materiales se transportarán a la vía protegidos con lonas u otros cobertores adecuados, asegurados a la carrocería y humedecidos de manera de impedir que parte del material caiga sobre las vías por donde transitan los vehículos y así minimizar los impactos a la atmósfera.

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 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 probarán 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.

En el caso de que los ensayos indiquen que la base granular no se ajusta a dichas condiciones, el Contratista deberá efectuar inmediatamente las correcciones requeridas a los sistemas de preparación, extensión y compactación, hasta que ellos resulten satisfactorios para el Supervisor, debiendo repetirse los tramos de prueba cuantas veces sea necesario.

Bajo estas condiciones, si el tramo de prueba defectuoso ha sido efectuado sobre un sector de la carretera proyectada, todo el material colocado será totalmente removido y transportado al lugar al lugar de disposición final de materiales excedentes, según lo indique el Supervisor a costo del Contratista.

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 Base.

Durante ésta labor se tomará las medidas para el manejo del material de Base, 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 Base 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 Base 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 Base mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente.

Tampoco se ejecutará la Base granular en momentos en que haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación.

Los residuos generados por esta y las dos actividades mencionadas anteriormente, deben ser colocados en lugares de disposición de desechos adecuados especialmente para este tipo de residuos

APERTURA DEL 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.

CONSERVACIÓN

Si después de aceptada la sub base granular, el Contratista demora por cualquier motivo la construcción de la capa inmediatamente superior, deberá reparar, a su costo, todos los daños en la sub base y restablecer el mismo estado en que se aceptó.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

(a) Controles

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

- Verificar la implementación para cada fase de los trabajos de lo especificado en la partida MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL.
- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.
- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad exigidos en la respectiva especificación.

- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de los tramos de prueba en el caso de subbase granular.
- Ejecutar ensayos de compactación en el laboratorio.
- Verificar la densidad de las capas compactadas efectuando la corrección previa por partículas de agregado grueso, siempre que ello sea necesario.
- Este control se realizará en el espesor de capa realmente construido de acuerdo con el proceso constructivo aplicado.
- Tomar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.
- Vigilar la ejecución de las consideraciones ambientales incluidas en esta sección para la ejecución de obras de bases.

El Contratista realizará la operación de perforaciones con el fin de medir densidades en el terreno y rellenará inmediatamente de manera que su densidad cumpla con los requisitos indicados en la respectiva especificación, a su costo, bajo la Supervisión del Ingeniero Supervisor

Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

Tanto las condiciones de recibo como las tolerancias para las obras ejecutadas, se indican en las especificaciones correspondientes. Todos los ensayos y mediciones requeridas para el recibo de los trabajos especificados, estarán a cargo del Supervisor.

Aquellas áreas donde los defectos de calidad y las irregularidades excedan las tolerancias, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor y a satisfacción de éste.

(b) 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 Tabla de Ensayos y Frecuencias.

Los resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en las Tablas de Requerimientos Granulométricos para Base Granular, Características físico mecánicas y químicas, Requerimientos de Agregado Grueso y Requerimientos de Agregado Fino de las presentes especificaciones.

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

(c) Calidad del producto terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las dimensiones, rasantes y pendientes establecidas en el Proyecto. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la berma no será inferior a la señalada en los planos o la definida por el Supervisor quien, además, deberá verificar que la cota de cualquier punto de la base conformada y compactada, no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Así mismo, deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

(1) Compactación

Las determinaciones de la densidad de la base granular se efectuarán en una proporción de cuando menos una vez por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m²) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) medidas de densidad, exigiéndose que los valores individuales (Di) sean iguales o mayores al cien por ciento (100%) de la densidad máxima obtenida en el ensayo Próctor (De).

$$D_i > D_e$$

La humedad de trabajo no debe variar en ± 1.5 % respecto del Optimo Contenido de Humedad obtenido con el Próctor modificado.

En caso de no cumplirse estos requisitos 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.

(2) 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) más o menos 10 milímetros (± 10 mm).

$$e_m > e_d \pm 10 \text{ mm}$$

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

$$e_i > 0.95 e_d$$

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias mencionadas, así como las áreas en donde la base granular presente agrietamientos o segregaciones, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, y a plena satisfacción del Supervisor.

(3) Lisura

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, se comprobará con una regla de tres metros (3,00 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. 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 BASE TERMINADA

Una vez terminada la construcción de la base granular, el Contratista, con la verificación de la Supervisión, efectuará una evaluación deflectométrica 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 base con la carpeta asfáltica. 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 base. 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 base granular, 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.

Los trabajos e investigaciones antes descritos, serán ejecutados por el Contratista.

El Contratista deberá cumplir con lo indicado en la partida MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL, para la protección del equipo de trabajo y el control de tránsito.

Para el caso de la viga Benkelman el Contratista proveerá un volquete operado con las siguientes características:

- Clasificación del vehículo: C2
- Peso con carga en el eje posterior: 8 200 kilogramos
- Llantas del eje posterior: Dimensión 10 x 20, doce lonas.
- Presión de inflado: 552 Kpa (5.6 kg f/cm² o 80 psi).
- Excelente estado.

El vehículo estará a disposición hasta que sean concluidas todas las evaluaciones de deflectometría.

El Contratista garantizará que el radio de curvatura de la deformada de la base que determine en obra sea preciso, para lo cual hará la provisión del equipo idóneo para la medición de las deflexiones.

Así mismo, para la ejecución de los ensayos deflectométricos, el Contratista hará la provisión del personal técnico, papelería, equipo de viga Benkelman doble o simples, equipo FWD u otro aprobado por la Supervisión, acompañante y en general, de todos los elementos que sean requeridos para llevar a efecto satisfactoriamente los trabajos antes descritos.

De cada tramo que el Contratista entregue a la Supervisión completamente terminado para su aprobación, deberá enviar un documento técnico con la información de deflectometría, procesada y analizada. La Supervisión tendrá veinticuatro (24) horas hábiles para responder, informando las medidas correctivas que sean necesarias. Se requiere realizar el procedimiento indicado, para colocar la capa estructural siguiente.

MEDICIÓN

La base se medirá en metros cúbicos (m³), conformado y compactado en su posición final, según se indica en los planos de secciones transversales y aceptadas por el Supervisor.

El volumen se determinará por el sistema promedio de áreas extremas, utilizando las secciones transversales y la longitud real, medida a lo largo del eje del proyecto.

No se medirán cantidades en exceso de las especificadas ni fuera de las dimensiones de los planos y del Proyecto, especialmente cuando ellas se produzcan por sobre excavaciones de la subrasante por parte del Contratista.

Los ensayos deflectométricos serán medidos por kilómetro (km) con aproximación a la décima de kilómetro de la actividad terminada en ambos carriles, una vez aceptado el documento técnico enviado a la Supervisión.

PAGO

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato por metro cúbico (m³), para la partida **BASE GRANULAR**, entendiéndose que dicho pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta partida y cubrirá los costos de materiales, mano de obra en trabajos diurnos y nocturnos, herramientas, equipos pesados, transporte y todos los gastos que demande el cumplimiento satisfactorio del contrato, incluyendo los imprevistos.

El precio unitario cubrirá todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de permisos ambientales para la explotación de los suelos y

agregados; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos de explotación, selección, trituración, lavado, transportes dentro de las zonas de producción, almacenamiento, clasificación, desperdicios, carga, descarga, mezcla, colocación, nivelación y compactación de los materiales utilizados; y los de extracción, bombeo, transporte y distribución del agua requerida.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de ejecución de los tramos de prueba y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de la capa respectiva.

Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de Ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
BASE GRANULAR	Granulometría	MTC E 204	D 422	T 88	750 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 Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	2000 M3	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	2000M3	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 238	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 metrados del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada Propiedad y/o Característica.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE IMPRIMACIÓN BITUMINOSA

DESCRIPCIÓN

Bajo este ítem, el Contratista debe suministrar y aplicar material bituminoso a la base granular de la carretera, preparada con anterioridad, de acuerdo con las Especificaciones y de conformidad con los planos. Consiste en la incorporación de asfalto a la superficie de una Base granular, a fin de prepararla para recibir una capa de pavimento asfáltico.

MATERIALES

Se empleará cualquiera de los siguientes materiales bituminosos:

- Asfalto Cut-Back grado MC-30 o MC-70, que cumpla los requisitos de calidad especificados por la norma ASTM D-2027 (tipo de curado medio)
- Asfalto Cut-Back, grado RC-250, de acuerdo a los requisitos de calidad especificados por la ASTM D-2028 (tipo curado rápido), mezclado en proporción adecuada con kerosene industrial, que permita obtener viscosidades de tipo Cut-Back de curado medio para fines de imprimación.

Los materiales bituminosos deben cumplir los requisitos de calidad que se indican en las tablas siguientes.

Requisitos de Material Bituminoso Diluido de Curado Medio

Características	Ensayo	MC-30		MC-70	
		Min.	Máx.	Min.	Máx.
Viscosidad Cinemática a 60°C, mm ² /s	MTC E 301	30	60	70	140
Punto de Inflamación (TAG, Copa abierta) °C	MTC E 312	38		38	
Destilación, volumen total destilado hasta 360°C, %Vol	MTC E 313				
- A 190°C			25	0	20
- A 225°C		40	70	20	60
- A 260°C		75	93	65	90
Residuo de la destilación a 315°C		50		55	
Pruebas sobre el residuo de la destilación					
- Ductilidad a 25°C, 5 cm/min., cm.	MTC E 306	100	-	100	
- Penetración a 25°C, 100 gr., 5 seg.	MTC E 304	120	250	120	250
(*)		30	120	30	120
- Viscosidad absoluta a 60°C, Pa.s	MTC E 302	99		99	
- Solubilidad en tricloroetileno, %					
Contenido de agua, % del volumen		-	0.2	-	0.2

(*) Opcionalmente se puede reportar Penetración en vez de viscosidad

Requisitos de Material Bituminoso Diluido para Curado Rápido (AASHTO M-81)

Características	Ensayo	RC-250	
		Min.	Máx.
Viscosidad Cinemática a 60°C. mm ² /s	MTC E 301	250	500
Punto de Inflamación (TAG, Capa abierta) °C	MTC E 312	27	-
Destilación. Vol. Total destilado hasta 60°C. %Vol.	MTC E 313	-	-
A 190°C		35	-
A 225°C		60	-
A 260°C		80	-
A 316°C		-	-
Residuo de la destilación a 360°C		65	-
Pruebas sobre el residuo de la destilación			
Ductilidad a 25°C. 5 cm/min., cm.	MTC E 306	100	-
Penetración a 25°C. 100 gr., 5 seg. (*)	MTC E 304	80	120
Viscosidad absoluta a 60°C. Pa.s		60	240
Solubilidad en tricloroetileno. %	MTC E 302	99	-
Contenido de agua. % del volumen		-	0.2

(*) Opcionalmente se puede reportar Penetración en vez de viscosidad. El material debe ser aplicado tal como sale de planta, sin agregar ningún solvente o material que altere sus características.

La cantidad por m² de material bituminoso, debe estar comprendida entre 0,7 - 1,5 lt/m² para una penetración dentro de la capa granular de apoyo de 7 mm por lo menos, verificándose esto cada 25m.

Antes de la iniciación del trabajo, el Supervisor aprobará la tasa de aplicación del material de acuerdo a los resultados del tramo de prueba.

EQUIPO

El equipo para la colocación de la capa de imprimación, debe incluir una barredora giratoria u otro tipo de barredora mecánica y/o compresora, un ventilador de aire mecánico (aire o presión), una unidad calentadora para el material bituminoso y un distribuidor a presión.

a. Las escobillas barredoras giratorias deben ser construidas de tal manera que permitan que las revoluciones de la escobilla sean reguladas con relación al progreso de la operación, debe permitir el ajuste y mantenimiento de la escobilla

con relación al barrido de la superficie y debe tener elementos que sean lo suficientemente rígidos para limpiar la superficie sin cortarla. Las escobillas mecánicas deben ser construidas de tal manera. Que ejecuten la operación de limpieza en forma aceptable, sin cortar, rayar o dañar de alguna manera la superficie.

b. El ventilador mecánico debe estar montado sobre llantas neumáticas, debe ser capaz de ser ajustado de manera que limpie sin llegar a cortar la superficie y debe ser construido de tal manera que sople el polvo del centro de la carretera hacia el lado de afuera.

c. El equipo calentador del material bituminoso debe ser de capacidad adecuada como para calentar el material en forma apropiada por medio de la circulación de vapor de agua o aceite a través de serpentines en un ataque o haciendo circular material bituminoso alrededor de un sistema de serpentines precalentador, o haciendo circular dicho material bituminoso a través de un sistema de serpentines o cañerías encerradas en un recinto de calefacción. La unidad de calefacción debe ser construida de tal manera que evite el contacto directo entre las llaves del quemador y la superficie de los serpentines, cañerías o del recinto de calefacción, a través de los cuales el material bituminoso circula y deberá ser operado de tal manera que no dañe dicho material bituminoso.

d. Los distribuidores a presión usados para aplicar el material bituminoso, lo mismo que los tanques del almacenamiento, deben estar montados en camiones o trameres en buen estado, equipados con llantas neumáticas, diseñadas de tal manera que no dejen huellas o dañen de cualquier otra manera la superficie del camino. Los camiones deberán tener suficiente potencia, como para mantener la velocidad deseada durante la operación. El tacómetro (velocímetro) que registra la velocidad del camión deberá ser una unidad completamente separada, instalada en el camión con una escala graduada de tamaño grande y por unidades, de tal manera que la velocidad del camión pueda ser determinada dentro de los límites de aproximación de tres metros por minuto. Las escalas deben ser localizadas de tal manera que sean leídas con facilidad por el operador del distribuidor en todo momento.

Se deberá instalar un tacómetro en el eje de la bomba del sistema distribuidor y la escala debe ser calibrada de manera que muestre las revoluciones por minuto y debe ser instalada en forma de que sea fácilmente leída por el operador en todo tiempo.

Los conductos esparcidos deben ser construidos de manera que se pueda variar su longitud en incrementos de 30 cm. O menos para longitudes de 6 m. deben también permitir el ajuste vertical de las boquillas hasta la altura deseada sobre la superficie del camino y de conformidad con el bombeo de la misma; deben permitir movimiento lateral del conjunto del conducto esparcidor durante la operación. El conducto esparcidor y las boquillas deben ser construidos de tal manera que se evite la obstrucción de las boquillas durante operaciones intermitentes y deban estar provistas de un cierre inmediato que corte la distribución del asfalto cuando este cese, evitando así que gotee desde el conducto esparcidor.

El sistema de bomba de distribución y la unidad matriz deben tener una capacidad de menor de 250 galones por minuto, deberán estar equipados con un conducto de desvío hacia el tanque de suministro y deben ser capaces de distribuir un flujo uniforme y constante del material bituminoso a través de las boquillas y suficiente presión que asegure una aplicación uniforme.

La totalidad del distribuidor debe ser de construcción tal y operada de tal manera que asegure la distribución del material bituminoso, con una presión de 0.02 galones por metro cuadrado dentro de un rango de cantidades de distribución desde 0.06 a 2.40 por metro cuadrado. El distribuidor debe estar equipado con un sistema de calentamiento uniforme dentro de la masa del material bajo control eficiente y positivo en todo momento.

Se deberá proveer medios adecuados para iniciar la temperatura del material, con el termómetro colocado de tal manera que no entre en contacto en el tubo calentador.

Previamente a la iniciación de este tipo de tarea, el Contratista, conjuntamente con el supervisor, procederán calibrar el tanque del equipo distribuidor del

tanque del equipo distribuidor de asfalto diluido, efectuándose mediciones por galón confeccionando una varilla metálica con marcas inalterables para medir el volumen con una aproximación de medio galón. Si el equipo a emplear dispusiera de este elemento, el Supervisor procederá a verificarlo. Esta medición se efectuará una sola vez y será válida únicamente para cada equipo a emplearse.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

CLIMA

La capa de imprimación debe ser aplicada solamente cuando la temperatura atmosférica a la sombra este por encima de los 10°C y la superficie del camino esté razonablemente seca y las condiciones climáticas, en la opinión de la Supervisión, se vean favorables (no lluviosos, ni muy nublado).

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

La superficie de la base que debe ser imprimada (impermeabilizada) debe estar en conformidad con los alineamientos, gradientes y secciones típicas mostradas en los planos y con los requisitos de las Especificaciones relativas a la Base Granular.

Antes de la aplicación de la capa de imprimación, todo material suelto o extraño debe ser eliminado por medio de una barredora mecánica y/o un soplador mecánico, según sea necesario. Las concentraciones de material fino deben ser removidas por medio de la cuchilla niveladora o con una ligera escarificación. Cuando lo autorice el Supervisor, la superficie preparada puede ser ligeramente humedecida por medio de rociado, inmediatamente antes de la aplicación del material de imprimación.

APLICACIÓN DE LA CAPA DE IMPRIMACIÓN

Durante la ejecución el Contratista debe tomar las precauciones necesarias para evitar incendios, siendo el responsable por cualquier accidente que pudiera ocurrir.

El material bituminoso de imprimación debe ser aplicado sobre la base completamente limpia, por un distribuidor a presión que cumpla con los requisitos indicados anteriormente. El Contratista dispondrá de cartones o papel grueso que acomodará en la Base antes de imprimir, para evitar la superposición de riegos, sobre un área ya imprimada, al accionar la llave de riego debiendo existir un empalme exacto. El material debe ser aplicado uniformemente a la temperatura y a la velocidad de régimen especificada por el Supervisor. En general, el régimen debe estar entre 0,7 a 1,5 lts/m², dependiendo de cómo se halle la textura superficial de la base.

La temperatura del material bituminoso en el momento de aplicación, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en la siguiente tabla, y será aplicado a la temperatura que apruebe el Supervisor.

Rangos de Temperatura de Aplicación (°C)

Tipo y Grado del Asfalto	Rangos de Temperatura	
	En Esparcido o Riego	
Asfaltos Diluidos:		
MC-30		30-(1)
RC-70 o MC-70		50-(1)
RC-250 o MC-250		75-(1)

(1) Máxima temperatura en la que no ocurre vapores o espuma

Al aplicar la capa de imprimación, el distribuidor debe ser conducido a lo largo de un filo marcado para mantener una línea recta de aplicación. El Contratista debe determinar la tasa de aplicación del ligante y hacer los ajustes necesarios. Alguna área que no reciba el tratamiento, debe ser inmediatamente imprimada usando una manguera conectada al distribuidor.

Si las condiciones de tráfico lo permiten, la aplicación debe ser hecha sólo en la mitad del ancho de la Base. Debe tenerse cuidado de colocar la cantidad correcta de material bituminoso a lo largo de la junta longitudinal resultante. Inmediatamente después de la aplicación de la capa de imprimación, ésta debe ser protegida por avisos y barricadas que impidan el tránsito durante el período de curado (4 días aprox.). Después que se haya aplicado el asfalto deberán transcurrir un mínimo de 24 horas, antes que se aplique la arena de

recubrimiento, cuando esta se necesite para absorber probables excesos en el riego asfáltico.

PROTECCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS ADYACENTES

La superficie de todas las estructuras y árboles adyacentes al área sujeta a tratamiento, deben ser protegidas de manera tal, que se eviten salpicaduras o manchas. En caso de que esas salpicaduras o manchas ocurran, el Contratista; por cuenta propia; retirará el material y reparará todo daño ocasionado.

APERTURA DEL TRÁFICO Y MANTENIMIENTO

El área imprimada debe airearse, sin ser arenada por un término de 24 horas, a menos que lo ordene de otra manera el Supervisor. Si el clima es frío o si el material de imprimación no ha penetrado completamente en la superficie de la base, un período más largo de tiempo podrá ser necesario. Cualquier exceso de material bituminoso que quede en la superficie después de tal lapso debe ser retirado usando arena, u otro material aprobado que lo absorba y como lo ordene el Supervisor, antes de que se reanude el tráfico.

El Contratista deberá conservar satisfactoriamente la superficie imprimada hasta que la capa de superficie sea colocada. La labor de conservación debe incluir, el extender cualquier cantidad adicional de arena u otro material aprobado necesario para evitar la adherencia de la capa de imprimación a las llantas de los vehículos y parchar las roturas de la superficie imprimada con mezcla bituminosa. En otras palabras, cualquier área de superficie imprimada que resulte dañada por el tráfico de vehículos o por otra causa, deberá ser reparada antes de que la capa superficial sea colocada, a costo del Contratista.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

(a) Controles

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

- Verificar la implementación para cada fase de los trabajos de lo especificado en la partida MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.
- Verificar que las plantas de asfalto estén provistas de filtros, captadores de polvo, sedimentadores de lodo y otros aditamentos que el Supervisor considere adecuados y necesarios para impedir emanaciones de elementos particulados y gases que puedan afectar el entorno ambiental.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos.
- Efectuar ensayos para verificar las dosificaciones de ligante en riegos de liga e imprimaciones.
- Realizar las medidas necesarias para comprobar la uniformidad de la superficie.

El Contratista cubrirá, sin costo para el MTC, las áreas en las que el Supervisor efectúe verificaciones de la dosificación de riegos.

(b) Calidad del material asfáltico

A la llegada de cada camión termo tanque con emulsión asfáltica para el riego, el Contratista deberá entregar al Supervisor un certificado de calidad del producto, así como la garantía del fabricante de que éste cumple con las condiciones especificadas en las presentes especificaciones.

El Supervisor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de material bituminoso que no se encuentren respaldados por la certificación de calidad del fabricante. En el caso de empleo de asfalto diluido, el Supervisor comprobará mediante muestras representativas (mínimo una muestra por cada 9000 galones antes si el volumen de entrega es menor), el grado de viscosidad cinemática del producto, mientras que si está utilizando emulsión asfáltica, se comprobará su tipo, contenido de agua y penetración del residuo. En todos los casos, guardará una muestra para ensayos ulteriores de contraste, cuando el Contratista o el fabricante manifiesten inconformidad con los resultados iniciales.

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en los requisitos de calidad de las presentes especificaciones.

(c) Dosificación

El Supervisor se abstendrá de aceptar áreas imprimadas donde la dosificación varíe de la aprobada por él en más de diez por ciento (10%).

MEDICIÓN

La imprimación bituminosa, se medirá en metros cuadrado (m²), aproximado al entero, de todo trabajo ejecutado a satisfacción del Supervisor, de acuerdo a los planos y presentes especificaciones.

El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho especificado en los planos u ordenado por el Supervisor. No se medirá ninguna área por fuera de tales límites.

PAGO

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato por metro cuadrado (m²), para la partida **IMPRIMACIÓN BITUMINOSA**, aceptada a satisfacción por el Supervisor, entendiéndose que dicho pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta partida y cubrirá los costos de materiales, mano de obra en trabajos diurnos y nocturnos, herramientas, equipos pesados, transporte y todos los gastos que demande el cumplimiento satisfactorio del contrato.

En los casos en que el trabajo incluya el empleo de agregados pétreos, el precio unitario deberá cubrir todos los costos de su adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; la obtención de licencias ambientales, las instalaciones provisionales, los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos relacionados con la explotación, selección, trituración, lavado, suministro de los materiales pétreos, desperdicios, cargas, transportes, descargas, clasificación, transporte al punto de aplicación, colocación, mezcla (en el caso de lechadas asfálticas) y compactación de los materiales utilizados, en los casos en que ello corresponda.

También, deberá incluir los costos de la definición de la fórmula de trabajo cuando se requiera, los del tramo de prueba y todo costo relacionado con la correcta

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE

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.

MATERIALES

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

AGREGADOS MINERALES GRUESOS

Se denomina agregado grueso la porción del agregado retenido en el tamiz de 4.75 mm (N° 4)

El agregado grueso empleado para la ejecución de mezcla bituminosa deberá poseer una naturaleza tal, que al aplicársele una capa del material asfáltico por utilizar en el trabajo, ésta no se desprenda por la acción del agua y del tránsito. Sólo se admitirá el empleo de agregados con características hidrófilas.

El agregado grueso deberá proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estarán exentos de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan impedir la adhesión completa del asfalto. Sus requisitos básicos de calidad se presentan en cada especificación.

Los agregados gruesos deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

Requerimientos para los Agregados Gruesos

Ensayo	NORMA	Requerimientos
		< Menor de 3,000 msnm
Durabilidad (al Sulfato de Sodio)	MTC E 209	12% máx.
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)		18% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.
Índice de durabilidad	MTC E 214	35% min.
Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 221	10% máx.
Caras Fracturadas	MTC E 210	(*)
Salas solubles totales	MTC E 219	0.5% máx.
Absorción	MTC E 206	1%
Adherencia	MTC E 519	+95

(*) Según el cuadro de Requerimientos para caras fracturadas.

Requerimientos para Caras Fracturadas

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

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

AGREGADOS MINERALES FINOS

Se denomina agregado fino la porción comprendida entre los tamices de 4.75 mm y 75 mm (N° 4 y N° 200)

El agregado fino empleado para la ejecución de mezcla bituminosa deberá poseer una naturaleza tal, que al aplicársele una capa del material asfáltico por utilizar en el trabajo, ésta no se desprenda por la acción del agua y del tránsito.

Sólo se admitirá el empleo de agregados con características hidrófilas.

El agregado fino estará constituido por arena de trituración o una mezcla de ella con arena natural. La proporción admisible de esta última dentro del conjunto se encuentra definida en la respectiva especificación. Los granos del agregado fino deberán ser duros, limpios y de superficie rugosa y angular. El material deberá estar libre de cualquier sustancia que impida la adhesión del asfalto y deberá

satisfacer los requisitos de calidad indicados en cada especificación. Los agregados finos deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

Requerimientos para los Agregados Finos

Ensayos	NORMA	Requerimientos
		< Menor de 3,000 msnm
Equivalente de Arena	MTC E 209	(1)
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	(2)
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	4% min.
Índice de Plasticidad (malla N° 40)	MTC E 111	NP
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% min.
Índice de Plasticidad (malla N° 200)	MTC E 111	Máx. 4
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.
Absorción	MTC E 205	0.5%

(1) Según cuadro de requerimientos del equivalente de arena.

(2) Según cuadro de Angularidad del Agregado Fino.

Requerimientos del Equivalente de Arena

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	% de equivalente de Arena (mínimo)
≤ 3	45
> 3 - 30	50
> 30	55

Angularidad del Agregado Fino

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

GRADACIÓN

La gradación de los agregados pétreos para la producción de la mezcla asfáltica caliente será establecida en el Proyecto o por el Supervisor.

Además de los requisitos de calidad que debe tener el agregado grueso y fino según lo establecido en el acápite anterior, 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 deleznableles según ensayo. MTC E 212.

Tampoco deberá contener materia orgánica y otros materiales deletéreos. La gradación de la mezcla asfáltica deberá responder a alguno de los siguientes husos granulométricos.

FILLER O POLVO MINERAL

El polvo mineral o filler se denomina al que pasa el tamiz de 75 mm (N° 200) El polvo mineral o filler provendrá de los procesos de trituración de los agregados pétreos o podrá ser de aporte de productos comerciales, generalmente cal hidratada o cemento Pórtland. Podrá usarse una fracción del material proveniente de la clasificación, siempre que se verifique que no tenga actividad y que sea no plástico que deberá cumplir la norma AASHTO M-303.

De no ser cal, será polvo de roca o cemento hidráulico. La cantidad a utilizar se definirá en la fase de diseños de mezcla según el Método Marshall.

CEMENTO ASFÁLTICO

El cemento asfáltico a emplear en las mezclas asfálticas elaboradas en caliente será clasificado por penetración, o por viscosidad absoluta. Su empleo será según las características climáticas de la región y las condiciones de operación de la carretera; adoptándose el grado de penetración 120-150.

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)	4-8	4-8	5-10

El cemento asfáltico debe presentar un aspecto homogéneo, libre de agua y no formará espuma cuando sea calentado a temperatura de 175°C. Se debe tener en cuenta las temperaturas máximas de calentamiento recomendadas por Petro Perú, no calentándose a más de 140° C.

FUENTE 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. Si el Contratista no cumple con estos requerimientos, el Supervisor exigirá los cambios que considere necesarios.

Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán ejecutar en el sitio de explotación o elaboración y no se permitirá efectuarlos en la vía.

Adicionalmente el Supervisor deberá aprobar los yacimientos del relleno mineral de aportación y cemento asfáltico, antes de procederse a la entrega de dichos materiales.

EQUIPO

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Supervisor teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias de calidad de la presente especificación y de la correspondiente a la respectiva partida de trabajo.

EQUIPO PARA ELABORACIÓN DE 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. Además deberá estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental.

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 plantas productoras de mezcla asfáltica deberán cumplir con lo establecido en la reglamentación vigente sobre protección y control de calidad del aire.

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, asimismo, 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 ínter 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.

La instalación deberá estar provista de indicadores de la temperatura de los agregados, situados a la salida del secador y en las tolvas en caliente. El sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del asfalto deberá permitir su recirculación y su calentamiento a la temperatura de empleo.

En el calentamiento del asfalto se emplearán, preferentemente, serpentines de aceite o vapor, evitándose en todo caso el contacto del ligante con elementos metálicos de la caldera que estén a temperatura muy superior a la de almacenamiento. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc., deberán estar provistos de dispositivos calefactores o aislamientos. La descarga de retorno del ligante a los tanques de almacenamiento será siempre sumergida. Se dispondrán termómetros en lugares convenientes, para asegurar el control de la temperatura del ligante, especialmente en la boca de salida de éste al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación deberá estar provisto de una toma para el muestreo y comprobación de la calibración del dispositivo de dosificación.

En caso de que se incorporen aditivos a la mezcla, la instalación deberá poseer un sistema de dosificación exacta de los mismos.

La instalación estará dotada de sistemas independientes de almacenamiento y alimentación de la llenante de recuperación y adición, los cuales deberán estar protegidos contra la humedad.

Las instalaciones de tipo discontinuo deberán estar provistas de dispositivos de dosificación por peso cuya exactitud sea superior al medio por ciento (0,5%). Los dispositivos de dosificación la llenante y ligante tendrán, como mínimo, una sensibilidad de medio kilogramo (0,5 kg). El ligante deberá ser distribuido uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no deberán permitir fugas ni goteos.

En las instalaciones de tipo continuo, las tolvas de agregados clasificados calientes deberán estar provistas de dispositivos de salida, que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier posición. Estos dispositivos

deberán ser calibrados antes de iniciar la fabricación de cualquier tipo de mezcla, en condiciones reales de funcionamiento.

El sistema dosificador del ligante deberá disponer de dispositivos para su calibración a la temperatura y presión de trabajo. En las plantas de mezcla continua, deberá estar sincronizado con la alimentación de los agregados pétreos y la llenante mineral.

En las plantas continuas con tambor secador-mezclador se deberá garantizar la difusión homogénea del asfalto y que ésta se realice de manera que no exista ningún riesgo de contacto con la llama ni de someter al ligante a temperaturas inadecuadas.

En las instalaciones de tipo continuo, el mezclador será de ejes gemelos. Si la planta posee tolva de almacenamiento de la mezcla elaborada, su capacidad deberá garantizar el flujo normal de los vehículos de transporte.

En la planta mezcladora y en los lugares de posibles incendios, es necesario que se cuente con un extintor de fácil acceso y uso del personal de obra.

Antes de la instalación de la planta mezcladora, el contratista deberá solicitar a las autoridades correspondientes, los permisos de localización, concesión de aguas, disposición de sólidos, funcionamiento de para emisiones atmosféricas, vertimiento de aguas y permiso por escrito al dueño o representante legal. Para la ubicación se debe considerar dirección de los vientos, proximidad a las fuentes de materiales, fácil acceso.

Los trabajadores y operarios más expuestos al ruido, gases tóxicos y partículas deberán estar dotados con elementos de seguridad industrial y adaptados a las condiciones climáticas tales como: gafas, tapa oídos, tapabocas, casco, guantes, botas y otras que se crea pertinente.

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 una lona o cobertor adecuado, 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. El equipo de compactación será aprobado por el Supervisor, a la vista de los resultados obtenidos en la fase de experimentación.

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.

MÉTODOS 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 siguiente tabla de acuerdo método Marshall.

Requisitos para Mezcla de Concreto Bituminoso

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall (MTC E 504)			
1. Estabilidad (min)	8 KN (815 Kg)	5,34 KN (544 Kg)	4,45 KN (453 Kg)
2. Flujo 0.25 mm	8 - 14	MTC E 111	D 4318
3. Porcentaje de vacios con aire en mezcla (MTC E 505) (1)	3 - 5	MTC E 207	C 131
4. Vacios en el agregado mineral	Ver cuadro de Vacios mínimos en el agregado mineral (VMA)		
5. Compactación, núm. de golpes en cada capa de testigo	75	50	50
c. Inmersión - Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa min.	2.1	2.1	1.4
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		
g. Índice de Compactibilidad (3)	Min 5.0	Min 5.0	Min 5.0

(1) Para el diseño de mezclas asfálticas, para pavimentos en zonas de clima frío, se buscará que el porcentaje de vacios de aire en la mezcla sea el menor posible, tendiéndose hacia el límite inferior especificado.

(2) Para el diseño de mezclas asfálticas, para pavimentos en zonas de clima frío, se buscará que la relación Estabilidad/Flujo alcance la menor magnitud posible, tendiéndose hacia el límite inferior especificado.

(3) El Índice de Compactibilidad mínimo será 5.

El índice de compactibilidad se define como:

$$1/(GEB50 - GEB5)$$

Siendo GEB50 y GEB5 las gravedades específicas bulk de las briquetas a 50 y 5 golpes.

Porcentaje vacíos mínimo en el agregado mineral (VMA)

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

Nota: Los valores de esta Tabla serán seleccionados de acuerdo al tamaño máximo de las mezclas.

El menor contenido de vacíos de aire en la mezcla y la menor relación Estabilidad/Flujo, dependerán de un adecuado contenido de cemento asfáltico, el cual deberá diseñarse buscando que sea lo mayor posible, tendiendo hacia valores del rango del 6%. El mayor contenido de cemento asfáltico estará condicionado a una adecuada combinación granulométrica y al contenido de filler mineral.

Al ser ensayados los agregados gruesos por el método de ensayo ASTM D-1664 Revestimiento y desprendimiento en las mezclas de agregados-asfalto, se deberá tener en cuenta un porcentaje retenido mayor a 95%. Asimismo el agregado fino, al ser ensayado por el método Riedel-Weber (Norma NLT-355/74), deberá tener un índice de adhesividad mín. 6%. De no cumplirse con estos requisitos deberá mejorarse la afinidad agregado-asfalto, mediante el uso de aditivo mejorador de adherencia (Filler o aditivo químico), debiéndose verificar el cumplimiento del requisito de estabilidad retenida.

El contenido óptimo (técnico económico) de cemento asfáltico, será determinado basándose en el estudio de las curvas de energía de compactación constante, vs el contenido de cemento asfáltico. Además se deberá proporcionar las curvas de energía de compactación variable, vs óptimo contenido de cemento asfáltico.

FÓRMULA PARA LA MEZCLA EN OBRA

Antes de iniciar el acopio de los materiales, el Contratista deberá suministrar para verificación del Supervisor muestras de ellos, del producto bituminoso por emplear y de los eventuales aditivos, avaladas por los resultados de los ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos en el tratamiento o mezcla. El Supervisor después de las comprobaciones que considere convenientes y dé su aprobación a los materiales, solicitará al Contratista definir una "FÓRMULA DE TRABAJO" que obligatoriamente deberá cumplir las exigencias establecidas en la especificación correspondiente. En dicha fórmula se consignará la granulometría de cada uno de los agregados pétreos y las proporciones en ellos que deben mezclarse, junto con el polvo mineral, para obtener la gradación aprobada.

Para las mezclas asfálticas deberán indicarse, además, el porcentaje de ligante bituminoso en relación con el peso de la mezcla y el porcentaje de aditivo respecto al peso del ligante asfáltico, cuando su incorporación resulte necesaria. Para las mezclas en caliente también deberán señalarse:

- Los tiempos requeridos para la mezcla de agregados en seco y para la mezcla de los agregados con el ligante bituminoso.
- La temperatura máxima y mínima de calentamiento previo de los agregados y el ligante. En ningún caso se introducirán en el mezclador agregados pétreos a una temperatura que sea superior a la del ligante en más de quince grados Celsius (15 °C).
- Porcentaje de filler respecto al peso de la mezcla, en caso sea necesario su utilización.
- Las temperaturas máximas y mínimas al salir del mezclador.
- La temperatura mínima de la mezcla en la descarga de los elementos de transporte.
- La temperatura mínima de la mezcla al inicio y terminación de la compactación.

La aprobación definitiva de la fórmula de trabajo por parte del Supervisor no exime al Contratista de su plena responsabilidad de alcanzar, con base en ella, la calidad exigida por la respectiva especificación.

Las tolerancias que se admiten en los trabajos específicos se aplican a la Fórmula de Trabajo que es única para toda la ejecución de la obra.

La fórmula aprobada sólo podrá modificarse durante la ejecución de los trabajos, si se produce cambios en los materiales, canteras o si las circunstancias lo aconsejan y previo el visto bueno del Supervisor. Adicionalmente se deberá cumplir con:

GRADACIÓN

La Gradación de la mezcla será la que se indica en el Proyecto debiendo responder a alguno de los husos granulométricos de las presentes especificaciones.

APLICACIÓN DE LA FÓRMULA DE MEZCLA EN OBRA Y TOLERANCIAS

Todas las mezclas provistas, deberán concordar con la fórmula de mezcla en obra, fijada por el Supervisor, dentro de las tolerancias establecidas en el siguiente cuadro:

Parámetros de Control	Variación permisible en % en peso total de áridos
Nº 4 o mayor	± 5%
Nº 8	± 4%
Nº 30	± 3%
Nº 200	± 2%
Asfalto	± 0.3%

Diariamente (en un mínimo de una) para los inertes y dos para la mezcla, el Supervisor extraerá muestras para verificar la uniformidad requerida de dicho producto. Cuando por resultados desfavorables o una variación de sus condiciones lo hagan necesario, el Supervisor podrá fijar una nueva fórmula para ejecutar la mezcla para la obra. De todas maneras, la fórmula de trabajo será revisada completamente cada que se cumpla un tercera parte de la meta física del proyecto.

MÉTODOS DE COMPROBACIÓN

Cuando se compruebe la existencia de un cambio en el material o se deba cambiar el lugar de su procedencia, se deberá preparar una nueva fórmula para la mezcla en Obra, que será presentada y aprobada antes de que se entregue la mezcla que contenga el material nuevo. Los agregados para la obra serán rechazados cuando se compruebe que tienen porosidades y otras características que requieran, para obtener una mezcla equilibrada, un régimen mayor o menor del contenido de bitumen que el que se ha fijado a través de la especificación.

COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA DE AGREGADOS

La mezcla se compondrá básicamente de agregados minerales gruesos, finos y relleno mineral (separados por tamaños), en proporciones tales que se produzca una curva continua, aproximadamente paralela y centrada al huso granulométrico especificado y elegido. La fórmula de la mezcla de Obra será determinada para las condiciones de operación regular de la planta asfáltica. La fórmula de la mezcla de obra con las tolerancias admisibles, producirá el huso granulométrico de control de obra, debiéndose producir una mezcla de agregados que no escape de dicho huso; cualquier variación deberá ser investigada y las causas serán corregidas.

Las mezclas con valores de estabilidad muy altos y valores de flujos muy bajos, no son adecuadas cuando las temperaturas de servicio fluctúan sobre valores bajos.

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 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 costo, 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 definidos 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, el proceso no incluirá la etapa de compactación.

El Supervisor tomará muestras de la mezcla, para determinar su conformidad con las condiciones especificadas que correspondan en cuanto a granulometría, dosificación, densidad y demás requisitos. En caso de que el trabajo elaborado no se ajuste a dichas condiciones, el Contratista deberá efectuar inmediatamente las correcciones requeridas en los equipos y sistemas o, si llega a ser necesario, en la fórmula de trabajo, repitiendo las secciones de ensayo una vez efectuadas las correcciones.

El Supervisor determinará si es aceptable la ejecución de los tramos de prueba como parte integrante de la obra en construcción. En caso que los tramos de prueba sean rechazados o resulten defectuosos el Contratista deberá levantarlo totalmente, transportando los residuos a las zonas de depósito indicadas en el Proyecto u ordenados por el Supervisor. El Contratista deberá efectuar inmediatamente las correcciones requeridas a los sistemas de producción de agregados, preparación de mezcla, extensión y compactación hasta que ellos

resulten satisfactorios para el Supervisor, debiendo repetirse los tramos de prueba cuantas veces sea necesario. Todo esto a costo del Contratista.

Durante la aplicación del material bituminoso, el contratista deberá contar con extintores, dispuestos en lugares de fácil accesibilidad para el personal de obra, debido a que las temperaturas en las que se trabajan pueden generar incendios. En las áreas que han sido tratadas, no se debe permitir el paso de vehículos, para lo cual se instalarán las señalizaciones y desvíos correspondientes, sin que perturbe en gran medida el normal tránsito de los vehículos. En las probables zonas críticas indicadas en el proyecto se debe dar una protección adecuada contra los factores climáticos, geodinámicos, etc., a fin de que no se retrasen las obras y aumenten los costos que han sido determinados para estas actividades.

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 (1,5m), 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 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.

Los agregados preparados como se ha indicado anteriormente, y eventualmente el llenante mineral seco, se pesarán o medirán exactamente y se transportarán al mezclador en las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo.

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 quince 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).

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.

Se rechazarán todas las mezclas heterogéneas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma, o las que presenten indicios de humedad. En este último caso, se retirarán los agregados de las correspondientes tolvas en caliente.

También se rechazarán aquellas mezclas en las que la envuelta no sea perfecta. La temperatura del material bituminoso en el momento de aplicación, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en la siguiente tabla, y será aplicado a la temperatura que apruebe el Supervisor.

Rangos de Temperatura de Aplicación (°C)

Tipo y Grado del Asfalto	Rangos de Temperatura
	En Mezclas Asfálticas (1)
Asfaltos Diluidos:	
MC-30	-
RC-70 o MC-70	-
RC-250 o MC-250	60-80(2)
RC-800 ● MC-800	75-100(2)
Cemento Asfáltico	
Todos los grados	140 máx (3)

(1) Temperatura de mezcla inmediatamente después de preparada.

(2) Temperatura en la que puede ocurrir inflamación. Se deben tomar precauciones para prevenir fuego o explosiones.

(3) Se podrá elevar esta temperatura de acuerdo a las cartas temperatura - viscosidad del fabricante.

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.

Al realizar estas labores, se debe tener mucho cuidado que no se manche la superficie por ningún tipo de material, si esto ocurriese se deberá de realizar las acciones correspondientes para la limpieza del mismo por parte y responsabilidad del contratista.

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.

En los sitios en los que a juicio del Supervisor no resulte posible el empleo de máquinas pavimentadoras, la mezcla podrá extenderse a mano. La mezcla se descargará fuera de la zona que se vaya a pavimentar, y distribuirá en los lugares correspondientes por medio de palas y rastrillos calientes, en una capa uniforme y de espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a los planos o instrucciones del Supervisor, con las tolerancias establecidas en la presente especificación.

Al realizar estas labores, se debe tener mucho cuidado que no se manche la superficie por ningún tipo de material, si esto ocurriese se deberá de realizar las

acciones correspondientes para la limpieza del mismo por parte y responsabilidad del contratista.

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.

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.

La compactación se continuará mientras la mezcla se encuentre en condiciones de ser compactada hasta alcanzar la densidad especificada y se concluirá con un apisonado final que borre las huellas dejadas por los compactadores precedentes.

JUNTAS DE TRABAJO

Las juntas presentarán la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada.

Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos, deberán cuidarse con el fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad, se les aplicará una capa uniforme y ligera de asfalto antes de colocar la mezcla nueva, dejándola curar suficientemente.

El borde de la capa extendida con anterioridad se cortará verticalmente con el objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, que se pintará como se ha indicado en el párrafo anterior. La nueva mezcla se extenderá contra la junta y se compactará y alisará con elementos adecuados, antes de permitir el paso sobre ella del equipo de compactación.

Las juntas transversales en la capa de rodadura se compactarán transversalmente.

Cuando los bordes de las juntas longitudinales sean irregulares, presenten huecos o estén deficientemente compactados, deberán cortarse para dejar al descubierto una superficie lisa vertical en todo el espesor de la capa. Donde el Supervisor lo considere necesario, se añadirá mezcla que, después de colocada y compactada con pisones, se compactará mecánicamente.

Se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) en el caso de las transversales y de quince centímetros (15 cm) en el caso de las longitudinales.

PAVIMENTO SOBRE PUENTES Y VIADUCTOS

Las losas de los puentes si así están dispuestas en el proyecto o autorizado por el Supervisor se pavimentarán con una mezcla densa en caliente de la calidad exigida para la capa de rodadura, previa aplicación del riego de liga de esta especificación.

Durante la ejecución del riego de liga y de la pavimentación, el Contratista deberá defender con lonas, papel o similares, todas aquellas partes de los puentes que puedan ser alcanzadas por el material bituminoso. El Contratista será responsable por todo daño que causen las operaciones de sus equipos y, en consecuencia, los trabajos de reparación y limpieza correrán por su cuenta.

APERTURA AL TRÁNSITO

Alcanzada la densidad exigida, el tramo pavimentado podrá abrirse al tránsito tan pronto la capa alcance la temperatura ambiente.

REPARACIONES

Todos los defectos no advertidos durante la colocación y compactación, tales como protuberancias, juntas irregulares, depresiones, irregularidades de alineamiento y de nivel, deberán ser corregidos por el Contratista, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor. El Contratista deberá proporcionar trabajadores competentes, capaces de ejecutar a satisfacción el trabajo eventual de correcciones en todas las irregularidades del pavimento construido.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

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

- Verificar la implementación para cada fase de los trabajos de lo especificado en la partida MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL
- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.
- Verificar que las plantas de asfalto estén provistas de filtros, captadores de polvo, sedimentadores de lodo y otros aditamentos que el Supervisor

considere adecuados y necesarios para impedir emanaciones de elementos particulados y gases que puedan afectar el entorno ambiental.

- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado como resultado del tramo de prueba, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación y compactación de los tratamientos y mezclas asfálticas.
- Ejecutar ensayos de control de mezcla, de densidad de las probetas de referencia, de densidad de la mezcla asfáltica compactada in situ, de extracción de asfalto y granulometría; así como control de las temperaturas de mezclado, descarga, extendido y compactación de las mezclas (los requisitos de temperatura son aplicables sólo a las mezclas elaboradas en caliente).
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezclas asfálticas durante el período de ejecución de las obras.
- Realizar las medidas necesarias para determinar espesores, levantar perfiles, medir la textura superficial y comprobar la uniformidad de la superficie.

El Contratista rellenará inmediatamente con mezcla asfáltica, a su costo, todos los orificios realizados con el fin de medir densidades en el terreno y compactará el material de manera que su densidad cumpla con los requisitos indicados en la respectiva especificación.

El Contratista cubrirá, sin costo para el MTC, las áreas en las que el Supervisor efectúe verificaciones de la dosificación de riegos.

Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

Tanto las condiciones de recibo como las tolerancias para las obras ejecutadas, se indican en las especificaciones correspondientes. Todos los ensayos y mediciones requeridas para el recibo de los trabajos especificados, estarán a cargo del Supervisor.

Aquellas áreas donde los defectos de calidad y las irregularidades excedan las tolerancias, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor y a satisfacción de éste.

Calidad del cemento asfáltico

El Supervisor efectuará las siguientes actividades de control:

(1) Comprobar, mediante muestras representativas de cada entrega y por cada carro termo tanque (mínimo una muestra por cada 9000 galones o antes si el volumen de entrega es menor), 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.

(2) Efectuar con la frecuencia que se indica en la tabla de Ensayos y Frecuencias o antes siempre que se sospechen anomalías, controles de las demás características descritas en la tabla de Especificaciones del Cemento Asfáltico Clasificado por Viscosidad y Penetración.

(3) Efectuar los ensayos necesarios para determinar la cantidad de cemento asfáltico incorporado en las mezclas que haya aceptado a satisfacción. El Supervisor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de material bituminoso que no se encuentren respaldados por la certificación de calidad del fabricante.

Calidad de los agregados pétreos y el polvo mineral

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:

- (1) El desgaste en la máquina de Los Ángeles, según la norma MTC E 207.
- (2) Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio o de magnesio, de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 209.
- (3) El equivalente de arena, de acuerdo con la norma MTC E 114.
- (4) La plasticidad, aplicando las normas MTC E 111.
- (5) Sales solubles Totales de acuerdo a la norma MTC E 219
- (6) Adherencia agregado – bitumen según la norma MTC E 220 / MTC E 517.

Así mismo, para cada procedencia del polvo mineral y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y sobre ellas se determinarán:

La densidad aparente.

El coeficiente de emulsibilidad.

Los resultados de estas pruebas deberán satisfacer las exigencias indicadas en las presentes especificaciones. Su peso unitario aparente, determinado por el ensayo de sedimentación en tolueno, deberá encontrarse entre cinco y ocho décimas de gramo por centímetro cúbico (0,5 y 0,8 g/cm³) (BS 812, NLT 176) y su coeficiente de emulsibilidad deberá ser inferior a seis décimas (0,6). Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

También, ordenará acopiar por separado aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, partículas alargadas o aplanadas, y plasticidad, y vigilará la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores.

Además, efectuará las siguientes verificaciones de calidad y frecuencias que se indican en la tabla de Ensayos y Frecuencias para el agregado de cada tolva en frío. Si existe incorporación independiente de filler mineral, sobre él se efectuarán las siguientes determinaciones:

- Densidad aparente y coeficiente de emulsibilidad, al menos una (1) vez a la semana y siempre que se cambie de procedencia del filler.
- Granulometría y peso específico, una (1) prueba por suministro.

Composición de la mezcla

(1) 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.

En la Tabla de Ensayos y Frecuencias se establecen los controles de calidad y frecuencias de los ensayos.

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. $ART \% - 0,3 \% \leq ARI \% \leq ART \% + 0,3 \%$

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

(2) 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 las tolerancias que se indican en las presentes especificaciones.

Las tolerancias admitidas en las mezclas son absolutamente para la fórmula de trabajo, estarán dentro del huso de especificación y serán las siguientes:

Parámetros de Control	Variación permisible en % en peso total de áridos
Nº 4 o mayor	± 5%
Nº8	± 4%
Nº30	± 3%
Nº200	± 2%
Asfalto	± 0.3%

Calidad de la Mezcla

(1) Resistencia

Con un mínimo de dos (2) muestras se moldearán probetas (dos por muestra), para verificar en el laboratorio su resistencia en el ensayo Marshall (MTC E 504); paralelamente se determina la densidad media de las cuatro probetas moldeadas (De).

La estabilidad media de las cuatro (4) probetas (Em) deberá ser como mínimo, igual al noventa y cinco por ciento (95%) de la estabilidad de la mezcla de la fórmula de trabajo (Et) $E_m > 0,95 E_t$.

Además, la estabilidad de cada probeta (Ei) deberá ser igual o superior al noventa por ciento (90%) del valor medio de estabilidad, admitiéndose solo un valor individual por debajo de ese límite. $E_i > 0,90 E_m$

El incumplimiento de alguna de estas exigencias acarrea el rechazo del tramo representado por las muestras.

(1) Flujo

El flujo medio de las probetas sometidas al ensayo de estabilidad (Fm) deberá encontrarse entre el noventa por ciento (90%) y el ciento diez por ciento (110%) del valor obtenido en la mezcla aprobada como fórmula de trabajo (Ft); $0,90 F_t > F_m > 1,10 F_t$. Si el flujo medio se encuentra dentro del rango establecido, pero no satisface la exigencia recién indicada en relación con el valor obtenido al determinar la fórmula de trabajo, el Supervisor decidirá, al compararlo con las estabilidades, si el tramo debe ser rechazado o aceptado.

Calidad del producto terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se esté construyendo, excluyendo sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en los planos o la determinada por el Supervisor. La cota de cualquier punto de la mezcla densa compactada en capas de base o rodadura, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Además, el Supervisor estará obligado a efectuar las siguientes verificaciones:

(1) 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 definirá sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al 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).

$$Dm > 0,98 De$$

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) $Di > 0,97 Dm$

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

La toma de muestras testigo se hará de acuerdo con norma MTC E 509 y las densidades se determinarán por alguno de los métodos indicados en las normas MTC E 506, MTC E 508 Y MTC E 510.

(2) 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) $em > ed$

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. $ei > 0.95 ed$

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

(3) *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.

(4) *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.

(5) *Regularidad superficial o Rugosidad*

La regularidad superficial de la carpeta asfáltica 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 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.

(6) *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, de tal manera que exista una coincidencia con relación a las mediciones que se hayan efectuado a nivel de subrasante.

Se requiere un estricto control de calidad tanto de los materiales como de la fabricación de la mezcla asfáltica, de los equipos para su extensión y compactación, y en general de todos los elementos involucrados en la puesta en obra de la mezcla asfáltica. De dicho control forma parte la medición de las deflexiones y el subsecuente cálculo de los módulos elásticos de las capas que se mencionan en el primer párrafo. La medición de deflexiones sobre la carpeta asfáltica terminada tiene como finalidad la evaluación, diagnóstico y complementación de los diferentes controles que deben realizarse a la carpeta asfáltica, asimismo, determinar las deflexiones características por sectores homogéneos, cuyos resultados, según lo previsto en el diseño, deberán teóricamente ser menores a la deflexión admisible.

La medición de deflexiones sobre la carpeta asfáltica terminada, se efectuará al finalizar la obra como control final de calidad del pavimento terminado y para efectos de recepción de la obra.

MEDICIÓN

La carpeta asfáltica, se medirá en metros cúbicos (m³) del espesor compactado especificado y aceptado, por el Supervisor, de acuerdo a los planos y presentes especificaciones.

El volumen se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho y el espesor especificado en los planos u ordenado por el Supervisor. No se medirá ningún volumen por fuera de tales límites.

PAGO

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato por metro cúbico (m³), para la partida **CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE**, aceptada a satisfacción por el Supervisor, entendiéndose que dicho pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta partida y cubrirá los costos de materiales, mano de obra en trabajos diurnos y nocturnos, herramientas, equipos pesados, transporte y todos los gastos que demande el cumplimiento satisfactorio del contrato, incluyendo los imprevistos.

El precio unitario deberá incluir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de licencias ambientales para la explotación de los agregados y la elaboración de las mezclas; las instalaciones provisionales, los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos relacionados con la explotación, selección, trituración, lavado, suministro de los materiales pétreos, desperdicios, elaboración de las mezclas, cargas, transporte interno y descargas de agregados y mezclas; la colocación, nivelación y compactación de las mezclas elaboradas.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos de la definición de la fórmula de trabajo, del tramo de prueba y todo costo relacionado con la correcta ejecución de cada trabajo.

Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de muestreo
Agregado	Granulometría	MTC E 204	200 m ³	Tolva en frío
	Plasticidad	MTC E 110	200 m ³	Tolva en frío
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	500 m ³	Tolva en frío
	Equivalente arena	MTC E 114	1000 m ³	Tolva en frío
	Índices de aplanamiento y alargamiento agregado Grueso	MTC E 221	500 m ³	Tolva en frío
	Desgaste Los Angeles	MTC E 207	1000 m ³	Tolva en frío
	Angularidad del agregado fino	MTC 222	1000 m ³	Tolva en frío
	Perdida en sulfato de sodio	MTC E 209	1000 m ³	Tolva en frío
Mezcla Asfáltica	Contenido de Astallo	MTC E 502	2 por día	Pista/planta
	Granulometría		2 por día	Pista/planta
	Ensayo Marshall	MTC E 504	2 por día	Pista/planta
	Temperatura		Cada volquete	Pista/planta
	Densidad	MTC E 506. MTC E 508 y MTC E 510	1 cada 250 m ²	Pista compactada
	Espesor	MTC E 507	Cada 250 m ²	Pista compactada
	Resistencia al deslizamiento	MTC E 1004	1 por día	Pista compactada
Cemento Asfáltico	Según 410.18/bi		N (*)	Tanques Térmicos al llegar a obra

(*) N representa el número de tancadas de 30 000 l de cemento asfáltico requeridos en la obra.

ASFALTADO DILUIDO MC-30

DESCRIPCIÓN

Esta especificación se refiere al suministro de un asfalto diluido MC-30 y/o líquido RC-250 en el sitio de aplicación de riegos de imprimación y para el tratamiento superficial bicapa, según lo indique el Proyecto o lo autorice el Supervisor.

MATERIALES

Los asfaltos de curado medio y curado rápido responderán a los requisitos de calidad que se indican en el siguiente cuadro:

Requisitos de Material Bituminoso Diluido de Curado Medio

Características	Ensayo	MC-30	
		Min.	Máx.
Viscosidad Cinemática a 60 °C. mm ² /s	MTC E 301	30	60
Punto de Inflamación (TAG. Copa abierta) °C	MTC E 312	38	
Destilación. volumen total destilado hasta 360 °C. %Vol ➤ A 190 °C ➤ A 225 °C ➤ A 260 °C ➤ A 315 °C	MTC E 313	40 75	25 70 93
Residuo de la destilación a 315 °C		50	
Pruebas sobre el residuo de la destilación ➤ Ductilidad a 25 °C. 5 cm/min., cm. ➤ Penetración a 25 °C. 100 gr., 5 seg. (*) ➤ Viscosidad absoluta a 60 °C. Pa.s ➤ Solubilidad en tricloetileno. %	MTC E 306 MTC E 304 MTC E 302	100 120 30 99	- 250 120
Contenido de agua. % del volumen		-	0.2

Requisitos de Material Bituminoso Diluido para Curado Rápido (AASHTO M-81)

Características	Ensayo	RC-250	
		Min.	Máx.
Viscosidad Cinemática a 60 °C. mm ² /s	MTC E 301	250	500
Punto de Inflamación (TAG. Copa abierta) °C	MTC E 312	27	-
Destilación. volumen Total destilado hasta 60 °C. %Vol. A 190 °C A 225 °C A 260 °C A 316 °C	MTC E 313	- 35 60 80	- - - -
Residuo de la destilación a 360 °C		65	-
Pruebas sobre el residuo de la destilación Ductilidad a 25 °C. 5 cm/min., cm. Penetración a 25 °C. 100 gr., 5 seg. (*) Viscosidad absoluta a 60 °C. Pa.s Solubilidad en tricloetileno. %	MTC E 306 MTC E 304 MTC E 302	100 80 60 99	- 120 240 -
Contenido de agua. % del volumen		-	0.2

(*) Opcionalmente se puede reportar Penetración en vez de viscosidad.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

El Contratista suministrará el asfalto cumpliendo las disposiciones legales al respecto, en especial las referentes a dimensiones y pesos de los vehículos de transporte y al control de la contaminación ambiental. El empleo de los asfaltos se hará de acuerdo a lo establecido en el proyecto y conforme lo establece la sección correspondiente a la partida de trabajo de la cual formará parte.

CONTROLES

El Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- “ Exigir un certificado de calidad del producto, así como la garantía del fabricante de que el producto cumple las condiciones de calidad especificadas.
- “ Verificar el estado de funcionamiento de los equipos de transporte y almacenamiento.
- “ Verificar que durante el vaciado de los termo tanques no se lleven a cabo manipulaciones que puedan afectar la calidad del producto y la seguridad de las personas.

MEDICIÓN

El asfalto diluido MC-30 y/o líquido RC-250 se medirá por Galón (Gln), aproximado al galón completo de asfalto líquido incorporado en los riegos de imprimación y diluido en tratamiento superficial bicapa, ejecutado a satisfacción del Supervisor.

El volumen utilizado se calculará considerando la tasa de aplicación promedio, aplicada al área cubierta.

PAGO

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato por Galón (Gln), para la partida **ASFALTO DILUIDO MC-30**, respectivamente entendiéndose que dicho pago cubre todos los costos de suministro del asfalto diluido MC-30 ó asfalto líquido RC-250 en obra, manejo, almacenamiento y transportes entre la planta de fabricación del asfalto diluido y el sitio de colocación final. Además deberá cubrir los costos por concepto de desperdicios y en general todo costo necesario para el correcto cumplimiento de esta especificación.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ADITIVOS MEJORADORES DE ADHERENCIA

DESCRIPCIÓN

Esta especificación se refiere al suministro de mejoradores de adherencia en el sitio de colocación de tratamientos o mezclas asfálticas, elaboradas de conformidad con lo establecido en las Secciones correspondientes de estas especificaciones, a plena satisfacción del Supervisor.

MATERIALES

Para el mejoramiento de la adherencia entre los productos bituminosos y los agregados pétreos se podrán emplear:

- Aditivos producidos comercialmente de calidad certificada.
- Cenizas (AASHTO M 295)
- Cal (AASHTO M 303)
- Base tipo amina

El mejorador seleccionado, previamente en el Expediente Técnico, deberá garantizar el grado de afinidad requerido entre el par asfalto-agregado, según el tratamiento o mezcla que se irá a ejecutar. En el caso de los aditivos el Contratista deberá adjuntar la documentación sobre la efectividad del producto ofrecido, bien sea en trabajos de campo o experiencias de laboratorio.

Debe entenderse que en la selección de los mejoradores de adherencia, primarán los factores inherentes en cada uno de los diseños de mezclas asfálticas, es decir, el par asfalto-agregado deberá cumplir los requerimientos respectivos en cada especificación.

EQUIPO

Se deberá cumplir:

(a) Empaque

Para su traslado al sitio de las obras, el aditivo podrá empacarse en tambores y/o en bolsas. Las bolsas sólo podrán emplearse cuando el aditivo sea sólido.

(b) Vehículos de transporte

Si el suministro se hace en tambores o bolsas, el transporte podrá efectuarse en cualquier camión convencional. El vehículo deberá disponer de lonas o cobertores adecuados, debidamente asegurados a su carrocería, que protejan al aditivo durante su transporte. En todos los casos, los vehículos deberán cumplir las disposiciones legales vigentes en relación con pesos, dimensiones y control de contaminación ambiental.

(c) Depósitos de almacenamiento

El depósito de los aditivos suministrados en tambores o bolsas deberá ser ventilado y cubierto y disponer de los elementos que aseguren la protección del producto contra los agentes atmosféricos, particularmente la humedad proveniente tanto del suelo como de las paredes del almacén.

REQUERIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN

La incorporación de los mejoradores de adherencia en los tratamientos y mezclas se hará en la proporción definida en el diseño de éstos. La adición de aditivo deberá realizarse previamente en un mezclador de suelo, agregando el porcentaje de diseño a uno de los agregados de la mezcla asfáltica, preferiblemente el más fino. El porcentaje será comprobado mediante ensayos granulométricos antes y después del mezclador.

Para garantizar la homogeneidad durante construcción de los aditivos mejoradores de adherencia, se deberán usar tanques verticales con agitadores mecánicos, en los cuales se almacenará la mezcla bitumen-aditivo en las proporciones definidas en la fórmula de trabajo.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

(a) Controles

El Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Llevar un registro detallado del período de almacenamiento de cada lote, impidiendo el empleo de cualquier aditivo con posterioridad a su fecha de vencimiento.
- Verificar el estado y funcionamiento de los equipos de transporte y almacenamiento.

- Verificar que durante el manejo del aditivo no se efectúen operaciones que puedan afectar su calidad.
- Comprobar la correcta incorporación del aditivo en el tratamiento o mezcla.
- Tomar, cada vez que lo estime conveniente, muestras del producto para la ejecución eventual de pruebas de control.

(b) Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El Supervisor deberá comprobar que con la cantidad de aditivo efectivamente incorporada en el tratamiento o mezcla se obtiene la adhesividad exigida y no se admitirá al respecto ninguna tolerancia.

MEDICIÓN

El aditivo mejorado de adherencia será medido por Kilogramo (Kg.) y se incorpora en la mezcla asfáltica, para garantizar el cumplimiento de las exigencias de adhesividad de la respectiva especificación.

PAGO

El peso determinado en la forma descrita anteriormente, se pagará por kilogramo (Kg.). Este precio será compensado totalmente por el suministro, patente, manejo, almacenamiento, desperdicios, carga, transporte, descarga, incorporación y cualquier otro costo requerido para la correcta ejecución de los trabajos, deberán incluirse en el precio unitario del tratamiento o mezcla respectiva.

3.3 PRESUPUESTO

El Presupuesto se ha desarrollado considerando que la estructura se va a construir sobre una rasante completamente nivelada sobre la cual se va a colocar los espesores del pavimento diseñado en el capítulo II.

En los anexos correspondientes al presupuesto, se detallan los análisis de precios unitarios, gastos generales, formulas polinómicas, cronograma de ejecución

CONCLUSIONES

El problema central identificado en la evaluación a nivel de perfil es el “Deficiente Nivel de transitabilidad” que dificulta el traslado de carga y pasajeros en la vía, las causas que originan este problema son: (i) Falta de un Programa de mantenimiento y seguridad Vial. (ii) Deficiente diseño geométrico. (iii) Exposición a condiciones exógenas desfavorables.

La evaluación económica muestra una inviabilidad de las alternativas escogidas, esto debido a que en el corto tramo que se ha evaluado, se ha recargado de diferentes soluciones a diversos problemas que se puedan presentar; dando así un sobre dimensionamiento al extrapolar a los 281.73 km.

El análisis de sensibilidad ha determinado que con diversos cambios tanto en los costos de inversión y beneficios, la alternativa N°1 seleccionada sigue siendo más conveniente que la otra alternativa.

El diseño del pavimento involucra el análisis de diversos factores: tráfico, clima, características de los suelos, nivel de serviciabilidad deseado, y el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño de acorde con el grado de importancia de la carretera. Dentro de los aspectos que influyen en la predicción de la respuesta futura del pavimento, uno de los más importantes es la caracterización del terreno de fundación (subrasante) y de los materiales que componen la estructura del pavimento.

En los procedimientos actuales de diseño de pavimentos, la capacidad de soporte del suelo es caracterizada mediante el modulo de Resiliencia. Este ensayo caracteriza de una manera más realista el comportamiento de los materiales ante las acciones de carga que los ensayos utilizados tradicionalmente como el método de CBR.

Se ha podido confirmar que en el caso del diseño de pavimentos flexibles, mientras se va profundizando el punto de análisis, los esfuerzos van decreciendo, llegando a soportar la Sub rasante esfuerzos muy pequeños, esto se ve favorecido si consideramos otras geometrías con mayor número de llantas, como es el caso de vehículos con ejes tándem y tridem las deformaciones son menores por que la carga se distribuye mejor.

RECOMENDACIONES

El desarrollo de la tecnología y de nuevas investigaciones ponen al alcance de todos los ingenieros metodologías que son mucho más confiables y predicen mejor el comportamiento estructural de los pavimentos, muchos de estos conceptos son antiguos, pero es ahora cuando se ponen de manifiesto su aplicación.

En el Perú, más del 50% de las vías de comunicación terrestre están a nivel de afirmado, por lo que el campo de aplicación de estos conocimientos se hace más que necesario.

En el Perú la limitación viene dada por la ejecución de los ensayos de Módulo Resiliente, el principal parámetro para caracterizar a los materiales que constituyen los pavimentos, por lo que se recomienda elaborar publicaciones de los resultados de los diferentes ensayos ya realizados y la ubicación de las canteras de las que fueron analizadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Guerra Torres, Rodolfo Cristóbal; Estudio de agregados pétreos para el diseño de mezclas asfálticas en caliente; Universidad Nacional de Ingeniería; Lima, Perú; 1997.
2. ICG; Tecnología y normas para obras viales; Fondo Editorial ICG; Lima, Perú; 2004.
3. Nikaido Fukuyama, Nohely Magali; Estudio y análisis de mezclas asfálticas en caliente (mac) en el tramo vial I: Yura-Patahuasi / Arequipa, con agregados volcánicos; Universidad Nacional de Ingeniería; Lima, Perú; 2003.
4. Salinas Seminario, Miguel; Costos, Presupuestos Valorizaciones y Liquidaciones de Obra; Fondo Editorial ICG; Lima, Perú; 2002.
5. Universidad Nacional de Ingeniería; Manual de diseño de espesores de pavimentos asfálticos del Instituto de Asfalto; Lima, Perú; 1969.
6. Vásquez Lara, Carmen; Las mezclas asfálticas en caliente y al sistema superpave; Universidad Nacional de Ingeniería; Lima, Perú; 2004.
7. Velázquez, Manuel; Asfaltos; Dosat; Madrid, España; 1961.
8. Zevallos Carhuaz, Misael Ciro; Mejoramiento de carpetas asfálticas con uso de polímeros; Universidad Nacional de Ingeniería; Lima, Perú; 2005

ANEXOS

• CUADROS	142
• GRÁFICOS	159
• PRESUPUESTO	166
• ENSAYOS DE LABORATORIO	177
• PLANOS	186

CUADROS

**CUADRO N° 1.01
UBICACIÓN DE LA CARRETERA**

Departamento /Región:	Lima-Junín
Provincia:	Cañete-Chupaca
Distrito:	San Vicente de Cañete
Localidad:	Varias entre Localidad San Vicente de Cañete y Localidad de Chupaca
Región Geográfica:	Costa (x) Sierra (x)
Altitud :	71 – 4751 m.s.n.m.
Latitud :	13°04'38.08"S 76°24'11.45"O (San Vicente)
	12°03'35.29"S 75°17'13.47"O(Chupaca)
Coordenadas :	348,000.55 E 8'553,201.88 S (San Vicente)
	468,680 E 8'666,783 S (Chupaca)

Fuente: INEI 2007

**CUADRO N° 1.02
POBLACION ACTUAL**

LOCALIDAD	POBLACIÓN ACTUAL (HABITANTES)
San Vicente de Cañete	46,464
Cerro azul	6,893
San Luis	11,94
Quilmana	13,663
Imperial	36,34
Nuevo Imperial	19,026
Lunahuana	4,567
Pacarán	1,687
Zúñiga	1,582
Catahuasi	1,09
Huangascar	668
Alis	1,519
Carania	330
Huantan	926
Ayauca	1,773
Colonia	1,439
Laraos	960
Miraflores	441
Tupe	655
Tomas	1,077
Huancaya	1,001
Yanacancha	3,294
Chupaca	20,976
TOTAL	178,311

Fuente: INEI 2007

CUADRO N° 1.03
VÍAS COMPRENDIDAS EN EL PROYECTO PERU

	NOMBRE	* LONGITUD POR SUPERFICIE (Km)			Total general
		ASFALTADO	NO ASFALTADO	EN PROYECTO	
1	Trujillo - Chiclayo - Piura / Dv. Puerto Bayóvar - Cruce Catacaos / Lambayeque - Dv. Olmos.	635.2			635.2
2	Corral Quemado - El Reposo - Dv. Bagua Chica - Saramiriza.	12.9	350.8		363.7
3	Pimentel - Chiclayo - Chongoyape - Cochabamba - Chota - Cajamarca.	97.3	373.8		471.1
4	Puente Comaru - Tayabamba - Huamachuco - Cajamarca.	56.9	447.0		503.9
5	Dv. Cochabamba - Cutervo - Jaén - San Ignacio - La Balza.	124.2	177.3		301.6
6	Ciudad de Dios - Dv. Cajamarca - Balzas - Puente Ingenio.	181.3	353.8		535.1
7	Trujillo - Dv. Otuzco - Huamachuco - Dv. Juanjui.	70.1	208.9	261.8	540.9
8	IIRSA ANDINO: Carretera FBT, tramo: Tarapoto - Dv. Tingo Maria.	81.4	381.5		462.9
9	Santa - Chuquicara - Sihuas - Huacrachuco - Uchiza - Dv. Tocache.	211.3	687.1		898.3
10	Huaura - Sayán - Oyón - Yanahuanca - Ambo / Ramal: Río Seco - El Ahorcado - Dv. Sayán.	69.7	264.4		334.1
11	Lima - Canta - Unish - Dv. Cerro de Pasco / Ramal: Chancay - Huayllay.	149.9	243.4		393.3
12	Dv. Las Vegas - Tarma - La Merced - Villa Rica - Von Humboldt.	119.4	409.9	7.3	536.6
13	<u>Cañete - Lunahuaná - Huancayo.</u>	<u>54.8</u>	<u>226.5</u>		<u>281.3</u>
14	Concepción - Satipo - Atalaya.	13.0	301.3	70.3	384.6
15	Huancayo - Izcuchaca - Huanta - Ayacucho / Ramal: Huancayo - Pampas - Churcampa.	128.0	391.0		519.0
16	Izcuchaca (Emp. R03S) - Huancavelica - Castrovirreyna - Huancho - Chinchá Alta.		362.0		362.0
17	Ayacucho - Ocos - Andahuaylas - Abancay / Ramal: Dv. Ayacucho - Querobamba - Puquio.	6.3	733.7		740.0
18	Dv. Cusco - Quillabamba - San Francisco - Ayacucho.	96.7	408.3	112.3	617.3
19	Puquio - Coracora - Chala.		454.4		454.4
20	Dv. Abancay - Chuquibambilla - Cotabambas - Dv. Cusco.		407.1		407.1
21	Dv. Urcos - Paucartambo - Itahuania - Boca Manu.		253.1	61.0	314.1
22	Dv. Aplao (Emp R001S) - Aplao - Chuquibamba - Cotahuasi / Ramal: Acroy-Andahua-Huambo.	88.2	324.3	40.0	452.5
23	El Alto - Huambo - Chivay - Vizcachane - Dv. Patahuasi.	51.0	232.3		283.3
24	Dv. Patahuasi - Yauri - Sicuani.	26.6	339.8		366.4
25	Dv. Urcos - Sicuani - Santa Rosa - Pucará.	231.0			231.0
26	Puno - Ilave - Desagüadero / Ramal: Ilave - Mazocruz - Tarata.	150.2	219.4		369.7
27	Juliaca - Putina - Cuyocuyo - San Ignacio / Ramal: Moho - Patasca (Frontera con Bolivia)	53.1	369.0		422.1
28	Arequipa - Omate - Torata (Emp. R034A).	10.2	214.2		224.4
29	Tacna - Tarata - Candarave - Dv. Humajalzo (Emp. R034B).	158.3	360.4		518.7
30	Dv. Camaná (Los Cerrillos) - Dv. Huambo - La Repartición / Dv. Matarani - Dv. Moquegua / Dv. Ilo - Qda. Honda	421.3			421.3
31	Castrovirreyna - Pisco.	89.5	70.0		159.4
32	Camaná - Ilo - El Pozo - Tacna.	275.1	122.4	58.2	455.7
33	Huánuco - La Union - Huallanca - Conocochoa.	90.1	166.0		256.1
34	Sajinos (Emp. R1N) - Paimas - Ayabaca - Huancabamba - Tambo / Ramal Huancabamba - Canchaque	20.0	308.0	150.1	478.1
35	Paíta - Sullana - Poechos - El Alamor (Frontera Ecuador).	103.4	30.5		133.9
36	Casma - Huaraz - Huari - Monzón - Tingo María (PROPUESTA)	31.1	208.2	186.3	425.6
	Total general	3,907.5	10,399.8	947.3	15,254.6

CUADRO N° 1.06
PRESUPUESTO DE OBRA, ALTERNATIVA N°1

	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PU	SUB TOTAL
1.0	OBRAS PRELIMINARES	KM	0,3	375	112,5
2.0	MOVIMIENTO DE TIERRA				
2.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO	M3	840	2,2	1.848,00
2.01	RELLENO DE MATERIAL SUELTO	M3	350	10	3.500,00
2.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL SUELTO	M3	1.008,00	3,51	3.538,08
3.0	PAVIMENTO				
3.01	SUB RASANTE	M2	2.400,00	2,1	5.040,00
3.02	BASE GRANULAR E=0,20	M2	2.400,00	5,12	12.288,00
3.03	CARPETA ASFÁLTICA DE 2"	M2	2.400,00	10,57	25.368,00
4.0	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				
4.01	ALCANTARILLA	ML	10,1	722,56	7.297,86
4.02	REVESTIMIENTO DE CUNETAS	ML	300	15,51	4.653,00
4.03	GAVIONES PARA DEFENZAS RIBEREÑAS	ML	40	1.105,32	44.212,80
4.04	MURO DE CONCRETO DE GRAVEDAD	ML	40	1.564,32	62.572,80
5.0	SEÑALIZACIÓN				
5.01	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	UND	2,5	152,12	380,3

COSTOS DIRECTOS	170.811,34
G. G. y UTILIDAD 25%	<u>42.702,84</u>
SUB TOTAL	213.514,18
IGV 19%	<u>40.567,69</u>
TOTAL POR 0,3 K°M. \$	254.081,87
COSTO POR KM	846.939,56
COSTO POR 281.73 KM. \$	238.616.751,87

CUADRO N° 1.07
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO ALTERNATIVA N° 01

	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>UND</i>	<i>METRADO</i>	<i>PU</i>	<i>SUB TOTAL</i>
1.0	MANTENIMIENTO RUTINARIO DE SUPERFICIE	KM	0,30	1.530,00	459
2.0	LIMPIEZA DE ALCANTARILLA	ML	10,10	15,34	154,93
3.0	MANTENIMIENTO DE LA SEÑALIZACIÓN	UND	2,50	3,22	8,05
4.0	BACHEO Y TRATAMIENTO DE FISURAS	M2	1,88	16,75	31,41

GASTOS DE MANTENIM. POR 0,30 KM. 653,39
MANTENIMIENTO POR KM \$ 2.177,97
COSTO POR 281.73 KM. \$ 613.598,78

CUADRO N° 1.08
COSTO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO ALTERNATIVA N° 01

	<i>DESCRIPCION</i>	<i>UND</i>	<i>METRADO</i>	<i>PU</i>	<i>SUB TOTAL</i>
1.0	PAVIMENTO				
1.03	RECAPEO DE CARPETA	M2	2.400,00	1,85	4.440,00
2.0	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				
2.01	MANTENIMIENTO DE ALCANTARILLA	ML	10,1	37,6	379,76
2.02	IMPERMEABILIZACIÓN DE CUNETAS	ML	300	1,9	570
2.03	MANTENIMIENTO DE ENROCADO	ML	40	24,6	984
3.0	SEÑALIZACIÓN				
3.01	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	GLB	1	150,56	150,56

GASTOS DE MANTENIM. POR 0,30 KM. 6.524,32
MANTENIMIENTO POR KM \$ 21.747,73
COSTO POR 281.73 KM. \$ 6.111.112,13

CUADRO N° 1.09
COSTO TOTAL ALTERNATIVA N°01

ALTERNATIVA N° 1	USD \$
PRESUPUESTO DE OBRA	238'608,282.24
COSTOS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO	613,599.49
COSTOS DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO	6'126,987.97
COSTOS DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	559,136.25
COSTO DE EXPEDIENTE TÉCNICO	30,000.00
COSTO DE SUPERVISIÓN	12'000,000.00
COSTO DE EXPROPIACIÓN Y COMPENSACIÓN	3'155,040.00
COSTO TOTAL DE INVERSIÓN	261'093,045.95

CUADRO N° 1.10
PRESUPUESTO DE OBRA, ALTERNATIVA N°2

	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PU	SUB TOTAL
1.0	OBRAS PRELIMINARES	KM	0,3	375	112,5
2.0	MOVIMIENTO DE TIERRA				
2.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO	M3	840	2,2	1.848,00
2.01	RELLENO DE MATERIAL SUELTO	M3	350	10	3.500,00
2.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL SUELTO	M3	1.008,00	3,51	3.538,08
3.0	PAVIMENTO				
3.01	SUB RASANTE	M2	2.400,00	2,1	5.040,00
3.02	BASE GRANULAR E=0,20	M2	2.400,00	5,12	12.288,00
3.03	TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN SOLUCIÓN BÁSICA	M2	2.400,00	4,73	11.352,00
4.0	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				
4.01	ALCANTARILLA	ML	10,1	722,56	7.297,86
4.02	REVESTIMIENTO DE CUNETAS	ML	300	15,51	4.653,00
4.03	GAVIONES PARA DEFENZAS RIBEREÑAS	ML	40	1.105,32	44.212,80
4.04	MURO DE CONCRETO DE GRAVEDAD	ML	40	1.960,78	78.431,20
5.0	SEÑALIZACIÓN				
5.01	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	UND	2,5	152,12	380,3

COSTOS DIRECTOS		172.653,74
G. G. y UTILIDAD 25%		43.163,43
SUB TOTAL		215.817,17
IGV 19%		41.005,26
TOTAL POR 0,3 K°M.	\$	256.822,43
COSTO POR KM		856.074,77
COSTO POR 281.73 KM.	\$	241'181.946,17

CUADRO N° 1.11
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO ALTERNATIVA N° 02

	<i>DESCRIPCION</i>	<i>UND</i>	<i>METRADO</i>	<i>PU</i>	<i>SUB TOTAL</i>
1.0	MANTENIMIENTO RUTINARIO DE SUPERFICIE	KM	0,30	1.779,58	533,87
2.0	LIMPIEZA DE ALCANTARILLA	ML	10,10	15,34	154,93
3.0	MANTENIMIENTO DE LA SEÑALIZACIÓN	UND	2,50	3,22	8,05
4.0	BACHEO Y TRATAMIENTO DE FISURAS	M2	1,88	21,56	40,43

GASTOS DE MANTENIM. POR 0,30 KM. 737,28
MANTENIMIENTO POR KM \$ 2.457,61
COSTO POR 281.73 KM. \$ **692.382,47**

CUADRO N° 1.12
COSTO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO ALTERNATIVA N° 02

	<i>DESCRIPCION</i>	<i>UND</i>	<i>METRADO</i>	<i>PU</i>	<i>SUB TOTAL</i>
1.0	PAVIMENTO				
1.03	RECAPEO DE CARPETA	M2	2.400,00	2,56	6.144,00
2.0	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				
2.01	MANTENIMIENTO DE ALCANTARILLA	ML	10,1	37,6	379,76
2.02	IMPERMEABILIZACIÓN DE CUNETAS	ML	300	1,9	570
2.03	MANTENIMIENTO DE ENROCADO	ML	40	36,6	1.464,00
3.0	SEÑALIZACIÓN				
3.01	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	GLB	1	150,56	150,56

GASTOS DE MANTENIM. POR 0,30 KM. 8.708,32
MANTENIMIENTO POR KM \$ 29.027,7
COSTO POR 281.73 KM. \$ **8.177.983,31**

CUADRO N° 1.13
COSTO TOTAL ALTERNATIVA N°02

ALTERNATIVA N° 2	USD \$
PRESUPUESTO DE OBRA	241,181,944.95
COSTOS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO	692,382.47
COSTOS DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO	8,177,982.37
COSTOS DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	502,124.25
COSTO DE EXPEDIENTE TÉCNICO	30,000.00
COSTO DE SUPERVISIÓN	12,000,000.00
COSTO DE EXPROPIACIÓN Y COMPENSACIÓN	3,155,040.00
COSTO TOTAL DE INVERSION	265,739,474.04

CUADRO N° 1.14
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

NIVEL	TIEMPO
FASE I: PRE INVERSIÓN	5 meses
Expediente técnico	3.0 mes
Aprobación de bases y proceso de adjudicación de la obra	2.0 mes
FASE II: INVERSIÓN	18 meses
Obras provisionales y preliminares	1.5 meses
Movimiento de tierras	5.0 meses
Afirmado	7.5 meses
Superficie de rodadura	6.0 meses
Señalización	2.0 meses
Obras de Arte y Drenaje	5.0 meses
Supervisión de obra	15.0 meses
FASE III: POST INVERSIÓN	10 años
Operación y mantenimiento de la pistas	10 años

CUADRO N° 1.15 COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR

En Miles de Dólares a Precios Sociales

AÑO	SIN PROYECTO	CON PROYECTO					
		ALTERNATIVA 1			ALTERNATIVA 2		
		TRÁFICO NORMAL	TRÁFICO GENERADO	TRÁFICO DESVIADO	TRÁFICO NORMAL	TRÁFICO GENERADO	TRÁFICO DESVIADO
2008	11359,61	10016,77	1525,34	4064,49	10016,77	1525,34	4064,49
2009	11413,08	10180,26	1525,34	4064,49	10180,26	1525,34	4064,49
2010	11603,29	10333,46	1537,68	4162,17	10333,46	1537,68	4162,17
2011	11781,17	10406,46	1550,02	4185,82	10406,46	1550,02	4185,82
2012	11862,4	10480,49	1562,36	4226,44	10480,49	1562,36	4226,44
2013	11942,6	10619,3	1562,36	4256,25	10619,3	1562,36	4256,25
2014	12106,09	10715,95	1598,86	4335,43	10715,95	1598,86	4335,43
2015	12210,96	10740,63	1639,47	4347,76	10740,63	1639,47	4347,76
2016	12237,7	10895,89	1639,47	4418,2	10895,89	1639,47	4418,2
2017	12417,63	11034,7	1664,15	4445,44	11034,7	1664,15	4445,44

CUADRO N° 1.16 COSTO UNITARIO DE OPERACIÓN VEHICULAR

\$. Veh-Km. A precios Sociales

Tipo de Vehículo	Sin Proyecto	Con Proyecto	
		Alternativa N°1	Alternativa N°2
Automóvil	0,24	0,22	0,22
Camioneta Pick Up	0,26	0,24	0,24
Camioneta Rural	0,26	0,24	0,24
Micro	0,53	0,47	0,47
Omnibus	0,57	0,53	0,53
Camion2E	0,76	0,58	0,58
Camion3Ey4E	0,97	0,79	0,79

Fuente: Costos Modulares de operación vehicular – VOC

CUADRO N° 1.17
BENEFICIOS INCREMENTALES
En Miles de Dólares

AÑO	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
2008	6932,67	6932,67
2009	6822,65	6822,65
2010	6969,69	6969,69
2011	7110,55	7110,55
2012	7170,7	7170,7
2013	7141,91	7141,91
2014	7324,42	7324,42
2015	7457,57	7457,57
2016	7399,48	7399,48
2017	7492,53	7492,53

CUADRO N° 1.18
PRESUPUESTO EN MITIGACIÓN AMBIENTAL – ALTERNATIVA N°1

DESCRIPCION		Und	Cantidad	P.U. \$	Parcial
1.00	Acondicionamiento de Botaderos	m3.	900000	0,31	279000
2.00	Acondicionamiento de Canteras	m3.	900000	0,28	252000
3.00	Reacondicionamiento de áreas ocupada por campamento	m2.	2500	0,56	1400
4.00	Reacondicionamiento de áreas ocupada por maquinaria	m2.	3500	0,62	2170
5.00	Excavación y clausura de letrinas	Glb.	1	2500	2500
6.00	Botiquín de primeros auxilios	Glb.	1	800	800
7.00	Control de Incendios	Glb.	1	2400	2400
8.00	Revegetalización de taludes	Ha	22,5	838,5	18866,25
				TOTAL \$	559,136.25

CUADRO N° 1.19
PRESUPUESTO EN MITIGACIÓN AMBIENTAL – ALTERNATIVA N°2

DESCRIPCION		Und.	Cantidad	P.U.\$	Parcial
1.00	Acondicionamiento de Botaderos	m3.	900000	0,31	279000
2.00	Acondicionamiento de Canteras	m3.	700000	0,28	196000
3.00	Reacondicionamiento de aéreas ocupada por campamento	m2.	1800	0,56	1008
4.00	Reacondicionamiento de aéreas ocupada por maquinaria	m2.	2500	0,62	1550
5.00	Excavación y clausura de letrinas	Glb.	1	2500	2500
6.00	Botiquín de primeros auxilios	Glb.	1	800	800
7.00	Control de Incendios	Glb.	1	2400	2400
8.00	Revegetalización de taludes	Ha.	22,5	838,5	18866,25
				TOTAL \$	502,124.25

CUADRO N° 1.20
EVALUACIÓN ECONÓMICA ALTERNATIVA N° 01

En Dólares Americanos

AÑO	INVERSION	COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	BENEFICIOS	FLUJO NETO
2008	207522,82			-207.522,82
2009		460,2	6.932,67	6.472,47
2010		460,2	6.822,65	6.362,45
2011		460,20	6.969,69	6509,49
2012		4595,24	7.110,55	2.515,31
2013		460,2	7.170,70	6.710,50
2014		460,20	7.141,91	6681,71
2015		460,2	7.324,42	6.864,22
2016		4595,24	7.457,57	2.862,33
2017		460,20	7.399,48	6939,28
2018	-20752,28	460,2	7.492,53	27.784,61

VAN (dólares) -149108,37

TIR -12,25%

B/C 0,38

CUADRO N° 1.21
EVALUACIÓN ECONÓMICA ALTERNATIVA N° 02

AÑO	INVERSIÓN	COSTO OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	BENEFICIOS	FLUJO NETO
2008	202926,6			-202.926,60
2009		519,29	6.932,67	6.413,39
2010		519,29	6.822,65	6.303,37
2011		6.652,77	6.969,69	316,92
2012		519,29	7.110,55	6.591,27
2013		519,29	7.170,70	6.651,42
2014		6.652,77	7.141,91	489,14
2015		519,29	7.324,42	6.805,13
2016		519,29	7.457,57	6.938,29
2017		6.652,77	7.399,48	746,71
2018	-20292,66	519,29	7.492,53	27.265,90

VAN (dólares) **-150511,19**
TIR **-13,50%**
B/C **0,34**

En Dólares Americanos

CUADRO N°1.22
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

ALTERNATIVA	INICIAL	INVERSIÓN I		BENEFICIOS B		I (+ 20%) / B (-20%)
		(+ 10%)	(+ 20%)	(-10%)	(- 20%)	
ALTERNATIVA 1						
VAN (Dólares)	-149108,37	-167145,69	-185183	-152886,06	-156663,74	-192738,37
TIR (%)	-12,25%	-12,90%	-13,45%	-13,12%	-14,03%	-14,99%
B/C	0,38	0,36	0,34	0,35	0,31	0,28
ALTERNATIVA 2						
VAN (Dólares)	-150511,19	-168149,61	-185783,83	-154288,87	-158066,56	-193342,2
TIR (%)	-13,50%	-14,06%	-14,54%	-14,44%	-15,42%	-16,20%
B/C	0,34	0,32	0,3	0,3	0,27	0,24

CUADRO N° 2.01
DISTRIBUCIÓN POR TIPO DE VEHÍCULOS (IMD)

TIPO DE VEHÍCULO	IMD	DISTRIBUCIÓN %
Automóviles	25	8.68%
Camioneta Pick Up	132	45.83%
Camioneta Rural Combi	50	17.36%
Camioneta Rural Couster	14	4.86%
Ómnibus 2 Ejes	25	8.68%
Camiones 2 Ejes	25	8.68%
Camiones 3 Ejes	17	5.90%
IMD	288	100.00

CUADRO N° 2.02
TASAS DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL

TIPO DE VEHÍCULO	2009 - 2019	2009 - 2019
	TRÁFICO NORMAL %	TRÁFICO GENERADO %
Automóviles	2%	30%
Camioneta Pick Up	2%	30%
Camioneta Rural Combi	2%	30%
Camioneta Rural Couster	2%	30%
Ómnibus 2 Ejes	2%	30%
Camiones 2 Ejes	4.5%	30%
Camiones 3 Ejes	4.5%	30%

Fuente: INEI

CUADRO N° 2.03
CÁLCULO DEL TRÁFICO DESVIADO

DEPARTAMENTOS	Población	Participación %	IMD=3424	% DESVÍO (10%)
HUANUCO	762,223	28.23%	967	
PASCO	280,449	10.39%	356	
UCAYALI (PUCALLPA)	432,159	16.00%	548	
JUNIN (Huancayo)	1'225,474	45.38%	1,554	155
Total=	2'700,305	100.00%	3,424	

Fuente: MTC

CUADRO N° 2.04
TASAS DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL

ESTACION DE CONTROL: CORCONA		
VL: autos y camionetas	1,164.00	34%
TP: transporte público de pasajeros	685.00	20%
TC: transporte de carga	1,575.00	46%

IMD: **3,424.00**

Fuente: MTC

CUADRO N° 2.07
PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AFIRMADO

PARAMETROS	NORMA	REQUISITOS MINIMOS
Limite Liquido	MTC E110	50% máx.
Índice de Plasticidad	MTC E111	35% máx.
CBR*	MTC E132	40% mín.
Equivalente de Arena	MTC E114	20% mín.
(*) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1"		

Fuente: MTC

CUADRO N° 2.09
NIVELES DE CONFIANZA SUGERIDOS PARA
DIFERENTES CARRETERAS

ITEM	DESCRIPCION	URBANO		RURAL	
		RANGO	PROM.	RANGO	PROM.
1	AUTOPISTAS Y CARRETERAS INTERESTATALES	85-99.9	92	80-99.9	90
2	OTRAS ARTERIAS PRINCIPALES	80-99	90	75-95	85
3	COLECTORAS	80-95	88	75-95	85

En base a la confiabilidad de los datos estudiados y a las características de la vía se le asigna una confiabilidad de 90% como promedio.

CUADRO N° 2.10
VALORES DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL

Niveles de Confiabilidad	Desviación Standard Normal
-	-
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
-	-

CUADRO N° 2.13
VALORES DE COEFICIENTE DE DRENAJE

Calidad de Drenaje	Termino Remoción de Agua	% de Tiempo de exposición de la estructura del pavimento a nivel de humedad próximos a la saturación			
		<1%	1-5%	5-25%	>25%
Excelente	2 horas	1.40 -1.35	1.35 -1.30	1.30 -1.20	1.20
Buena	1 día	1.35 -1.25	1.25 -1.15	1.15 -1.00	1.00
Aceptable	1 semana	1.25 -1.15	1.15 -1.05	1.00 -0.80	0.80
Pobre	1 mes	1.15 -1.05	1.05 -0.80	0.80 -0.60	0.60
Muy Pobre	El agua no drena	1.05 -0.95	0.95 -0.75	0.75 -0.40	0.40

GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1.01 UBICACIÓN DE POBLADOS

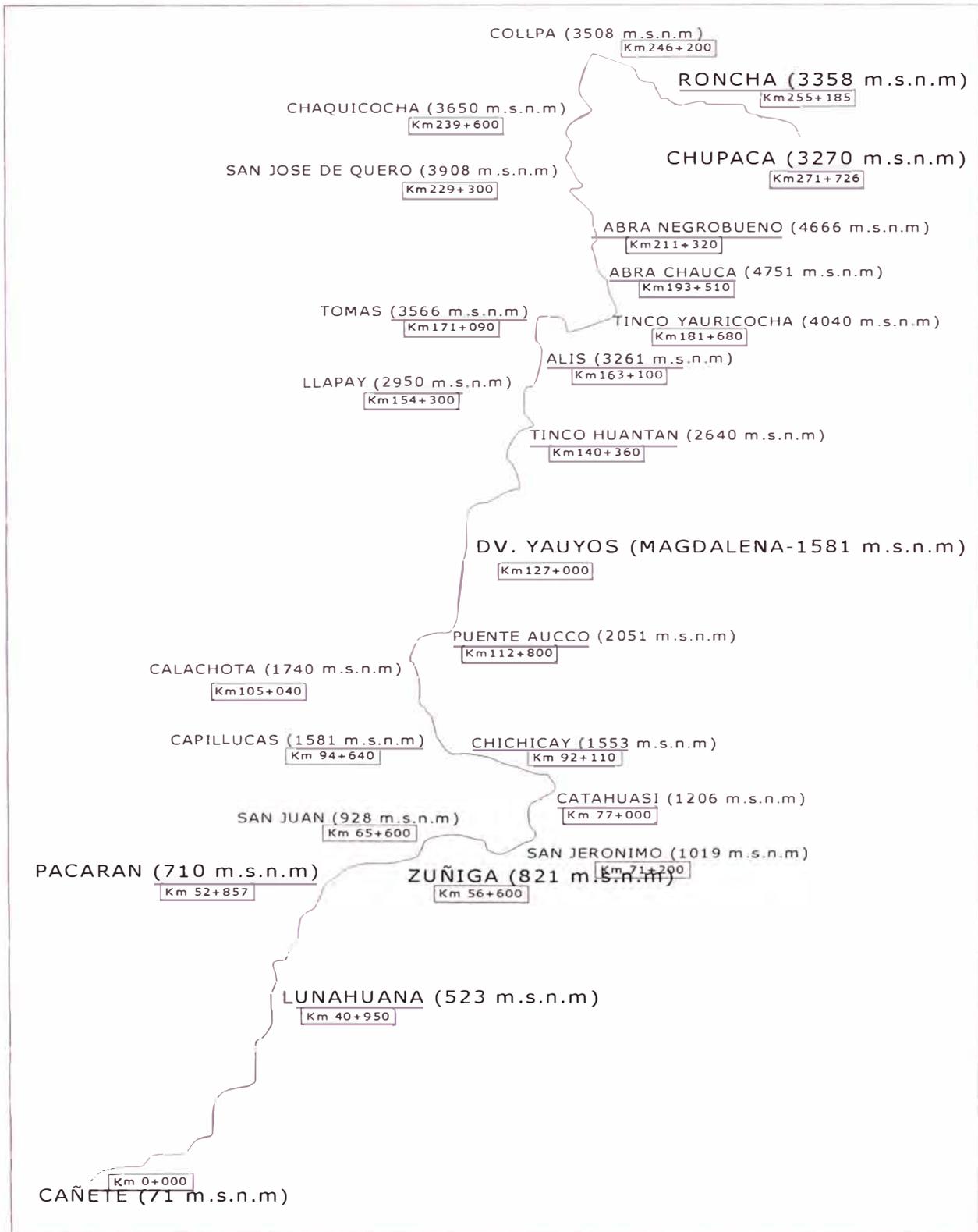


GRÁFICO N° 1.02 MAPAS DE PAQUETES DE PROYECTOS DEL PROYECTO PERU

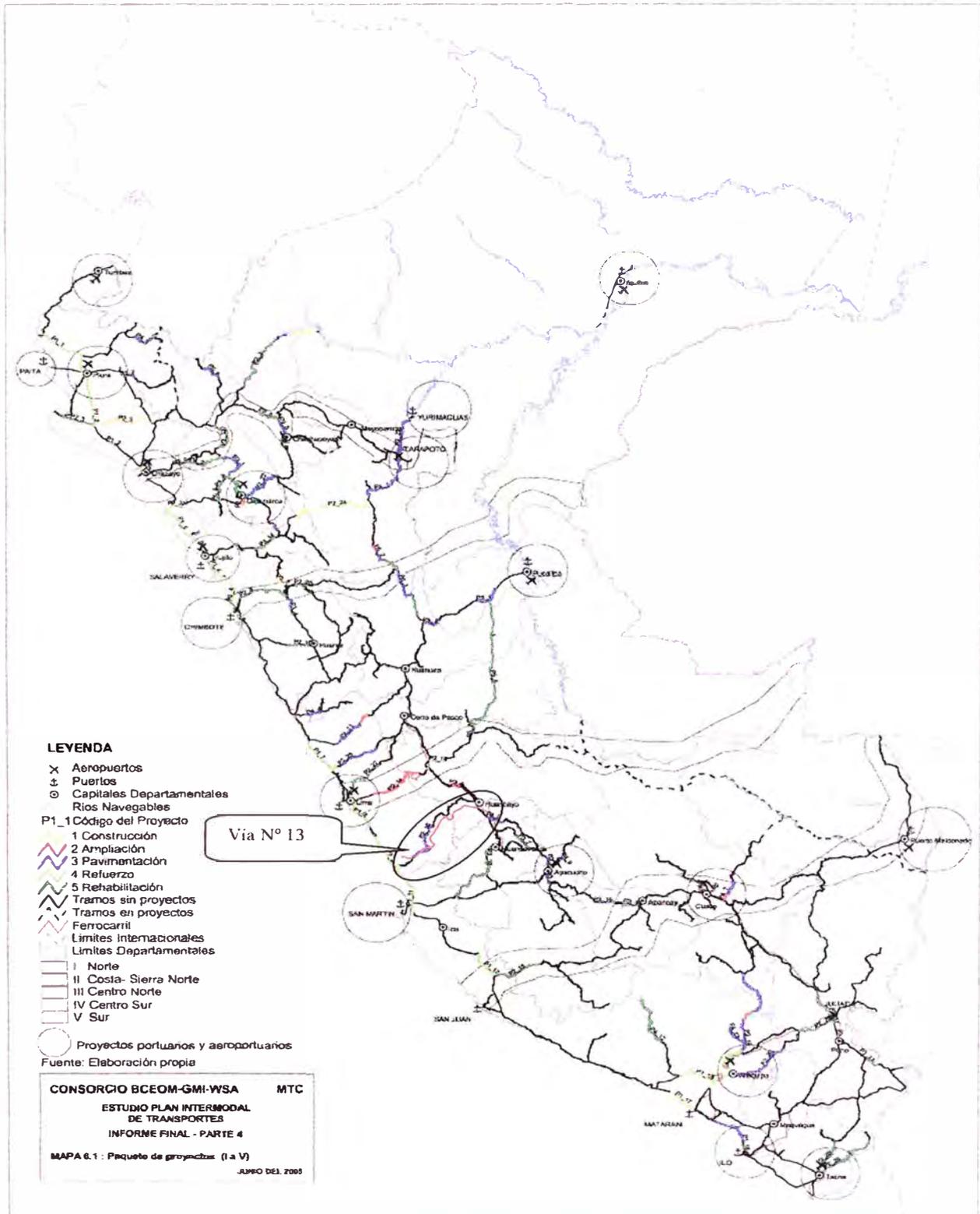


GRÁFICO N° 1.03
ARBOL DE CAUSAS Y EFECTOS

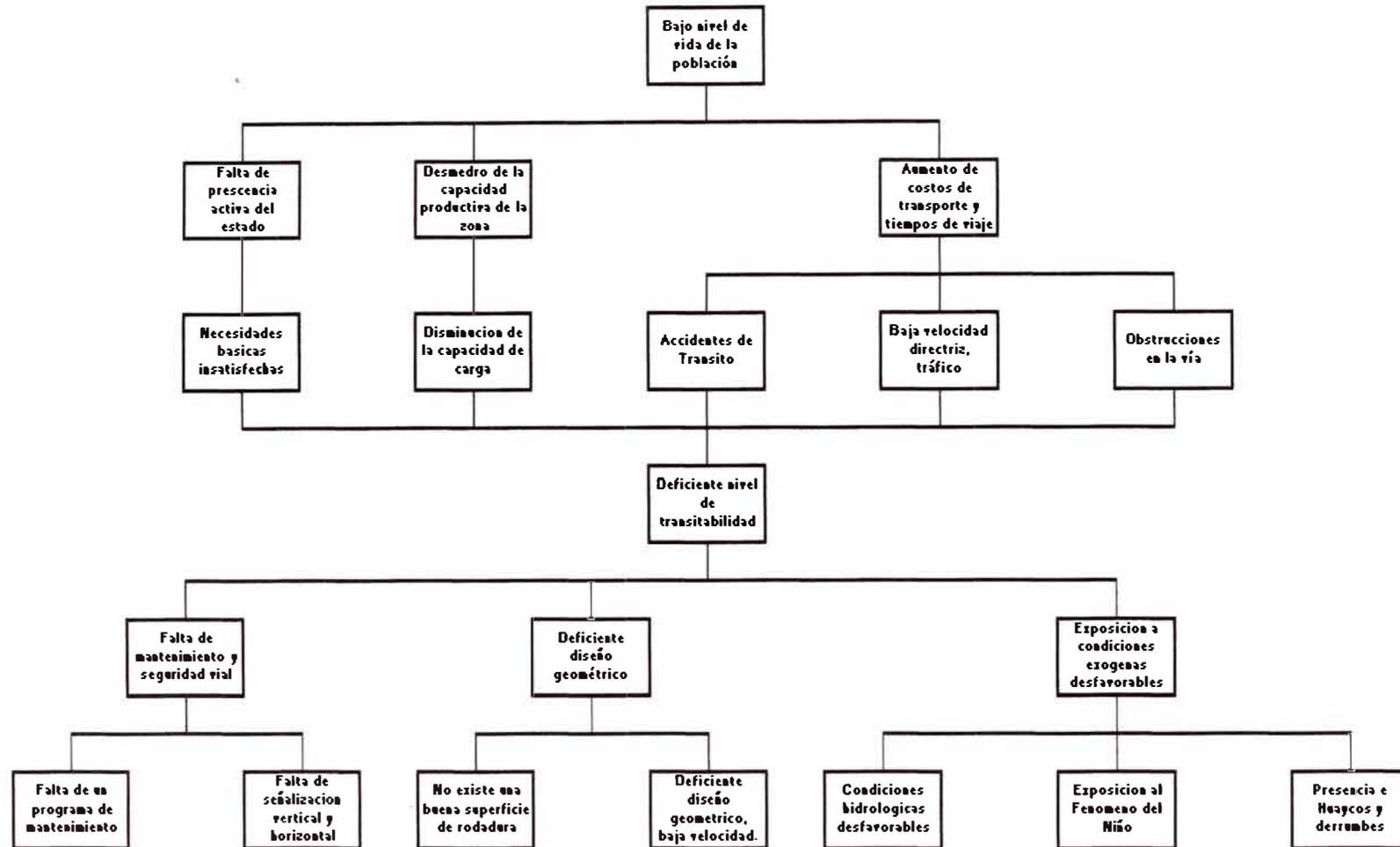


GRÁFICO N° 1.04
ARBOL DE MEDIOS Y FINES

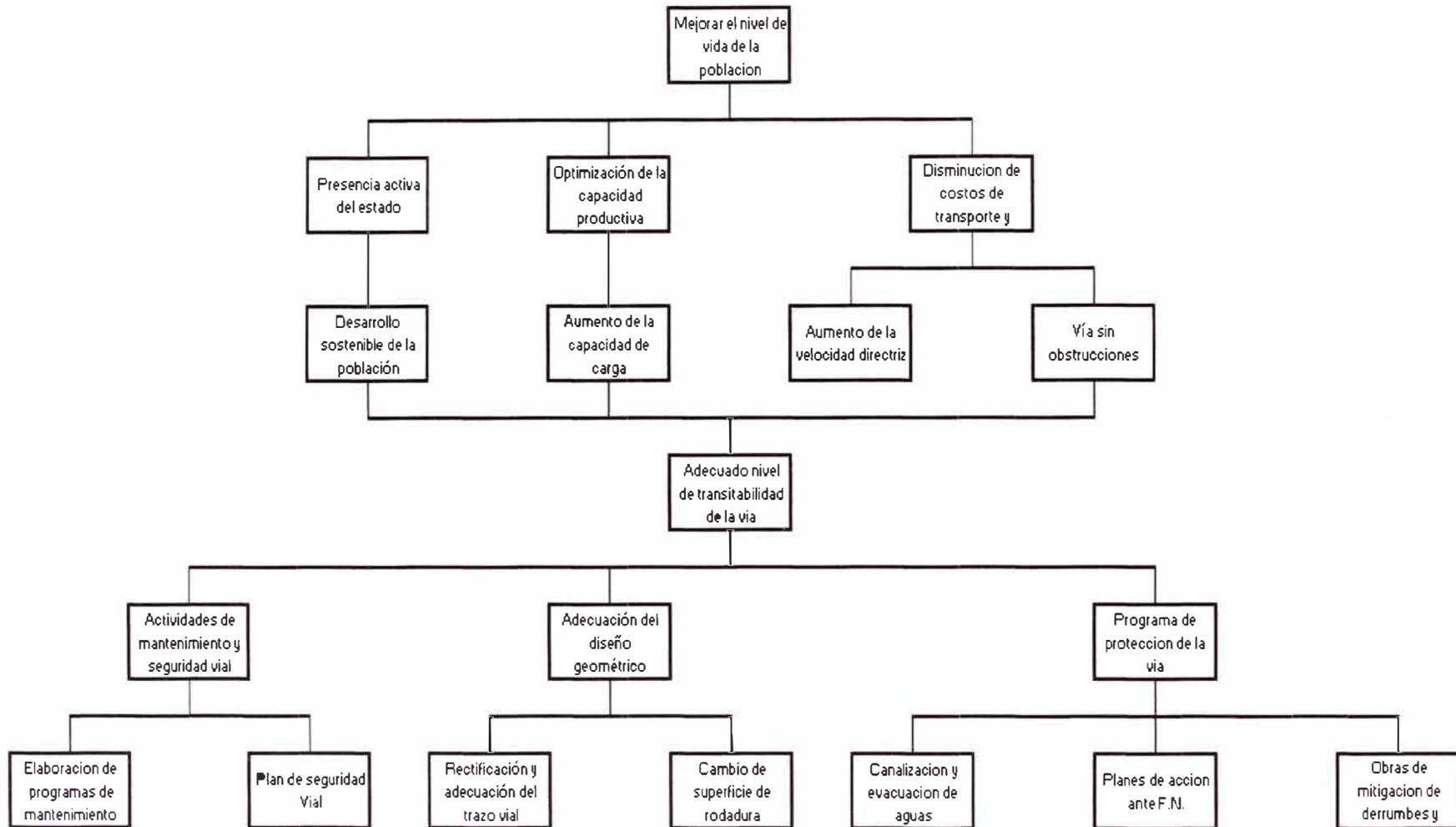


GRÁFICO Nº 2.01
VARIACIÓN DE a_1 EN FUNCIÓN DEL MÓDULO RESILIENTE
DEL CONCRETO ASFÁLTICO

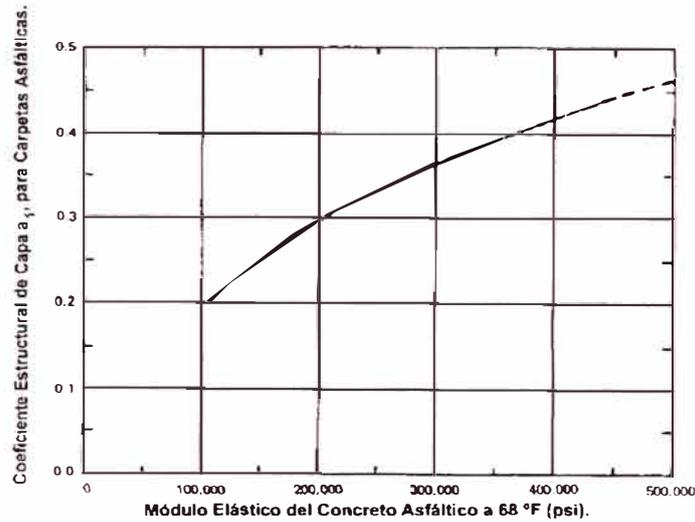
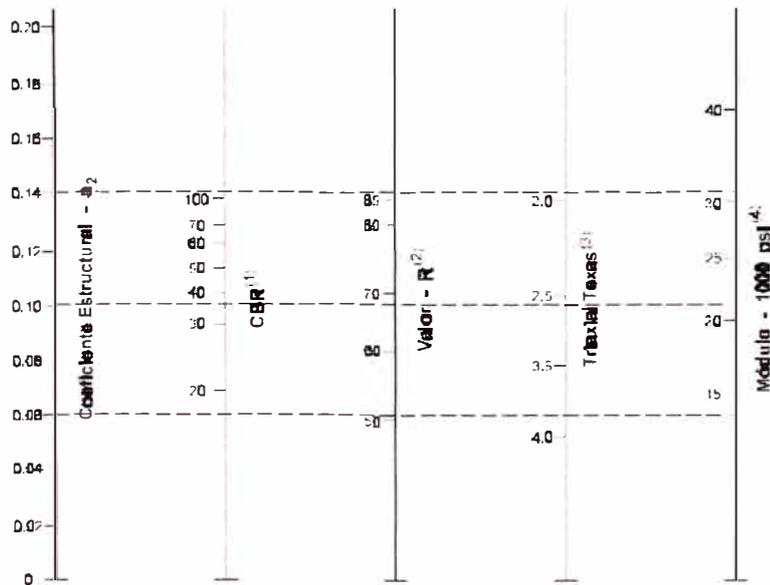
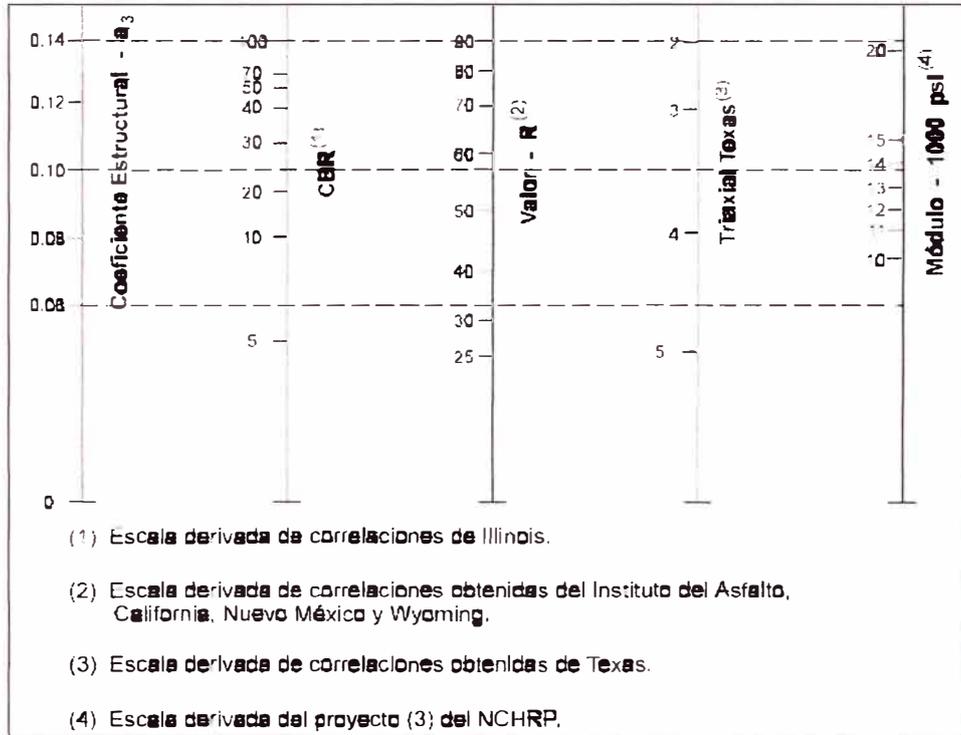


GRÁFICO Nº 2.02
VARIACIÓN DE COEFICIENTE a_2 CON DIFERENTES
PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE LA BASE GRANULAR



- (1) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de California, Nuevo México y Wyoming.
- (3) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del promedio (3) del NCHRP.

GRÁFICO N° 2.03
VARIACIÓN DE COEFICIENTE A3 CON DIFERENTES
PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE LA SUBBASE



PRESUPUESTO

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS DEL KM 58+200 AL KM. 58+500

PRESUPUESTO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01.00	PAVIMENTO				51,912.38
01.01	SUB BASE GRANULAR	m3	187.86	28.72	5,395.66
01.02	BASE GRANULAR	m3	454.59	48.65	22,117.79
01.03	IMPRIMACION BITUMINOSA	m2	2,100.00	0.75	1,568.93
01.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE (e=2")	m3	107.84	211.70	22,830.00
02.00	TRANSPORTES				15,757.62
02.01	TRANPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA D<=1.00 KM	m3k	835.19	8.71	7,271.70
02.02	TRANPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA D>1.00 KM	m3k	4,752.21	1.17	5,566.27
02.03	TRANPORTE DE MEZCLA ASFALTICA PARA D<=1.00 KM	M3k	107.84	13.90	1,498.51
02.04	TRANPORTE DE MEZCLA ASFALTICA PARA D>1.00 KM	M3k	947.92	1.50	1,421.14
COSTO DIRECTO					67,670.00
COSTO GENERALES					
				<u>GASTOS GENERALES VARIABLES</u>	28.61%
UTILIDAD					8.00%
PRESUPUESTO SIN I.G.V.					92,446.78
I.G.V. (19.00%)					17,564.89
PRESUPUESTO (S/.)					110,011.67
COSTO POR ML					366.71

OBRA: Mejoramiento de la carretera Cañete-Yauyos del KM 58+200 al KM. 58+500
 CONTRATISTA: G-05
 SUPERVISION: UNI FIC

PLANILLA DE METRADOS

Tramo	Prog. Inic.	Prog. Fin.	Long. De Tramo m.	Progresiva Inicial			Progresiva Final			Subbases y Bases (m3)		Pav. Asfáltico	IMPRIMACION
				Cota Real	Cota Ras.	Dist. Horz.	Cota Real	Cota Ras.	Dist. Horz.	Subbase Granular	Base Granular	m3	m2
1.00	58+200	58+210	10.00	115.19	112.34	0.55	115.66	112.34	0.95	6.06	15.15	3.59	70.00
2.00	58+210	58+220	10.00	115.66	112.81	0.95	116.30	112.81	0.91	6.06	15.15	3.59	70.00
3.00	58+220	58+230	10.00	116.30	113.45	0.91	117.06	113.45	0.73	6.06	15.15	3.59	70.00
4.00	58+230	58+240	10.00	117.06	114.21	0.73	117.84	114.21	0.55	6.06	15.15	3.59	70.00
5.00	58+240	58+250	10.00	117.84	114.99	0.55	118.25	114.99	0.31	6.06	15.15	3.59	70.00
6.00	58+250	58+260	10.00	118.25	115.40	0.31	119.06	115.40	0.29	6.06	15.15	3.59	70.00
7.00	58+260	58+270	10.00	119.06	115.82	0.29	119.74	115.82	0.37	6.06	15.15	3.59	70.00
8.00	58+270	58+280	10.00	119.74	116.49	0.37	120.14	116.49	0.53	6.06	15.15	3.59	70.00
9.00	58+280	58+290	10.00	120.14	116.81	0.53	120.00	116.81	0.50	6.06	15.15	3.59	70.00
10.00	58+290	58+300	10.00	120.00	117.15	0.50	120.38	117.15	0.74	6.06	15.15	3.59	70.00
11.00	58+300	58+320	20.00	120.38	117.53	0.74	121.22	117.53	1.44	12.12	30.31	7.19	140.00
12.00	58+320	58+340	20.00	121.22	118.37	1.44	122.20	118.37	3.42	12.12	30.31	7.19	140.00
13.00	58+340	58+360	20.00	122.20	119.05	3.42	122.40	119.05	6.70	12.12	30.31	7.19	140.00
14.00	58+360	58+370	10.00	122.40	119.55	6.70	122.54	119.55	8.75	6.06	15.15	3.59	70.00
15.00	58+370	58+380	10.00	122.54	119.69	8.75	123.09	119.69	10.80	6.06	15.15	3.59	70.00
16.00	58+380	58+400	20.00	123.09	119.84	10.80	123.64	119.84	13.31	12.12	30.31	7.19	140.00
17.00	58+400	58+410	10.00	123.64	120.30	13.31	123.93	120.30	13.77	6.06	15.15	3.59	70.00
18.00	58+410	58+420	10.00	123.93	120.65	13.77	124.37	120.65	11.71	6.06	15.15	3.59	70.00
19.00	58+420	58+430	10.00	124.37	121.04	11.71	124.88	121.04	9.61	6.06	15.15	3.59	70.00
20.00	58+430	58+440	10.00	124.88	121.48	9.61	125.01	121.48	6.65	6.06	15.15	3.59	70.00
21.00	58+440	58+450	10.00	125.01	121.70	6.65	125.03	121.70	2.97	6.06	15.15	3.59	70.00
22.00	58+450	58+460	10.00	125.03	121.92	2.97	121.85	121.92	0.84	6.06	15.15	3.59	70.00
23.00	58+460	58+470	10.00	121.85	122.00	0.84	121.85	122.00	0.03	6.06	15.15	3.59	70.00
24.00	58+470	58+480	10.00	121.85	122.00	0.03	121.85	122.00	0.65	6.06	15.15	3.59	70.00
25.00	58+480	58+490	10.00	121.85	122.00	0.65	121.85	122.00	1.41	6.06	15.15	3.59	70.00
26.00	58+490	58+500	10.00	121.85	122.00	1.41	121.85	122.00	1.50	6.06	15.15	3.59	70.00
27.00	58+500	Influencia								6.06	0.00	0.00	
			300.00										
Resultados m3										187.86	454.59	107.84	2100.00

ANALISIS DE GASTOS GENERALES

2.00 : GASTOS GENERALES VARIABLES

B DIRECCION TECNICA Y ADMINISTRATIVA EN OBRA

B.1 PERSONAL

Nº DE DIAS 9

B.1.1 PERSONAL TECNICO - PROFESIONAL

1 Ingeniero Residente Jefe de Obra	8,100.00	x	0.3000	Meses	=	2,430.00
1 Ingeniero Asistente	7,500.00	x	0.3000	Meses	=	2,250.00
1 Capataz General	3,100.00	x	0.3000	Meses	=	930.00
1 Administrador	4,000.00	x	0.3000	Meses	=	1,200.00
1 Tareador Almacenero	1,500.00	x	0.3000	Meses	=	450.00
						7,260.00

B.1.2 PERSONAL AUXILIAR

1 Conserje	800.00	x	0.3000	Meses	=	240.00
2 Guardianes	900.00	x	0.3000	Meses	=	540.00
						780.00

LEYES SOCIALES (B.1.1 + B.1.2)

8,040.00 x 52% **4,180.80**

TOTAL B.1

S/. 12,220.80

B.4 VEHICULOS (Depreciacion 20% año)

1 Camioneta Pick-Up	3,000.00	x	0.3000	Meses	=	900.00
1 Mantenimiento 50% de depreciacion	450.00	x	1		=	450.00
1 Combustible (5.0 gl/d x 9d x 3.2 USS/g)/Veh.	144.00	x	2		=	288.00
						1,638.00

B.5 GASTOS VARIOS

1 Botiquin (USS 235 x 3.2 x 1 mes)	752.00	x	0.3000		=	225.60
						225.60

B.8 COMUNICACIÓN

3 Comunicación	1,365.33	x	0.3000		=	1,228.80
						1,228.80

B.9 VIATICOS Y MANTENIMIENTO CAMPAMENTO

1 Alimentación y Mantenimiento Campamento	13,499.92	x	0.3000 meses		=	4,049.98
						4,049.98

TOTAL DE GASTOS GENERALES VARIABLES

S/. 19,363.18

CALCULO DE RENDIMIENTOS

RENDIMIENTO DE TRANSPORTE - MEZCLA ASFALTICA		
VELOCIDAD CARGADO		25 km/hr
VELOCIDAD DESCARGADO		35 km/hr
TIEMPO DE CARGA Y DESCARGA		20 min
TIEMPO RECORRIDO CARGADO		2.4 Dmin
TIEMPO RECORRIDO DESCARGADO		1.71 Dmin
CICLOS EFECTIVOS POR DIA (90%)		432 min
CAPACIDAD DEL VOLQUETE		15
NUMERO DE CICLOS POR DIA		7.70 min
VOLUMEN TRANSPORTADO	$\frac{432}{(20 + 4.11 Dmin)}$	115.45 m3/dia
RENDIMIENTO < = 1 KM	$\frac{15 \times 432}{(20 + 4.11 Dmin)}$	115.45 m3-km
RENDIMIENTO > 1 KM		1014.83 m3-km
DISTANCIA MEDIA (Dmin)		8.79 Km.
RENDIMIENTO DE TRANSPORTE DE MATERIAL - PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO		
VELOCIDAD CARGADO		25 km/hr
VELOCIDAD DESCARGADO		35 km/hr
TIEMPO DE CARGA Y DESCARGA		5 min
TIEMPO RECORRIDO CARGADO		2.4 Dmin
TIEMPO RECORRIDO DESCARGADO		1.71 Dmin
CICLOS EFECTIVOS POR DIA (90%)		432 min
CAPACIDAD DEL VOLQUETE		15
NUMERO DE CICLOS POR DIA		15.22 min
VOLUMEN TRANSPORTADO		228.28 m3/dia
RENDIMIENTO < = 1 KM		228.28 m3-km
RENDIMIENTO > 1 KM		1298.93 m3-km
DISTANCIA MEDIA (Dmin)		5.69 Km.

FORMULA POLINOMICA

$$K = 0.360 \left(0.034 \frac{MO_r}{MO_0} + 0.966 \frac{AG_r}{AG_0} \right) + 0.46 \left(\frac{PE_r}{PE_0} \right) + 0.18 \left(0.167 \frac{EN_r}{EN_0} + 0.833 \frac{EI_r}{EI_0} \right)$$

	Coficiente	% de Part.	Simbolo	I.U.	Descripcion
01	0.3600	0.034	MO	47	MANO DE OBRA
02		0.966	AG	5	AGREGADOS
03	0.4600	100.000	PE	53	PETROLEO DIESEL
04	0.1800	0.167	EN	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
		0.833	EI	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO

CALCULO DE TIEMPO DE EJECUCION

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO ADICIONAL (1)	RENDIMI. (2)	TOTAL DE DIAS (S) = (1)/(4)
01	PAVIMENTO				
01.01	SUB BASE GRANULAR	m3	187.86	450.00	1.00
01.02	BASE GRANULAR	m3	454.59	350.00	2.00
01.03	IMPRIMACION BITUMINOSA	m2	2,100.00	4,500.00	1.00
01.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE (e=7")	m3	107.84	200.00	1.00
02	TRANSPORTES				
02.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA D<=1.00 KM	m3k	835.19	228.28	4.00
02.02	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA D>1.00 KM	m3k	4,752.21	1,298.93	4.00
02.03	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA PARA D<=1.00 KM	M3k	107.84	115.45	1.00
02.04	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA PARA D>1.00 KM	M3k	947.92	1,014.83	1.00

CALCULO DE LA FORMULA POLINOMICA

Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	I.U.= 48	I.U.= 49	I.U.= 53	I.U.= 47	I.U.= 5
MO.	CAPATAZ	HH	17.46	13.88	242.40	0.00	0.00	0.00	242.40	0.00
	OPERARIO	HH	13.73	11.57	158.86	0.00	0.00	0.00	158.86	0.00
	OFICIAL	HH	30.79	10.35	318.68	0.00	0.00	0.00	318.68	0.00
	PEON	HH	104.78	9.36	980.76	0.00	0.00	0.00	980.76	0.00
MT.	MATERIAL GRANULAR - SUBBASE	m3	234.82	17.32	4,067.16	0.00	0.00	0.00	0.00	4,067.16
	TRANSPORTE DE AGUA PARA PAVIMENTOS	m3	96.37	12.40	1,194.96	0.00	1,194.96	0.00	0.00	0.00
	MATERIAL CHANCADO P/ BASE	m3	568.24	30.91	17,564.26	0.00	0.00	0.00	0.00	17,564.26
	ARENA GRUESA	m3	6.30	62.39	393.06	0.00	0.00	0.00	0.00	393.06
	TRANSPORTE DE AGREGADOS A OBRA	m3	6.30	36.66	230.96	0.00	230.96	0.00	0.00	0.00
	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	m3	134.80	10.08	1,358.80	0.00	0.00	0.00	0.00	1,358.80
	PREPARACION DE MEZCLA ASFALTICA	m3	134.80	159.28	21,471.20	0.00	0.00	21,471.20	0.00	0.00
	ASFALTO MC-30	gln	0.00	7.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA	gln	0.00	16.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQ.	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	82.27	0.62	50.89	0.00	50.89	0.00	0.00	0.00
	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	hm	13.73	113.48	1,558.12	1,558.12	0.00	0.00	0.00	0.00
	RODILLO NEUMATICO AUTOP 81-100 HP 5.5-20 TN	hm	10.39	63.70	661.88	0.00	661.88	0.00	0.00	0.00
	RODILLO LISO VIBR. AUTOP. 101-135 HP, 10-12 TN	hm	13.73	84.96	1,166.53	1,166.53	0.00	0.00	0.00	0.00
	BARREDORA MECANICA 10 - 20 HP	hm	3.73	31.30	116.85	0.00	116.85	0.00	0.00	0.00
	TRACTOR DE TIRO MF265, 63 HP	hm	3.73	39.53	147.58	147.58	0.00	0.00	0.00	0.00
	CAMION IMPRIMADOR 6x2 178-210 HP 1800 GLN	hm	3.73	99.47	371.35	0.00	371.35	0.00	0.00	0.00
	CARGADOR S/LLANTAS 160-195 HP, 3.5 YD3	hm	9.95	165.28	1,644.77	1,644.77	0.00	0.00	0.00	0.00
VOLQUETE 6X4 330 HP 15	hm	73.48	190.18	13,974.92	0.00	13,974.92	0.00	0.00	0.00	
COSTO DIRECTO					67,674.01	4,517.00	16,601.83	21,471.20	1,700.70	23,383.28
GASTOS GENERALES VARIABLES					19,363.18	0.00	0.00	0.00	0.00	19,363.18
UTILIDAD					5,413.60	0.00	0.00	0.00	0.00	5,413.60
SUB-TOTAL					92,450.79	4,517.00	16,601.83	21,471.20	1,700.70	48,160.06
COEFICIENTE						23%		23%	54%	
% DE PARTICIPACION						21.39%	78.61%	100.00%	3.41%	96.59%

ENSAYOS DE LABORATORIO

 LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO	REGISTRO	Código	LGC-P-01-G1-F5-S
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Versión	00
		Aprobado	CSGILGC
		Fecha	15/02/2008
		Página	1 de 1

Informe N° : LGC-08-70

Fecha de Emisión : 19/09/2008

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN

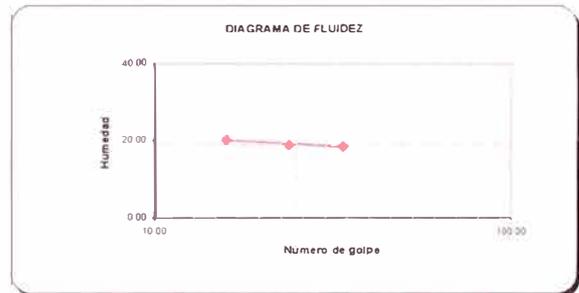
COD. PROY. : 072700
PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de Cañete - Yauyos del Km. 57+900 al Km. 58+200

F. de Recepción : 12-09-2008
F. de Ejecución : 16-09-2008

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima

SONDAJE	C-1		
MUESTRA	M-1		
PROFUNDIDAD (m)	0.20 - 1.50		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422	Malla		% que pasa
	N°	Abertura (mm)	
	3 "	76.200	100.0
	2 "	50.800	100.0
	1 1/2 "	38.100	100.0
	1 "	25.400	99.7
	3/4 "	19.100	98.4
	3/8 "	9.520	96.3
	N° 4	4.760	94.8
	N° 10	2.000	92.4
	N° 20	0.840	88.9
	N° 40	0.425	85.1
	N° 60	0.250	81.6
N° 140	0.106	14.5	
N° 200	0.075	13.5	
Limite Líquido (LL) ASTM-D4318 (%)		10	
Limite Plástico (LP) ASTM-D4318 (%)		NP	
Indice Plástico (IP) (%)		NP	
Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487		SM	
Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282		A-2.4	
Indice de Grupo		0	

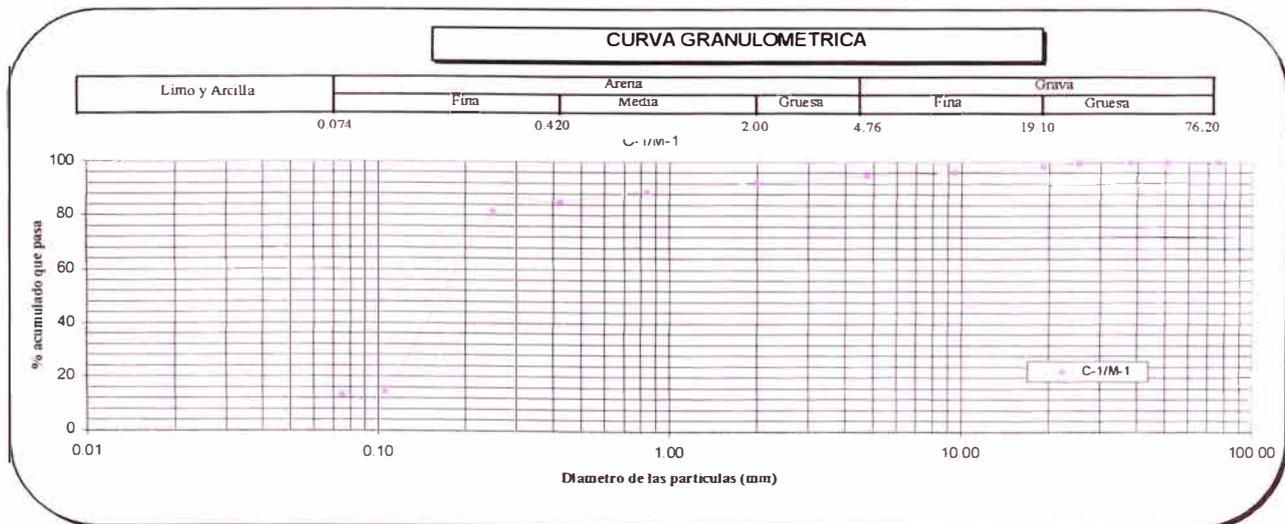
Nombre de grupo : Arena limosa



Distribución Granulométrica

% Grava	GG%	1.6
	GF%	3.6
% Arena	AG%	2.4
	AM%	7.3
	AP%	71.6
% Finos		13.50

Observaciones:
 - El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma



Realizado : DPC
Revisado : OCN

 LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO	REGISTRO	Código	LGC-P-01-G1-F6-S
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Versión	00
		Aprobado	CSGILGC
		Fecha	15/02/2008
		Página	1 de 1

Informe N° : LGC-08-070

Fecha de Emisión 19/09/2008

PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS COHESIVOS NTP 339.139 / ASTM D-2937

CODIGO PROY. : 072700

PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de Cañete - Yauyos del Km. 57+900 al Km. 58+200

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima

SOLICITANTE : MODULO VIALIDAD

FECHA DE RECEPCIÓN 12/09/2008

FECHA DE EJECUCIÓN 16/09/2008

MÉTODO DE ENSAYO Inmersión en agua

SONDAJE	:	T - 1	ESPECÍMENES		
			1	2	3
MUESTRA	:	M - 1			
PROF. (m)	:	Superficial			
Peso muestra relleno los vacios superficiales con masilla	(g)		216.33	456.69	244.15
Peso muestra parafinada al aire	(g)		233.92	480.82	260.34
Peso muestra parafinada sumergida	(g)		87.10	201.14	103.45
Peso de parafina	(g)		17.59	24.13	16.21
Densidad de parafina	(g/cm ³)		0.89	0.89	0.89
Volumen de parafina	(cm ³)		19.76	27.11	18.21
Volumen de la muestra parafinada	(cm ³)		146.82	279.68	156.87
Volumen de muestra húmeda	(cm ³)		127.06	252.57	138.66
Contenido de humedad	(%)		1.40	1.40	1.40
Densidad húmeda	(g/cm ³)		1.70	1.81	1.76
Densidad de suelo húmedo prom.	(g/cm ³)			1.76	
Densidad seca	(g/cm ³)		1.68	1.76	1.74
Densidad de suelo seco prom.	(g/cm ³)			1.73	

Observaciones :

Realizado : DPC

Revisado : OCN

 LABORATORIO GEOTECNICO Y DE CONCRETO	REGISTRO	Código : LGC-P-01-G5-F3-S Versión : 00 Aprobado : CSGILGC Fecha : 15/02/2008 Página : 1 de 1
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	

Informe N° : LGC-08-70

Fecha de emisión : 23/09/2008

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
MTC E-132

COD. PROYECTO : 072700
 PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera : San Vicente de Cañete - Yauyos

Fecha de Recepción : 12/09/2008
 Fecha de Ejecución : 16/09/2008

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Yauyos

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : ---
 UBICACIÓN : Km 58+195
 MUESTRA : M - 1
 PROF. (m) : 0,20 - 1,50

PROGRESIVA : ---
 CLASF. (SUCS) : SM
 CLASF. (AASHTO) : A-2-4 (0)

	A		B		C	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	56		25		12	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12523.60	12628.60	12256.00	12454.60	12023.00	12412.20
Peso de molde (g)	7604.60	7604.60	7600.70	7600.70	7558.90	7558.90
Peso del suelo húmedo (g)	4919.00	5024.00	4655.30	4853.90	4464.10	4853.30
Volumen del molde (cm³)	2260.00	2277.00	2219.00	2240.00	2236.00	2280.00
Densidad húmeda (g/cm³)	2.177	2.206	2.098	2.167	1.996	2.129
Tara (N°)	B 3	B 5	B 8	B 10	B 1	B 15
Peso suelo húmedo + tara (g)	606.90	623.60	785.30	745.50	786.60	696.90
Peso suelo seco + tara (g)	577.30	591.50	743.00	690.00	745.80	633.00
Peso de tara (g)	180.80	228.40	179.30	182.60	201.30	196.30
Peso de agua (g)	29.60	32.10	42.30	55.50	40.80	63.90
Peso de suelo seco (g)	396.50	363.10	563.70	507.40	544.50	436.70
Contenido de humedad (%)	7.47	8.84	7.50	10.94	7.49	14.63
Densidad seca (g/cm³)	2.025	2.027	1.951	1.953	1.857	1.857

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)
26/09/2008	02:30	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
27/09/2008	02:30	24	5.000	0.127	0.1	10.000	0.254	0.2	20.000	0.508	0.4
28/09/2008	02:30	48	11.000	0.279	0.2	21.000	0.533	0.5	42.000	1.067	0.9
29/09/2008	02:30	72	17.000	0.432	0.4	33.000	0.838	0.7	63.000	1.600	1.4
30/09/2008	02:30	96	21.000	0.533	0.5	43.000	1.092	0.9	89.000	2.261	2.0

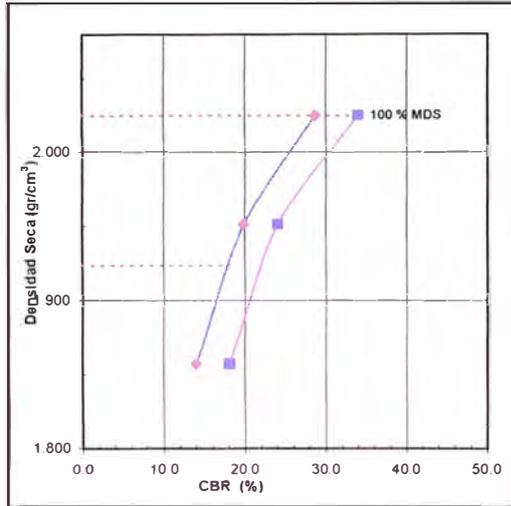
PENETRACION

PENETRACION (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N° 2				MOLDE N° 4				MOLDE N° 8			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)	Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)	Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)
0.000		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.635		41.0	145.1			27.0	98.5			13.0	51.9		
1.270		72.0	248.2			47.0	165.1			29.0	105.2		
1.905		96.0	327.9			64.0	221.6			42.0	148.4		
2.540	70.455	119.0	404.2	392.7	28.8	82.0	281.4	272.1	20.0	57.0	198.3	191.6	14.1
3.810		175.0	589.6			113.0	384.3			82.0	281.4		
5.080	105.682	216.0	725.1	697.3	34.1	141.0	477.1	493.7	24.1	111.0	377.7	372.3	18.2
6.350		252.0	843.7			171.0	576.4			136.0	460.6		
7.620		291.0	972.1			201.0	675.5			160.0	540.0		
10.160		378.0	1257.4			270.0	903.0			212.0	711.9		
12.700		496.0	1642.5			351.0	1169.0			255.0	853.6		



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
MTC E-132

COD. PROY. : 072700 **Fecha de Recepción** : 12/09/2008
PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de Cañete - Yauyos **Fecha de Ejecución** : 16/09/2008
UBICACIÓN : Zuniga - Cañete - Yauyos
CANTERA : ---
UBICACIÓN : Km 58+195 **PROGRESIVA** : ---
MUESTRA : M - 1 **CLASF. (SUCS)** : SM
PROF. (m) : 0.20 - 1.50 **CLASF. (AASHTO)** : A-2-4 (U)



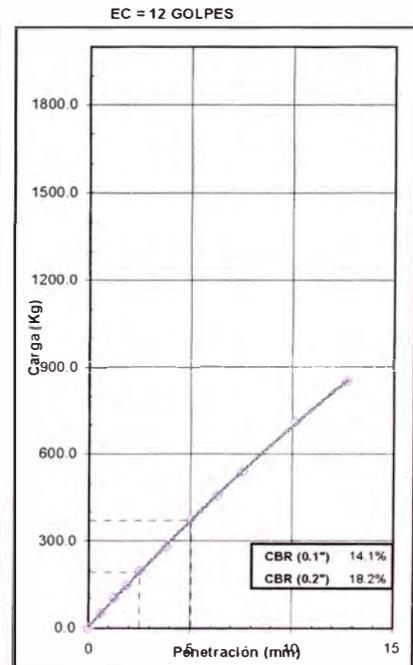
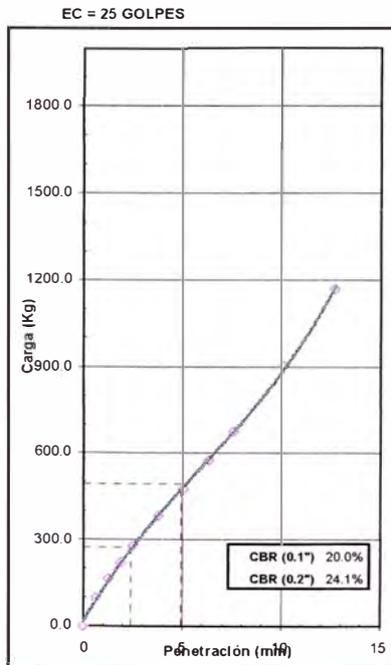
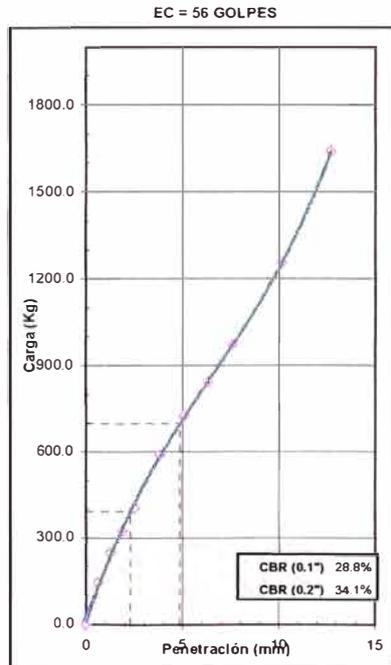
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.039
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.5
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.924

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	CB #	0.2":	34.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	14.1	0.2":	18.2

RESULTADOS:

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 (%)

OBSERVACIONES:



 LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO	REGISTRO	Código : LGC-P-01-G1-F1-S
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Versión : 00 Aprobado : CSGILGC Fecha : 15/02/2008 Página : 1 de 1

Informe N° : LGC-08-70

Fecha de Emisión : 19/09/2008

**CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127 / ASTM D-2216**

SOLICITANTE : MODULO VIALIDAD

PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera San Vicente de Cañete - Yauyos
del Km. 57+900 al Km. 58+200

CÓDIGO DEL PROYECTO : 072700

FECHA DE RECEPCIÓN : 16/09/2008

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2008

SONDAJE	C-1
MUESTRA	M-1
PROFUNDIDAD (m)	0.20 - 1.50

Tamaño máximo	3/8"
---------------	------

Peso de tara	(g)	382.8	259.3	
Peso tara + muestra húmeda	(g)	4830.5	2416.2	
Peso tara + muestra seca	(g)	4386.1	2198.2	
Peso de agua	(g)	444.4	218	
Peso de suelo seco	(g)	4003.3	1938.9	
Contenido de humedad	(%)	11.1	11.2	
Contenido de humedad Promedio	(%)	11.2		

Comentarios del Ensayo:

El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma

Observaciones: _____

Realizado : DPC

Revisado : OCN

 CESEL INGENIEROS LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO	REGISTRO	Código: LGC-P-01-G6-F1-S
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Versión: 00 Aprobado: CSGILGC Fecha: 15/02/2008 Página: 1 de 1

ANÁLISIS QUÍMICO EN SUELO - AGUA
NTP 339.152 / ASTM D 1889, NTP 339.176 / ASTM D 4972/ ASTM D 1293,
NTP 339.177/ ASTM D 512, NTP 339.178/ ASTM D 516

SOLICITANTE : Modulo Vialidad
PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de Cañete - Yauyos
UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima

N° DE INFORME : LGC-08-070
CÓDIGO DE PROYECTO : 072700
FECHA DE EJECUCIÓN : 12-09-08

SONDAJE	Muestra	Profundidad (m)	pH	C.E. us/cm	STD mg/L	CLORUROS mg/L	SULFATOS mg/L
F-1 (Río)	M-1	--	8.24	502	327	26	104
F-2 (Quebrada)	M-1	--	8.33	509	340	26	99

Observaciones : La unidad empleada mg/L es respecto al agua y equivale a ppm.

Realizado : Qco. V.V.L.L.
Revisado : Ing. O.C.N.



 LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO	REGISTRO	Código: LGC-P-01-G6-F1-S
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Versión: 00 Aprobado: CSGILGC Fecha: 15/02/2008 Página: 1 de 1

ANÁLISIS QUÍMICO EN SUELO - AGUA
 NTP 339.152 / ASTM D 1889, NTP 339.176 / ASTM D 4972/ ASTM D 1293,
 NTP 339.177/ ASTM D 512, NTP 339.178/ ASTM D 516

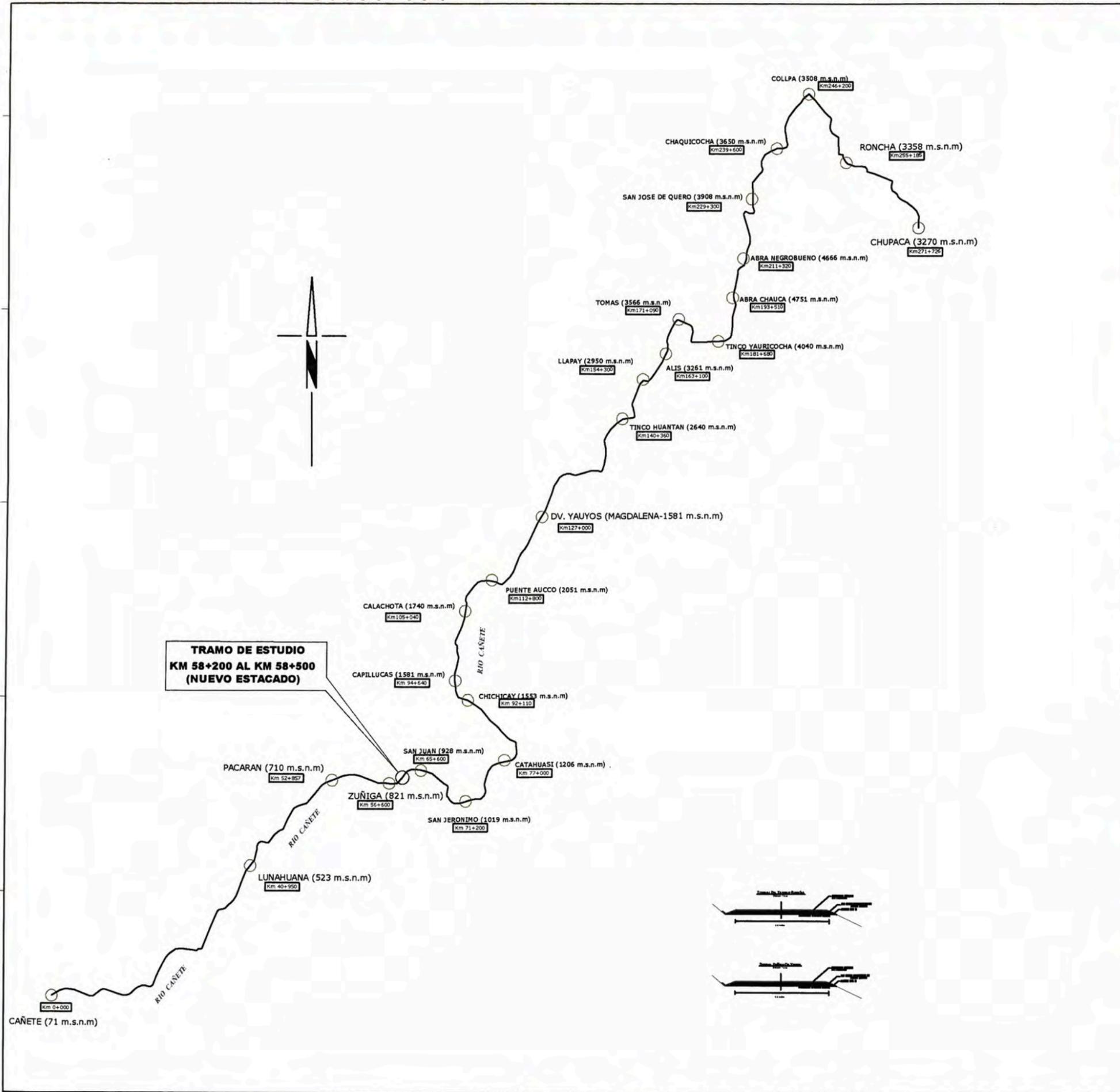
SOLICITANTE : Modulo Vialidad **N° DE INFORME :** LGC-08-070
PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de Cañete - Yauyos **CÓDIGO DE PROYECTO :** 072700
UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima **FECHA DE EJECUCIÓN :** 2008/09/23

SONDAJE	Muestra	Profundidad (m)	pH	C.E. us/cm	SST mg/Kg	CLORUROS mg/Kg	SULFATOS mg/Kg
T-1	M-1	Superficial	8.2	1447	3294	418	849

Observaciones : La unidad empleada mg/Kg es respecto al suelo y equivale a ppm.

Realizado : Qco. VVLL
Revisado : Ing. OCN

PLANOS



**TRAMO DE ESTUDIO
KM 58+200 AL KM 58+500
(NUEVO ESTACADO)**

