

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



**MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE – YAUYOS
DEL KM 57+900 AL KM 58+200
DISEÑO DE PAVIMENTO**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

EMANUEL FLORES UGAZ

Lima- Perú

2008

*Gracias a todos los que me acompañaron
y me alentaron a terminar esta etapa,
Mis padres, mi hermana, mis amigos,
y mis compañeros de curso.*

INDICE

INDICE	1
RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS.....	4
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS	6
INTRODUCCION.....	7
1.0 CAPITULO I: ESTUDIO A NIVEL DE PERFIL DEL PROYECTO.....	8
1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO.....	8
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	8
1.2.1 Nombre del Proyecto.....	8
1.2.2 Marco Referencial.....	9
1.2.3 Situación Actual.....	10
1.2.4 Definición de causas – efectos y medios – fines.....	11
1.2.5 Alternativas de solución.....	14
1.3 ANÁLISIS DEL ESTUDIO.....	16
1.3.1 Análisis de la Demanda.....	16
1.3.2 Presupuestos de Inversión.....	17
1.3.3 Precios sociales.....	20
1.3.4 Costos Incrementales.....	20
1.3.5 Beneficios incrementales.....	21
1.4 RESULTADOS DEL ESTUDIO	23
2.0 CAPITULO II: DISEÑO DE PAVIMENTO.....	26
2.1 FUNDAMENTO TEÓRICO.....	26
2.1.1 Tipos de pavimentos.....	26
2.1.2 Suelo de fundación.....	27
2.1.3 Tráfico.....	30
2.1.4 Estructura del Pavimento Flexible.....	32
2.1.5 Parámetros de Diseño.....	39
2.2 NORMATIVIDAD VIGENTE	42
2.3 CÁLCULOS DE DISEÑO.....	43
2.3.1 Cálculos de ensayos geotécnicos.....	43
2.3.2 Cálculo de Tráfico.....	43

2.3.3	Cálculo de Diseño de Pavimento.....	44
3.0	CAPITULO III: EXPEDIENTE TÉCNICO	46
3.1	MEMORIA DESCRIPTIVA.....	46
3.1.1	Ubicación y Descripción del Proyecto	46
3.1.2	Estudios geotécnicos, de canteras y fuentes de agua	46
3.1.3	Diseño de Pavimento.....	47
3.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	47
3.3	COSTOS Y PRESUPUESTOS.....	47
3.3.1	Planilla de Metrados	47
3.3.2	Presupuesto de Obra.....	48
3.3.3	Análisis de Precios Unitarios	51
3.3.4	Cronograma de Desembolsos.....	55
3.4	PROGRAMACIÓN.....	55
	CONCLUSIONES	56
	RECOMENDACIONES	57
	BIBLIOGRAFÍA	58
	ANEXOS	59

RESUMEN

Dentro del Curso Taller “Formulación, Evaluación y Diseño de Proyectos de Ingeniería de Vialidad Interurbana” para la obtención del Título de Ingeniero Civil por la modalidad de Actualización de Conocimientos es que se ha escogido para la formulación de proyectos de vialidad interurbana la Carretera Cañete – Yauyos, y como tramo en evaluación, aquel comprendido entre el Km. 57+900 al Km. 58+200

Continuando con el desarrollo del mismo, en el presente informe se pretende ampliar conceptos relacionados con el Diseño de Pavimento, lo que conllevaría a la elaboración de un diseño de pavimento flexible para el tramo en estudio, tomando en consideración los análisis técnicos y económicos como instrumentos de toma de decisión fundamentales para el objetivo trazado.

- El Capítulo I del presente trabajo es un resumen del estudio a nivel de perfil del proyecto presentado dentro del curso taller.
- El Capítulo II trata el tema de Diseño de Pavimento como tal, considerando para el análisis un diseño adecuado para obtener buenos resultados.
- El Capítulo III, Expediente Técnico, como se indica se describirá, las especificaciones técnicas, costos y programación de las partidas del pavimento a este nivel.

Al final del presente trabajo se desarrolla las conclusiones de diversa índole que permiten expandir el conocimiento acerca del tema.

Adicionalmente se presenta los anexos de los datos recopilados que han sido de gran ayuda para el diseño de pavimento.

LISTA DE CUADROS

Cuadro I-1 Situación Actual de la Carretera.....	10
Cuadro I-2 Características Técnicas de Alternativa 1	14
Cuadro I-3 Características Técnicas de Alternativa 2	15
Cuadro I-4 Características Técnicas de Alternativa 3	16
Cuadro I-5 Tráfico actual y demanda proyectada para 10 años	17
Cuadro I-6 Resumen de Presupuesto de las Alternativas.....	17
Cuadro I-7 Presupuesto de Mejoramiento de Carretera – Alternativa 1	18
Cuadro I-8 Presupuesto de Mejoramiento de Carretera – Alternativa 2	19
Cuadro I-9 Presupuesto de Mejoramiento de Carretera – Alternativa 3	19
Cuadro I-10 Costos de Inversión y Mantenimiento	20
Cuadro I-11 Costos Incrementales.....	20
Cuadro I-12 Ahorros por Costos de Operación Vehicular	21
Cuadro I-13 Resumen de Costos de Operación Vehicular	22
Cuadro I-14 Beneficios Sociales	22
Cuadro I-15 Evaluación Económica – Alternativa 1	23
Cuadro I-16 Evaluación Económica – Alternativa 2	24
Cuadro I-17 Evaluación Económica – Alternativa 3	24
Cuadro II-1 Clasificación de suelos	28
Cuadro II-2 Clasificación de CBR de diseño	28
Cuadro II-3 Cálculo de ejes equivalentes por tipo de eje.....	31
Cuadro II-4 Factor de distribución por carril.....	39
Cuadro II-5 Niveles de Confiabilidad (R).....	40
Cuadro II-6 Desviación Standard por confiabilidad (Z_R).....	40
Cuadro II-7 Desviación Standard Global (S_o)	40
Cuadro II-8 Coeficientes de Drenaje	42
Cuadro II-9 Ejes Equivalentes Anuales.....	43
Cuadro II-10 Coeficientes de Aporte Estructural “ai”	45
Cuadro II-11 Coeficientes de Drenaje	45
Cuadro III-1 Planilla de metrados.....	48
Cuadro III-2 Cronograma Valorizado y Desembolsos	55

LISTA DE FIGURAS

Figura I-1 Corredor Vial.....	9
Figura I-2 Árbol Causas y Efectos.....	12
Figura I-3 Árbol de Medios y Fines.....	13
Figura II-1 Nomograma para número estructural de diseño (SN)	36
Figura II-2 Variación de los coeficientes de capa "a2", en bases granulares.....	37
Figura II-3 Variación de los coeficientes de capa "a3", en sub-bases granulares	38
Figura III-1 Presupuesto de Pavimento	50

LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS

AASHTO:	American Association of State Highway and Transportation Officials
EAL:	Carga axial equivalente
EE:	Ejes equivalentes
IMD:	Índice Medio Diario
IMDA:	Índice Medio Diario Anual
Km.:	Kilómetros
m.s.n.m.:	Metros sobre el nivel del mar
MTC:	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
TIR:	Tasa de interés de retorno
TSD:	Tasa social de descuento
VAN:	Valor actual neto
Z_R:	Desviación estándar normal.
S_o:	Desviación estándar global.
W₁₈:	Número esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 tn en el periodo de diseño.
PSI:	Índice de Serviciabilidad Presente.
Mr:	Módulo de Resiliencia.
SN:	Número estructural indicador de la capacidad estructural requerida.

INTRODUCCIÓN

La Carretera Central, pese a ser una importante vía de comunicación desde Lima hacia la zona Central del país, se encuentra actualmente colapsada por el alto nivel de tráfico que ha experimentado en los últimos años. Por ello se han buscado alternativas de alivio a este problema tales como el mejoramiento de las carreteras paralelas que existen actualmente por medio de servicios de conservación vial (San Vicente de Cañete – Yauyos, Canta – Huayllay, Huaral – Acos – Huayllay y Huaura – Sayán – Churín – Oyón – Yanahuanca - Ambo). En respuesta a esta acción el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) ha creado el Programa Proyecto Perú, el cual es un programa de infraestructura vial diseñado para mejorar las vías de integración de corredores económicos, conformando ejes de desarrollo sostenido con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la Red Vial Nacional, Departamental y Vecinal.

Sin embargo, este programa no contempla un mejoramiento de la vía a nivel de carpeta asfáltica, por lo que el presente informe tiene por objeto elaborar un diseño de pavimento y exponer sus resultados a nivel de expediente técnico, para lo cual se basa en el estudio a nivel de perfil del tramo: Cañete – Yauyos entre el Km. 57+900 y Km. 58+200, correspondiente a los trabajos de mantenimiento y rehabilitación del pavimento.

De acuerdo a la AASHTO la serviciabilidad es la capacidad de un pavimento de asegurar una circulación suave, confortable y segura para el tráfico para el cual ha sido construido el pavimento, por ello su apreciación depende del usuario, de las características propias del vehículo, velocidad de operación, y de la condición del pavimento. Consecuentemente, el diseño de pavimentos de este informe se basa en la teoría del Manual AASHTO – 1993.

1.0 CAPITULO I: ESTUDIO A NIVEL DE PERFIL DEL PROYECTO

Para comprender el ámbito del presente informe inicialmente se elaboró un estudio a nivel de perfil del Mejoramiento de la Carretera Cañete – Yauyos del Km. 57+900 y Km. 58+200, a continuación se resume parte de este informe de suficiencia.

1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO

El estudio a nivel de perfil del proyecto tiene como objetivo determinar si el proyecto de Mejoramiento de la Carretera Cañete – Yauyos – Chupaca, que une las regiones de Lima (en Cañete) y Junín (en Huancayo), es viable; ya sea social, económica, o apta en ambos criterios.

Para la selección de la alternativa escogida se realizó una evaluación económica basada en la “Guía de Identificación, Formulación y Evaluación social de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de caminos vecinales a nivel de Perfil”, la cual utiliza para el análisis los indicadores económicos VAN, TIR y B/C.

Cabe mencionar que el mejoramiento significaría mejorar la transitabilidad de la carretera existente, lo que implicaría mejorar el diseño geométrico, incluir obras de drenaje, colocación adecuada obras de arte, como muros de sostenimiento, y mejorar la estructura del pavimento, mediante una estructura de carpeta asfáltica.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.2.1 Nombre del Proyecto

Mejoramiento de la Carretera: Cañete – Yauyos del Km.57+900 al Km.58+200.

1.2.2 Marco Referencial

PROVIAS NACIONAL ha creado el Programa Proyecto Perú, el cual es un programa de infraestructura vial diseñado para mejorar las vías de integración de corredores económicos, conformando ejes de desarrollo sostenido con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la Red Vial Nacional, Departamental y Vecinal.

Para el Corredor Vial N°13, el 27 de diciembre de 2007, la empresa “Consortio Gestión de Carreteras”, asume las obligaciones de contratista conservador para realizar el Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera Cañete-Lunahuaná-Pacarán-Chupaca y Rehabilitación del Tramo Zúñiga-Dv. Yauyos-Ronchas.

El corredor Cañete – Yauyos – Chupaca se encuentra entre los 40 y 3000 m.s.n.m., con una longitud de 218.73 km (Ruta nacional 024) y pertenece a las zonas de Costa y Sierra Central del Perú.

Figura I-1
Corredor Vial



1.2.3 Situación Actual

La Carretera Central, pese a ser una importante vía de comunicación desde Lima hacia la zona central del país, se encuentra actualmente colapsada por el alto nivel de tráfico que ha experimentado en los últimos años, el Corredor vial Cañete – Yauyos – Chupaca, aliviaría parte de la carga, formando parte del Plan Nacional de Inversión Descentralizada, para incrementar el desarrollo de la zona en mención.

Entre los principales problemas se encuentran: diseño geométrico deficiente, sección inadecuada para el paso de camiones pesados, problemas de erosión y sub-drenaje debido principalmente a su cercanía al río.

Cuadro I-1
Situación Actual de la Carretera

TRAMO	VÍA	TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA	LONGITUD (km)
Cañete-Lunahuaná	Asfaltada	Carpeta Asfáltica	40.95
Lunahuaná-Pacarán	Asfaltada	Tratamiento superficial	11.91
Pacarán-Zúñiga	Afirmada	Afirmado	3.74
Zúñiga-Dv. Yauyos	Afirmada	Afirmado	70.4
Dv. Yauyos-Roncha	Afirmada	Afirmado	128.19
Roncha-Chupaca	Afirmada	Afirmado	16.54

El horizonte de proyecto elegido fue de 10 años considerando la vida útil de las estructuras a diseñar. En cuanto al análisis de la oferta se encontró lo siguiente en la visita a campo.

- Carretera a nivel de afirmado en estado regular
- Pendiente promedio longitudinal de 1.95%.
- Los anchos de la calzada existente varían entre 5 m y 6 m.
- No existen bermas a los lados del camino.

- Inadecuado drenaje longitudinal, cuneta en tierra casi colmatada. La cuneta es artesanal de 0.60m de ancho, usada principalmente para riego y que descarga en una alcantarilla que en nuestro caso estará asociada a la “Quebrada Picamarán”
- Inadecuado drenaje transversal, alcantarilla tipo losa que cumple doble función (pluvial y desagüe de riego) colmatada.

Presencia de filtraciones a lo largo de todo el lado izquierdo de la vía proveniente de los terrenos de cultivo y falta de un sistema de subdrenaje.

- El talud promedio al lado derecho de la carretera está entre 10% a 50%.
- Sectores críticos donde el ancho de la vía es menor debido a la presencia de taludes inestables al lado derecho (desmoronamiento de taludes). Estos sectores son km 58+160 – km 58+180 y km 58+080 – km 58+085).

1.2.4 Definición de causas – efectos y medios – fines

Para la evaluación se muestra la Figuras I-2, donde se define gráficamente mediante el Árbol de Causas y Efectos, la problemática de la situación actual sin proyecto, y los efectos que acarrea.

Asimismo en la Figura I-3 se presenta el Árbol de Medios y Fines, donde se analizan las propuestas de mejora del proyecto y los fines que se persiguen en la posición de hacerlas.

Figura I-2
Árbol Causas y Efectos

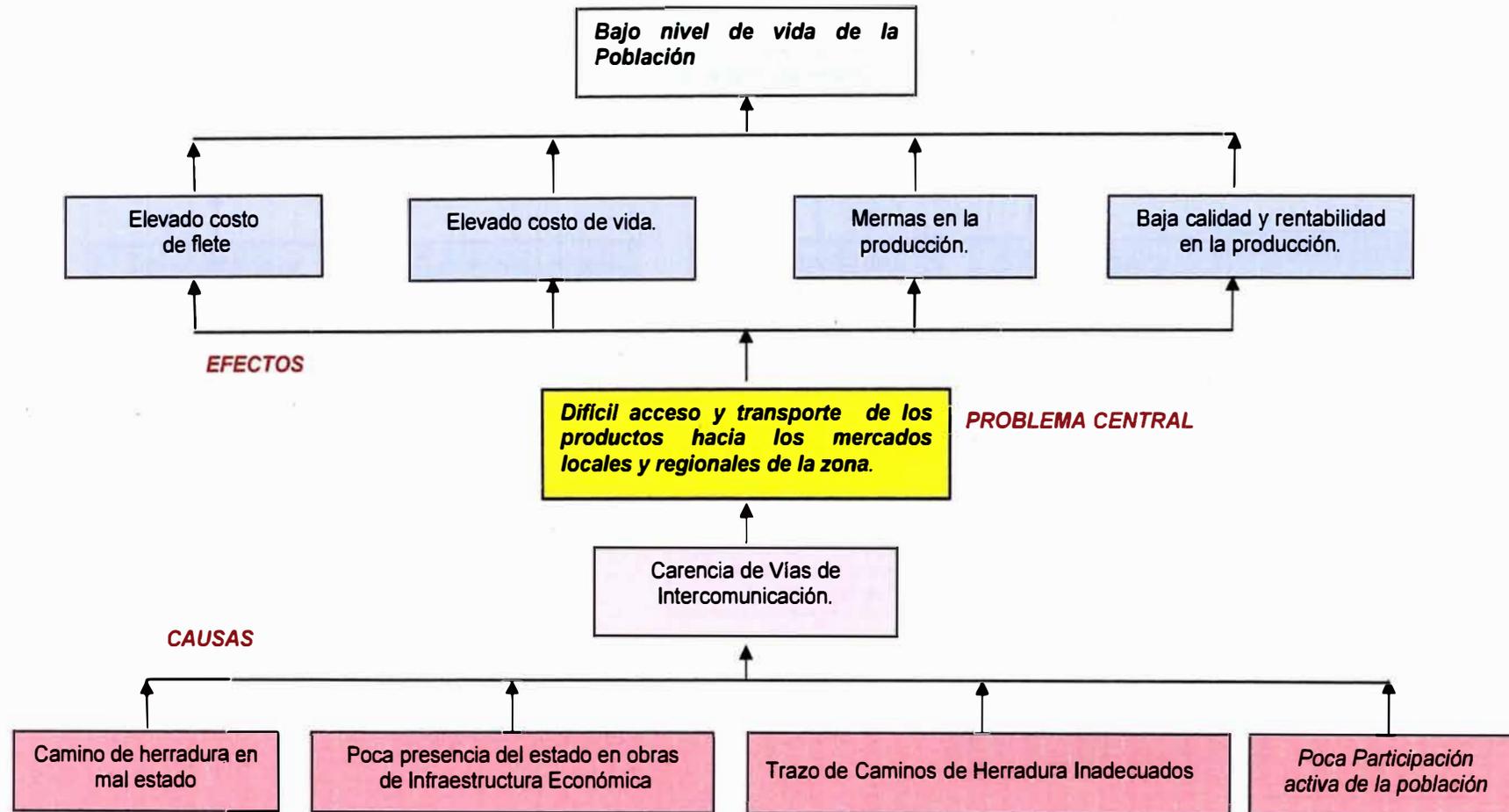
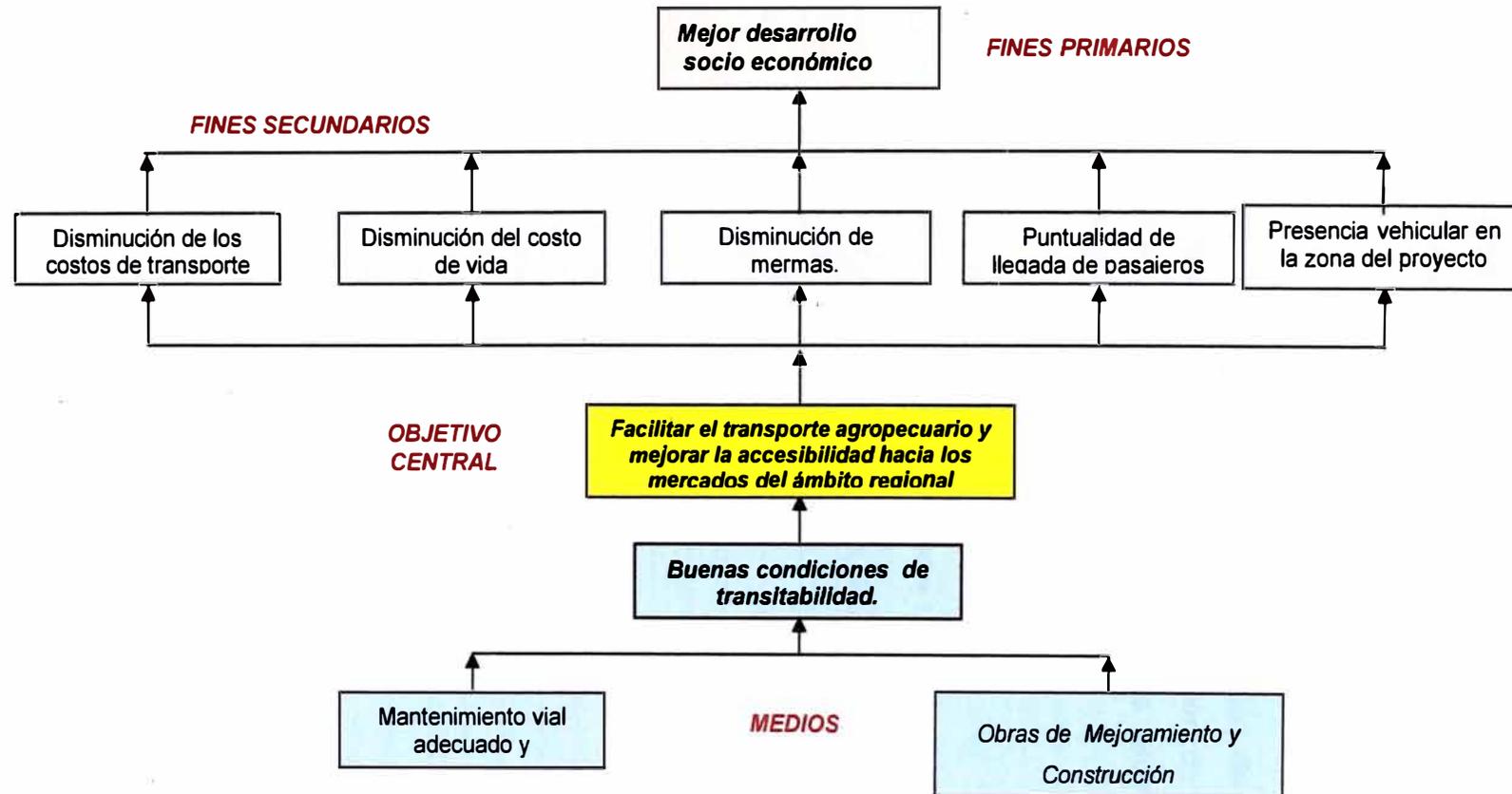


Figura I-3
Árbol de Medios y Fines



1.2.5 Alternativas de solución

Expuesto el objetivo del proyecto, para llegar a una opción final, se elaboraron tres alternativas de solución. A continuación se detallan cada una de estas tres alternativas.

A. Alternativa 1

Mejoramiento del trazo, mejoramiento del drenaje (construcción de cunetas, subdrenes y reemplazo de alcantarilla por badén), construcción de muro de suelo reforzado y colocación de pavimento flexible. Incluye programa de actividades de mantenimiento periódico y rutinario.

Cuadro I-2
Características Técnicas de Alternativa 1

Clase, carriles, orografía	Tercera clase, dos carriles, tipo 2.
Lmins, Lmino, Lmax	69 m, 139 m, 835 m
IMD	> 385 vehículos/día
Longitud	281 Km.
Velocidad Directriz	50 Km./h
Pendiente Máxima	9%
Radio mínimo Normal	85 m
Ancho de calzada	6.6 m
Berma	0.9 m
Bombeo	3%
Talud de relleno	1:1.5
Carpeta de Rodadura	Asfalto
Espesor de pavimento	0.20 m.
Drenaje Transversal	Badén (E=10m + B=10m + S=5m)
Drenaje Longitudinal	Cuneta Triangular 0.80mx0.20m
Subdrenaje	Subdren lado izquierdo de vía (0,65m x 1,0m)
Muro de sostenimiento	Muro de suelo reforzado de gaviones de altura variable

B. Alternativa 2

Mejoramiento del trazo, mejoramiento del drenaje (construcción de cunetas, subdrenes y reemplazo de alcantarilla por alcantarilla de mejor sección hidráulica), construcción de muro de concreto ciclópeo y colocación de pavimento flexible. Incluye programa de actividades de mantenimiento periódico y rutinario.

Cuadro I-3
Características Técnicas de Alternativa 2

Clase, carriles, orografía	Tercera clase, dos carriles, tipo 2.
Lmins, Lmino, Lmax	69 m, 139 m, 835 m
IMD	> 385 vehículos/día
Longitud	281 Km.
Velocidad Directriz	50 Km./h
Pendiente Máxima	9%
Radio mínimo Normal	85 m
Ancho de calzada	6.6 m
Berma	0.9 m
Bombeo	3%
Talud de relleno	1:1.5
Carpeta de Rodadura	Asfalto
Espesor de pavimento	0.20 m.
Drenaje Transversal	Alcantarilla tipo Losa 3m x 2m
Drenaje Longitudinal	Cuneta Triangular 0.80mx0.20m
Subdrenaje	Subdren lado izquierdo de vía (0,65m x 1,0m)
Muro de sostenimiento	Muro de concreto ciclópeo de altura variable

C. Alternativa 3

Mejoramiento del trazo, mejoramiento del drenaje (construcción de cunetas, subdrenes y reemplazo de alcantarilla por badén), construcción de muro de concreto ciclópeo y colocación de pavimento flexible. Incluye programa de actividades de mantenimiento periódico y rutinario.

Cuadro I-4
Características Técnicas de Alternativa 3

Clase, carriles, orografía	Tercera clase, dos carriles, tipo 2.
Lmins, Lmino, Lmax	69 m, 139 m, 835 m
IMD	> 385 vehículos/día
Longitud	281 Km.
Velocidad Directriz	50 Km./h
Pendiente Máxima	9%
Radio mínimo Normal	85 m
Ancho de calzada	6.6 m
Berma	0.9 m
Bombeo	3%
Talud de relleno	1:1.5
Carpeta de Rodadura	Asfalto
Espesor de pavimento	0.20 m.
Drenaje Transversal	Badén (E=10m + B=10m + S=5m)
Drenaje Longitudinal	Cuneta Triangular 0.80mx0.20m
Subdrenaje	Subdren lado izquierdo de vía (0,65m x 1,0m)
Muro de sostenimiento	Muro de concreto ciclópeo de altura variable

1.3 ANÁLISIS DEL ESTUDIO

De acuerdo a estas tres alternativas se elaboró la formulación del proyecto. Este paso consiste en seleccionar un horizonte del proyecto, delimitar un área de influencia con la que se realizó un análisis de demanda, un análisis de oferta y un análisis de costo beneficio. Finalmente el proceso concluye en una evaluación económica por medio de la cual se selecciona la alternativa ganadora. A continuación se mencionan brevemente algunos resultados de esta formulación.

1.3.1 Análisis de la Demanda

De acuerdo al horizonte planteado inicialmente de 10 años, se usaron las siguientes tasas de crecimiento:

- Tasa de crecimiento para vehículos ligeros: 2.2% (tasa de crecimiento poblacional)
- Tasa de crecimiento para vehículos pesados: 5.5% (PBI regional)

Considerando el cálculo de la demanda, se obtuvieron los siguientes datos:

Cuadro I-5
Tráfico actual y demanda proyectada para 10 años

CLASIFICACION	GRUPO	TIPO DE VEHICULO	TRAFICO ACTUAL	TRAFICO NORMAL (AÑO 2018)	TRAFICO GENERADO (AÑO 2018)	TRAFICO AÑO 2018
VEHICULOS LIGEROS	AUTOS	AUTO	51	63	9	72
	CAMIONETAS	PICK UP	78	96	14	110
		RURAL	61	77	11	88
	MICRO	MICRO	0	0	0	0
	BUS	2E	14	17	3	20
		3E	0	0	0	0
VEHICULOS PESADOS	CAMION	2E	22	38	6	44
		3E	11	19	3	22
		4E	0	0	0	0
	TRAILERS	T2S1	0	0	0	0
		T2S2	0	0	0	0
		T2S3	10	17	3	20
		T3S1	0	0	0	0
		T3S2	0	0	0	0
		T3S3	5	8	1	9
		IMD	252	335	50	385

1.3.2 Presupuestos de Inversión

Para el análisis de costos, se consideraron los estimados de cada alternativa, así como la situación sin proyecto optimizada, donde se considera un mantenimiento anual sin haber realizado mejora alguna adicional.

Cuadro I-6
Resumen de Presupuesto de las Alternativas

PRESUPUESTO	MONTO TOTAL (NUEVOS SOLES)
ALTERNATIVA 1	109,063,466
ALTERNATIVA 2	111,738,185
ALTERNATIVA 3	114,262,815

Para efectos prácticos se muestra en el siguiente cuadro el presupuesto detallado de la Alternativa 1, que es la de menor costo.

Cuadro I-7
Presupuesto de Mejoramiento de Carretera – Alternativa 1
(En Nuevos Soles)

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	UNITARIO S/.	P.PARCIAL S/.	SUBTOTAL S/.
1.00	OBRAS PRELIMINARES					9,315,547
101.A	Movilización y desmovilización de equipos	glb	1	71,697	71,697	
102.A	Topografía y Georeferenciación	glb	1	1,694,174	1,694,174	
103.A	Mantenimiento de tránsito y seguridad vial	glb	1	7,549,676	7,549,676	
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					15,168,411
201.B	Desbroce y Limpieza en zonas no boscosas	Ha	664	460	305,291	
205.E	Excavación en Explanaciones en material suelto	m ³	1,021,903	1	981,027	
210.A	Terraplenes	m ³	5,745,513	2	10,744,110	
220.B	Mejoramiento de suelo a nivel de subrasante empleando sólo material adicionado	m ³	556,380	6	3,137,983	
3.00	SUB BASES Y BASES					11,392,246
303.A	Sub Base Granular	m ³	713,740	9	6,330,874	
305.A	Base Granular	m ³	427,120	12	5,061,372	
4.00	PAVIMENTOS ASFÁLTICOS					14,466,164
401.A	Imprimación Asfáltica	m ²	1,967,000	0	295,050	
410.A	Pavimento de Concreto Asfáltico Caliente (MAC)	m ³	98,350	49	4,795,546	
420.C	Cemento Asfáltico de Penetración 85 - 100	kg	15,342,600	0	6,597,318	
422.A	Asfalto Diluido Tipo MC - 30	lt	2,262,050	1	1,560,815	
423.A	Filler Mineral (Cal Hidratada)	kg	4,720,800	0	613,704	
424.A	Aditivo Mejorador de Adherencia	kg	76,713	8	603,731	
6.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE					16,102,908
305.A	Base Granular	m ³	16,392	12	194,241	
601.E	Excavación no clasificada para Estructuras	m ³	95,268	2	227,691	
605.A	Rellenos para Estructuras	m ³	24,147	5	126,532	
610.D	Concreto Clase D (f _c = 210 kg/cm ²)	m ³		94	0	
610.E	Concreto Clase E (f _c = 175 kg/cm ²)	m ³	150	86	12,827	
610.G	Concreto ciclopeo clase G (f _c = 140 kg/cm ² + 30 % P.G.)	m ³		72	0	
615.A	Acero de refuerzo Fy = 4200 kg/cm ²	Kg		1	0	
616.A	Encofrado y Desencofrado	m ²	1,555	11	17,446	
630.A	Compuerta metálica 0.50 x 0.50 m	und		330	0	
635.A	Cunetas Revestidas con Concreto, Tipo 1	m	281,000	20	5,603,140	
652.B	Sub Drenes con material drenante en filtros y geotextil	m	140,500	24	3,438,035	
652.C	Sub Drenes con material drenante	m	3,278	27	87,597	
655.B	Emboquillado de piedra e= 0.35 m	m ²	220,117	28	6,075,220	
656.D	Elemento de suelo reforzado 1.0x1.0x5.0 m	und		162	340,361	
657.A	Geogrilla Uniaxial	m ²	10,538	10	103,689	
664.B	Tubería de HDPE D=4" para muros	m	11,064	6	70,369	
7.00	TRANSPORTES					5,255,234
700.A	Transporte de material granular para D <= 1 Km	m ³ - Km	1,446,032	1	1,937,683	
700.B	Transporte de material granular para D > 1 Km	m ³ - Km	3,615,080	0	939,921	
700.D	Transporte de mezcla asfáltica para D <= 1 Km	m ³ - Km	98,350	1	99,334	
700.E	Transporte de mezcla asfáltica para D > 1 Km	m ³ - Km	245,875	0	66,386	
700.H	Transporte de material excedente para D <= 1 Km	m ³ - Km	1,047,006	1	1,465,808	
700.I	Transporte de material excedente para D > 1 Km	m ³ - Km	2,617,515	0	706,729	
700.J	Transporte de roca para D <= 1 Km	m ³ - Km	12,825	2	29,754	
700.K	Transporte de roca para D > 1 Km	m ³ - Km	32,063	0	9,619	
8.00	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL					937,927
804.A	Postes de Soporte de Señales	und	2,980	57	170,456	
805.A	Poste Delineador	und	18,874	30	557,727	
810.A	Marcas en el Pavimento Tipo I	m ²	77,480	3	200,673	
830.A	Poste de kilometraje	und	298	30	9,071	
9.00	PROTECCION AMBIENTAL					3,736,540
901.B	Colocación de capa superficial de suelo conservado de 150 mm de espesor	Ha	15	5,355	80,323	
903.A	Sembrado, método seco	Ha	15	2,423	36,340	
906.A	Depósito de Material Excedente	m ³	4,723,610	1	3,400,999	
909.A	Implementación del Plan de Manejo Ambiental	glb	1	57,583	57,583	
909.B	Monitoreo Ambiental	glb	1	161,296	161,296	
	COSTO DIRECTO				US \$	76,374,976
	GASTOS GENERALES FIJOS (1.10 % C.D.)			0.10	US \$	7,637,498
	UTILIDADES (10.0% C.D.)			0.10	US \$	7,637,498
	SUBTOTAL				US \$	91,649,972
	IGV (19%)				US \$	17,413,495
	TOTAL				US \$	109,063,466

Cuadro I-8
Presupuesto de Mejoramiento de Carretera – Alternativa 2
(En Nuevos Soles)

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	UNITARIO S/.	P.PARCIAL S/.	SUBTOTAL S/.
1.00	OBRAS PRELIMINARES					9,315,547
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					15,168,411
3.00	SUB BASES Y BASES					11,392,246
4.00	PAVIMENTOS ASFÁLTICOS					14,466,164
6.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE					17,713,198
7.00	TRANSPORTES					5,517,995
8.00	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL					937,927
9.00	PROTECCION AMBIENTAL					3,736,540
COSTO DIRECTO					US \$	78,248,029
GASTOS GENERALES FIJOS (1.10 % C.D.)				0	US \$	7,824,803
UTILIDADES (10.0% C.D.)				0	US \$	7,824,803
SUBTOTAL					US \$	93,897,635
IGV (19%)					US \$	17,840,551
TOTAL					US \$	111,738,185

Cuadro I-9
Presupuesto de Mejoramiento de Carretera – Alternativa 3
(En Nuevos Soles)

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	UNITARIO S/.	P.PARCIAL S/.	SUBTOTAL S/.
1.00	OBRAS PRELIMINARES					9,315,547
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					15,168,411
3.00	SUB BASES Y BASES					11,392,246
4.00	PAVIMENTOS ASFÁLTICOS					14,466,164
6.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE					19,323,489
7.00	TRANSPORTES					5,675,652
8.00	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL					937,927
9.00	PROTECCION AMBIENTAL					3,736,540
COSTO DIRECTO					US \$	80,015,977
GASTOS GENERALES FIJOS (1.10 % C.D.)				0	US \$	8,001,598
UTILIDADES (10.0% C.D.)				0	US \$	8,001,598
SUBTOTAL					US \$	96,019,172
IGV (19%)					US \$	18,243,643
TOTAL					US \$	114,262,815

1.3.3 Precios sociales

Los precios sociales se calculan multiplicando con los factores de conversión, de 0.79 para la inversión, 0.75 para los costos de mantenimiento.

Cuadro I-10
Costos de Inversión y Mantenimiento
(En Miles de Soles a Precios Sociales)

AÑO	Sin Proyecto Optimizada	CON PROYECTO					
		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Inversión	Mantenimiento	Inversión	Mantenimiento	Inversión	Mantenimiento
2008	994		101,514		103,808		99,084
2009		209		209		209	
2010		209		209		209	
2011		609		609		609	
2012		209		209		209	
2013		209		209		209	
2014		609		609		609	
2015		209		209		209	
2016		209		209		209	
2017		609		609		609	
2018		209		209		209	

1.3.4 Costos Incrementales

Los costos incrementales son de la diferencia de los costos entre la situación con proyecto y la situación sin proyecto.

Cuadro I-11
Costos Incrementales
(En Miles de Soles a Precios Sociales)

AÑO	CON PROYECTO					
	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
	Inversión	Mantenim.	Inversión	Mantenim.	Inversión	Mantenim.
2008	99,084.20		101,514.10		103,807.80	
2009		-170.7		-170.7		-170.7
2010		-170.7		-170.7		-170.7
2011		229.7		229.7		229.7
2012		-170.7		-170.7		-170.7
2013		-170.7		-170.7		-170.7
2014		229.7		229.7		229.7
2015		-170.7		-170.7		-170.7
2016		-170.7		-170.7		-170.7
2017		229.7		229.7		229.7
2018	-9,908	-170.7	-10,151.40	-170.7	-10,380.80	-170.7

1.3.5 Beneficios incrementales

Se presenta a continuación los beneficios incrementales para cada alternativa, que son la diferencia entre los beneficios con proyecto menos los beneficios sin proyecto.

Cuadro I-12
Ahorros por Costos de Operación Vehicular
(En Miles de Soles a Precios Sociales)

AÑO	ALTERNATIVAS		
	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
2008			
2009	3066	3066	3066
2010	3197	3197	3197
2011	3335	3335	3335
2012	3480	3480	3480
2013	3632	3632	3632
2014	3792	3792	3792
2015	3959	3959	3959
2016	4135	4135	4135
2017	4319	4319	4319
2018	4513	4513	4513

En el siguiente cuadro se muestran un resumen por los Costos de Operación Vehicular de las tres alternativas.

Cuadro I-13
Resumen de Costos de Operación Vehicular
(En Miles de Soles a Precios Sociales)

AÑO	SIN PROYECTO OPTIMIZADO	CON PROYECTO		
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
		Tráfico Normal y Generado	Tráfico Normal y Generado	Tráfico Normal y Generado
2008	15948			
2009	16543	14718	14718	14718
2010	17165	15255	15255	15255
2011	17815	15815	15815	15815
2012	18494	16400	16400	16400
2013	19203	17011	17011	17011
2014	19945	17649	17649	17649
2015	20721	18316	18316	18316
2016	21532	19012	19012	19012
2017	22381	19740	19740	19740
2018	23269	20501	20501	20501

Cuadro I-14
Beneficios Sociales
(En Miles de Soles a Precios Sociales)

AÑO	CON PROYECTO		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
2008			
2009	1825	1825	1825
2010	1910	1910	1910
2011	1999	1999	1999
2012	2093	2093	2093
2013	2192	2192	2192
2014	2296	2296	2296
2015	2405	2405	2405
2016	2520	2520	2520
2017	2640	2640	2640
2018	2767	2767	2767

1.4 RESULTADOS DEL ESTUDIO

La evaluación económica del proyecto se realizó por el método del VAN (Valor actual neto) y el TIR (Tasa de interés de retorno).

Esta evaluación se realizó llevando los valores obtenidos del presupuesto a precios sociales y calculando los beneficios por medio del ahorro en el costo de operación vehicular. Además se consideró un valor referencial de mantenimiento periódico y rutinario dentro de los costos, así como un valor de rescate o residual al final de la vida útil de 10%. Vale mencionar que se ha considerando una tasa social de descuento de 11%, que es la que actualmente se usa en los cálculos de Inversiones Publicas.

En los siguientes cuadros se resume la evaluación económica para las tres alternativas planteadas.

Cuadro I-15
Evaluación Económica – Alternativa 1
(En Miles de Soles)

AÑO	INVERSIÓN	COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	BENEFICIOS	FLUJO NETO
2008	99,084			-99,084
2009		-171	3,066	3,236
2010		-171	3,197	3,368
2011		230	3,335	3,106
2012		-171	3,480	3,651
2013		-171	3,632	3,803
2014		230	3,792	3,562
2015		-171	3,959	4,130
2016		-171	4,135	4,305
2017		230	4,319	4,089
2018	-9,908	-171	4,513	14,592

TSD 11% VAN (Soles) -74,003
 TIR TIR -10%

Cuadro I-16
Evaluación Económica – Alternativa 2
(En Miles de Soles)

AÑO	INVERSIÓN	COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	BENEFICIOS	FLUJO NETO
2008	101,514.14			-101,514.14
2009		-170.71	3,065.71	3,236.42
2010		-170.71	3,197.38	3,368.09
2011		229.72	3,335.47	3,105.75
2012		-170.71	3,480.32	3,651.03
2013		-170.71	3,632.28	3,802.99
2014		229.72	3,791.73	3,562.01
2015		-170.71	3,959.05	4,129.76
2016		-170.71	4,134.67	4,305.37
2017		229.72	4,319.01	4,089.29
2018	-10,151.41	-170.71	4,512.53	14,834.65

TSD 11%

VAN (Soles) -76,347
TIR -10%

Cuadro I-17
Evaluación Económica – Alternativa 3
(En Miles de Soles)

AÑO	INVERSIÓN	COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	BENEFICIOS	FLUJO NETO
2008	103,807.77			-103,807.77
2009		-170.71	3,065.71	3,236.42
2010		-170.71	3,197.38	3,368.09
2011		229.72	3,335.47	3,105.75
2012		-170.71	3,480.32	3,651.03
2013		-170.71	3,632.28	3,802.99
2014		229.72	3,791.73	3,562.01
2015		-170.71	3,959.05	4,129.76
2016		-170.71	4,134.67	4,305.37
2017		229.72	4,319.01	4,089.29
2018	-10,380.78	-170.71	4,512.53	15,064.01

TSD 11%

VAN (Soles) -78,560
TIR -10%

Considerando la evaluación económica realizada podemos constatar que para las tres alternativas presentadas los valores del VAN y TIR son negativos, por lo que se concluiría que el proyecto no es viable.

Sin embargo, se determina que la alternativa más favorable desde el punto de vista social, es la alternativa N°1, aún no viable, pero que servirá para elaborar el diseño de pavimento y presentar su desarrollo a nivel de expediente técnico.

Expuesto la conclusión de que el proyecto no es viable, se recomienda continuar con el programa Proyecto Perú, el cual es un contrato de servicios que se encarga del mantenimiento periódico y rutinario de la vía, el mismo que servirá para que el tránsito vaya en aumento, y active un desarrollo paulatino en la zona para que se pueda en algún momento dado, cumplir con los requerimientos del Sistema Nacional de Inversiones Publicas (SNIP), mediante un IMD acorde a la inversión a realizar.

2.0 CAPITULO II: DISEÑO DE PAVIMENTO

Según el Capítulo I, estudio a nivel de perfil de Mejoramiento de la Carretera Cañete – Yauyos del Km. 57+900 y Km. 58+200, éste proyecta el uso de una carpeta asfáltica para las alternativas presentadas. Este capítulo desarrolla el diseño del pavimento.

2.1 FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1.1 Tipos de pavimentos

Por sus capas superiores y superficie de rodadura las carreteras pueden ser clasificadas como sigue:

i) Con superficie de rodadura no pavimentada

ii) Con superficie de rodadura pavimentada

a) Pavimentos flexibles:

a.1 Con capas granulares (sub base y base drenantes) y una superficie bituminosa de espesor variable menor a 25 mm, como son los tratamientos superficiales bicapa y tricapa.

a. 2 Con capas granulares (sub base y base drenantes) y una capa bituminosa de espesor variable mayor a 25 mm, como son las carpetas asfálticas en frío y en caliente.

b) Pavimentos semi rígidos: conformados con sólo capas asfálticas (full depth) o por adoquines de concreto sobre una capa granular.

c) Pavimentos rígidos: conformado por losa de concreto hidráulico o cemento Pórtland sobre una capa granular.

Cabe mencionar que en el presente informe se desarrollará el diseño de un pavimento flexible con carpeta asfáltica en caliente.

2.1.2 Suelo de fundación

En la medida que el trazo del proyecto avanza, se irán realizando los estudios de la calidad de la subrasante sobre la que se asentará la pavimentación.

Se denomina suelo de fundación a la capa del suelo bajo la estructura del pavimento, preparada y compactada como fundación para el para el pavimento. Se trata del terreno natural o la última capa del relleno de la plataforma sobre la que se asienta el pavimento.

Metodología de trabajo

La metodología a seguir para la caracterización del suelo de fundación comprenderá básicamente los siguientes pasos:

➤ Trabajo en campo

Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la subrasante se llevarán a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios o calicatas de 1.5 m de profundidad mínima (respecto del nivel de subrasante del proyecto; con un mínimo de 3 calicatas por kilómetro, ubicadas longitudinalmente a distancias aproximadamente iguales y en forma alternada (izquierda-derecha) dentro de una faja de hasta 5m a ambos lados del eje del trazo, preferentemente al borde de la futura calzada.

Si a lo largo del avance del estacado las condiciones topográficas o de trazo muestran, por ejemplo, cambios en el perfil de corte a terraplén o la naturaleza de los suelos del terreno evidencia un cambio significativo de sus características o se presentan suelos erráticos, se deben ejecutar más calicatas por kilómetro en puntos singulares.

➤ Descripción de suelos

Los suelos encontrados serán descritos y clasificados de acuerdo a metodología para construcción de vías.

➤ Trabajo de laboratorio

Todas las muestras obtenidas de las calicatas deberán contar con ensayos de Análisis granulométrico, Límites de consistencia, Límite líquido, plástico e índice

de plasticidad, clasificación SUCS, clasificación AASHTO, humedad natural, Proctor modificado y CBR.

➤ **Labores de gabinete**

En base a la información obtenida durante los trabajos de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio, se efectuará la clasificación de suelos utilizando los sistemas SUCS y AASHTO.

Cuadro II-1
Clasificación de suelos

Clasificación de suelos AASHTO	Clasificación de suelos ASTM (SUCS)
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

CBR de la subrasante

Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño de la estructura del pavimento que se colocará encima.

La subrasante correspondiente al fondo de las excavaciones en terreno natural o de la última capa del terraplén, será clasificada en función al CBR representativo para diseño, en una de las cinco categorías siguientes:

Cuadro II-2
Clasificación de CBR de diseño

Clasificación	CBR _{diseño}
S0 : Subrasante muy pobre	< 3%
S1 : Subrasante pobre	3% - 5%
S2 : Subrasante regular	6 - 10%
S3 : Subrasante buena	11 - 19%
S4 : Subrasante muy buena	> 20%

Sectores de características homogéneas

Para efectos del diseño de la estructura del pavimento se definirán sectores homogéneos donde, a lo largo de cada uno de ellos, las características del material del suelo de fundación o de la capa de subrasante se identifican como uniforme.

Dicha uniformidad se establecerá sobre la base de las características físico-mecánicas de los suelos. Para la identificación de los sectores de características homogéneas, se realizará un programa de prospecciones y ensayos, estableciendo una estrategia para efectuar el programa exploratorio y, a partir de ello, se ordenará la toma de las muestras necesarias de cada perforación, de manera de poder evaluar aquellas características que siendo determinantes en su comportamiento, resulten de sencilla e indiscutible determinación.

Consideraciones adicionales

- En caso la subrasante sea clasificada como pobre ($CBR < 6\%$), se procederá a eliminar el material inadecuado y se colocará un material granular con CBR mayor a 10%, para esto se tendrá en cuenta un procedimiento de mejoramiento de la subrasante, colocando una capa de subrasante como parte de la estructura del pavimento. (Ver procedimiento en Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito)
- En caso de encontrarse suelos saturados o blandos, o napa freática alta (cercana al nivel de subrasante), se definirá las medidas de estabilización (cambio de material, adición de roca, pedraplen, etc.), especificando material relativamente permeable y diseñando los elementos de drenaje y/o subdrenaje que permitan drenar el agua.
- En zonas sobre los 3,000 m.s.n.m se evaluará la acción de las heladas en los suelos, en general la acción de congelamiento está asociada con la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento. Si la profundidad de la napa freática es mayor a 1.50 m, la acción de congelamiento no llegará a la capa superior de la subrasante. En el caso de presentarse en la capa superior de la subrasante (últimos 0.60 m) suelos susceptibles al congelamiento, se reemplazará este suelo en el

espesor comprometido o se levantará la rasante, con un relleno granular adecuado, hasta el nivel necesario.

- Con excepción de los suelos de fundación permeables, debe proyectarse el subdrenaje de la estructura del pavimento, considerando como capa drenante la base granular, o la subbase granular, o ambas, bien mediante subdrenes o prolongando la capa drenante hasta los taludes de los terraplenes o cunetas.
- Cuando el suelo de fundación o de la capa de subrasante sea arcilloso o limoso y, al humedecerse, partículas de estos materiales puedan penetrar en las capas granulares del pavimento contaminándolas, deberá proyectarse una capa de material filtrante de 10 cm. de espesor, como mínimo.
- Para el diseño y los trabajos propiamente de pavimentación deberán tomarse en cuenta las recomendaciones y condiciones del diseño del drenaje.

2.1.3 Tráfico

En el funcionamiento estructural de las capas de la estructura del pavimento influye el tipo de suelo de la subrasante, el número total de los vehículos pesados por día o durante el periodo de diseño, incluido las cargas por eje y la presión de los neumáticos.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA), requiere ser expresado en términos de ejes equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 tn. de peso, con neumáticos con presión de 80 lb. /pulg².

El volumen existente en el tramo, IMDA considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos. Este volumen de demanda tiene una composición de distintos tipos de vehículos, según los diversos tramos viales. El carril de diseño del pavimento de una carretera de dos carriles, considerará solo el 50% del IMDA.

Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en cada sub tramo en estudio, se requerirá como mínimo la siguiente información:

a) Identificación de “sub tramos homogéneos” de la demanda, en la ruta del estudio.

b) Conteos de tránsito en cada sub tramo (incluyendo un sábado o un domingo) por un período consecutivo de 7 días (5 día de semana+sábado+domingo), como mínimo, en una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Asimismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuará un censo de carga vehicular durante 2 días consecutivos.

$$IMD = \frac{V_L + V_M + V_{Mi} + V_J + V_V + V_S + V_D}{7}$$

Donde:

$V_L + V_M + V_{Mi} + V_J + V_V + V_S + V_D$ son los volúmenes de tráfico registrados en los conteos los días lunes a domingo.

IMD es el promedio diario de los volúmenes de tráfico.

c) El estudio podrá ser complementado con información, de variaciones mensuales, proveniente de estaciones de conteo permanente del MTC, cercanas al tramo en estudio, que permita el cálculo del Índice Medio Diario Anual (IMDA).

d) Con los datos obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

e) Para el cálculo de los EE, se puede tomar el criterio simplificado de la metodología AASHTO, aplicando las siguientes relaciones para vehículos pesados, buses y camiones:

Cuadro II-3
Cálculo de ejes equivalentes por tipo de eje

Tipo de eje	Eje equivalente (EE8.2 tn)
Eje simple de ruedas simples	$EES1 = [P / 6.6]^4$
Eje simple de ruedas dobles	$EES2 = [P / 8.2]^4$
Eje tandem de ruedas dobles	$EETA = [P / 15.1]^4$
Ejes tridem de ruedas dobles	$EETR = [P / 22.9]^4$
P = Peso real por eje en toneladas	

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

f) También se considerará un factor de ajuste por presión de neumáticos, para computar el efecto adicional de deterioro que producen las altas presiones de los neumáticos en el deterioro del pavimento (factor de carga). Con este factor y la data evaluada en el conteo, se obtendrá un Factor Camión, el cual es el número de aplicaciones equivalentes a una carga por eje simple de 18,000 lb., en una pasada de un vehículo dado

$$\text{Factor Camión} = \frac{\Sigma (\text{Número de Ejes} * \text{Factor de Equivalencia de carga})}{\text{Número de Vehículos}}$$

g) Con la información del IMDA, el Factor Camión y las Tasa de crecimiento vehicular, se puede calcular el valor de Ejes equivalentes anual para el carril de diseño, dentro del horizonte de tiempo a evaluar. Para este cálculo se considerara la siguiente expresión:

$$EAL = 365. \sum \left[F_{Camion} \cdot IMDA \cdot \frac{(1+t)^n - 1}{t} \right]$$

Donde:

EAL, carga axial equivalente.

IMDA, es el promedio anual de los volúmenes de tráfico.

t, es la tasa de crecimiento promedio del tipo de vehiculo.

n, es periodo en años.

2.1.4 Estructura del Pavimento Flexible

Los pavimentos flexibles están constituidos por una serie de capas denominadas de arriba abajo, superficie de rodadura o capa asfáltica, base granular y sub base granular asentada sobre una subrasante nivelada y compactada mínimo al 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado.

La superficie de rodamiento debe tener capacidad para resistir el desgaste y los efectos abrasivos de los vehículos en movimiento y poseer suficiente estabilidad para evitar daños por el impulso y las rodadas bajo la carga de tránsito. Además, sirve para impedir la entrada de cantidades excesivas del agua superficial a la base directamente desde arriba.

La base es una capa (o capas) de muy alta estabilidad y densidad. Su principal propósito es el de distribuir o repartir los esfuerzos creados por las cargas rodantes que actúan sobre la superficie de rodamiento para que los esfuerzos transmitidos a la subrasante no sean tan grandes que den por resultado una excesiva deformación o desplazamiento de la capa de cimentación.

La base debe ser también de tales características que no sea dañada por el agua capilar ni por la acción de las heladas, ya sea, que actúen por separado o en forma conjunta. Los materiales de que disponga la localidad se utilizarán ampliamente en la construcción de la base, y los materiales preferidos para este tipo de construcción varían de manera notable en las partes diferentes del país. Por ejemplo, la base puede estar compuesta de grava o roca triturada o puede ser un material granular tratado con agentes estabilizantes como asfalto, cemento o cenizas ligeras de óxido de calcio.

En las zonas en las que la acción de las heladas es severa, en los lugares en donde el suelo de la subrasante es en extremo frágil, o en donde es necesaria la construcción de una plantilla de trabajo, puede usarse una sub-base de material granular o de material estabilizado. También puede usarse por razones económicas en aquellos lugares en los que los materiales de la sub-base son más baratos que los materiales de más alta calidad.

La subrasante es la capa de cimentación, la estructura que debe soportar finalmente todas las cargas que corren sobre el pavimento. En algunos casos, esta capa estará formada sólo por la superficie natural del terreno. En otros casos más usuales, será el terreno el que se compacte una vez que se ha cortado el necesario o la capa superior en donde ha requerido terraplén.

En el concepto fundamental de la acción de los pavimentos flexibles, el espesor combinado de la sub-base (si se usa), de la base y de la superficie de rodamiento debe ser lo suficientemente grande para que se reduzcan los esfuerzos que concurren en la subrasante a valores que no sean tan grandes como para que produzcan una distorsión o desplazamiento excesivos de la capa de suelo de la subrasante.

Para el diseño estructural y dimensionamiento del pavimento se aplicarán metodologías de diseño con reconocimiento internacional, una de las cuales

será la “AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES” (Año 1993).

Los factores principales con el problema de diseñar el espesor de los pavimentos son:

- Carga de tránsito,
- Clima o medio.
- Características de los materiales

Cabe resaltar además que el cálculo para diseño de pavimento flexible se fundamenta en los siguientes parámetros:

- Demanda del tránsito medida en número de ejes equivalentes para el periodo de diseño de pavimentos.
- Tipo de subrasante sobre la cual se asienta el pavimento.

Estos parámetros permiten definir la capacidad estructural requerida, en términos del número estructural, del paquete del pavimento.

La ecuación básica de equilibrio en el diseño para estructuras de pavimentos flexibles es la siguiente:

$$\text{Log}(W_{18}) = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10} \left[\frac{PSI_{inicial} - PSI_{final}}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}_{10}(Mr) - 8.07$$

Donde:

Z_R : Desviación estándar del error combinado en la predicción de tráfico y comportamiento de la estructura.

S_0 : Desviación estándar global.

W_{18} : Número esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 tn en el periodo de diseño.

PSI: Índice de Serviciabilidad.

Mr: Módulo de Resiliencia de la subrasante.

SN: Número estructural indicador de la capacidad estructural requerida.

Finalmente se dan las características de los componentes de la estructura del pavimento, los mismos que corresponden a capas de materiales seleccionados.

Para convertir el SN a espesores de capas, se utilizan los coeficientes estructurales que representan los aportes de las distintas capas de la estructura del pavimento.

El número estructural de resistencia del pavimento flexible viene dado por la fórmula:

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

Donde:

- a1: Coeficiente estructural de la capa de rodadura
- D1: Espesor de la capa de rodadura (cm.)
- a2: Coeficiente estructural de la capa de base granular
- D2: Espesor de la capa de base granular (cm.)
- m2: Coeficiente que refleja el drenaje de la capa 2.
- a3: Coeficiente estructural de la capa de sub base granular
- D3: Espesor de la capa de sub base granular (cm.)
- m3: Coeficiente que refleja el drenaje de la capa 3

Según AASHTO, la ecuación SN no tiene una solución única. Modificando las combinaciones de espesores de cada capa, respetando los tipos de superficie de rodadura y espesores mínimos de las capas granulares, puede obtenerse un mismo número estructural al de diseño.

En el caso de las capas granulares, es deseable que la capa superior tenga siempre mayor capacidad estructural que la inferior. Esto es, la base granular tendrá mayor aporte que la sub base y ésta que la subrasante.

Actualmente el método AASHTO, presenta la solución de la ecuación de SN a través de nomogramas (ver Figura II-1), así como relaciones para hallar los coeficientes estructurales (ver Figuras II-2 y II-3).

Figura II-1
 Nomograma para número estructural de diseño (SN)

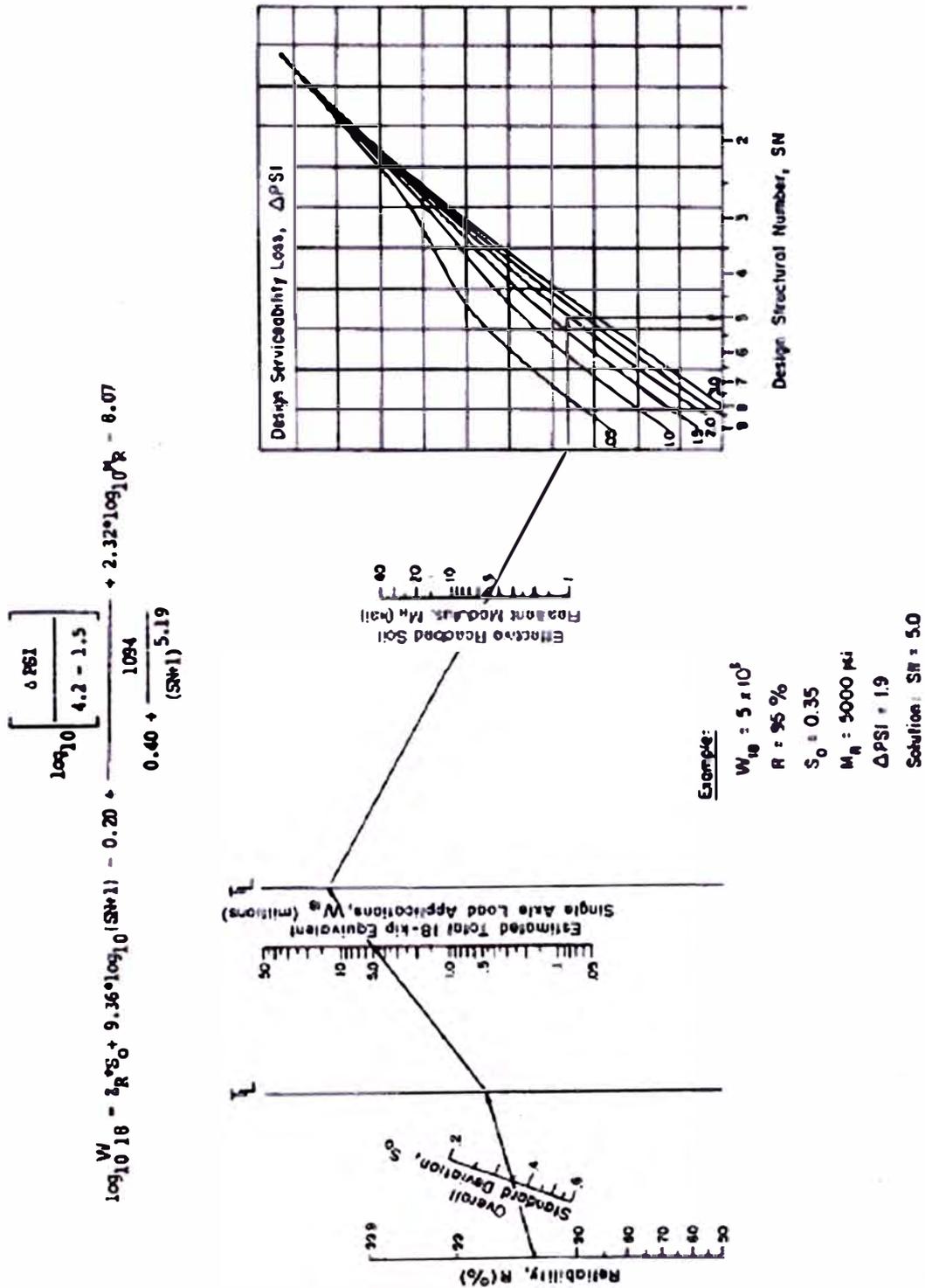
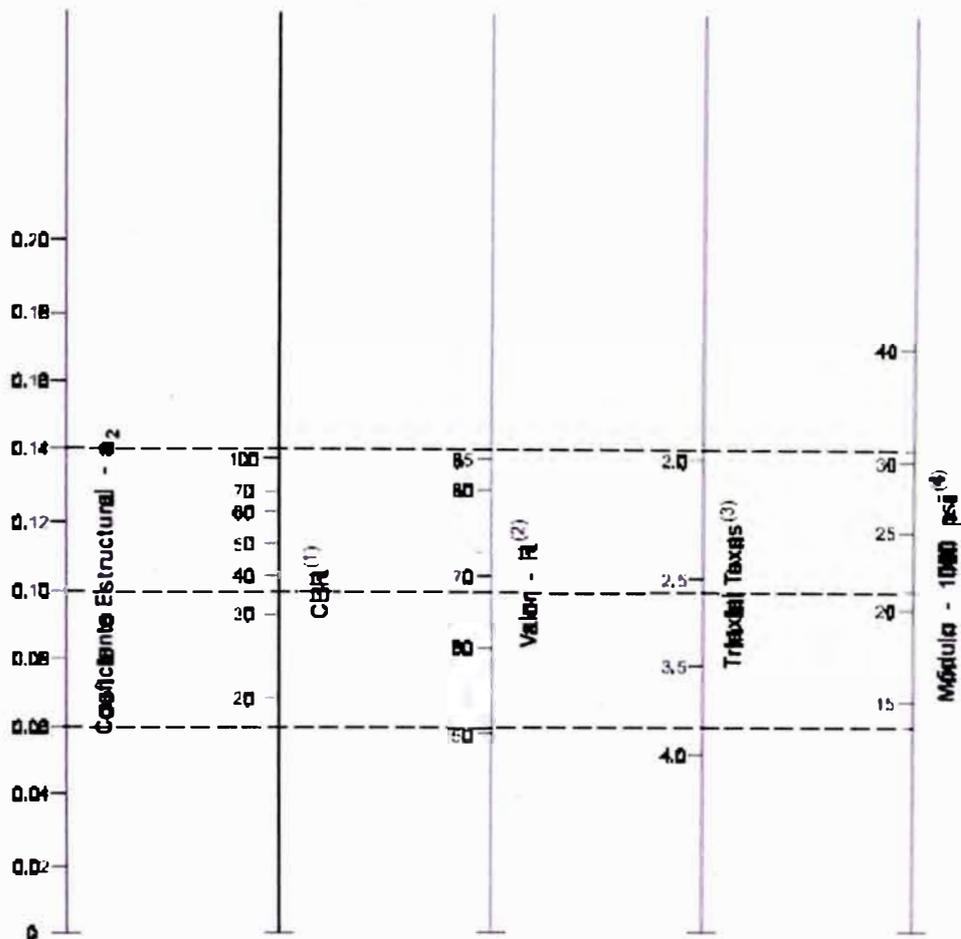
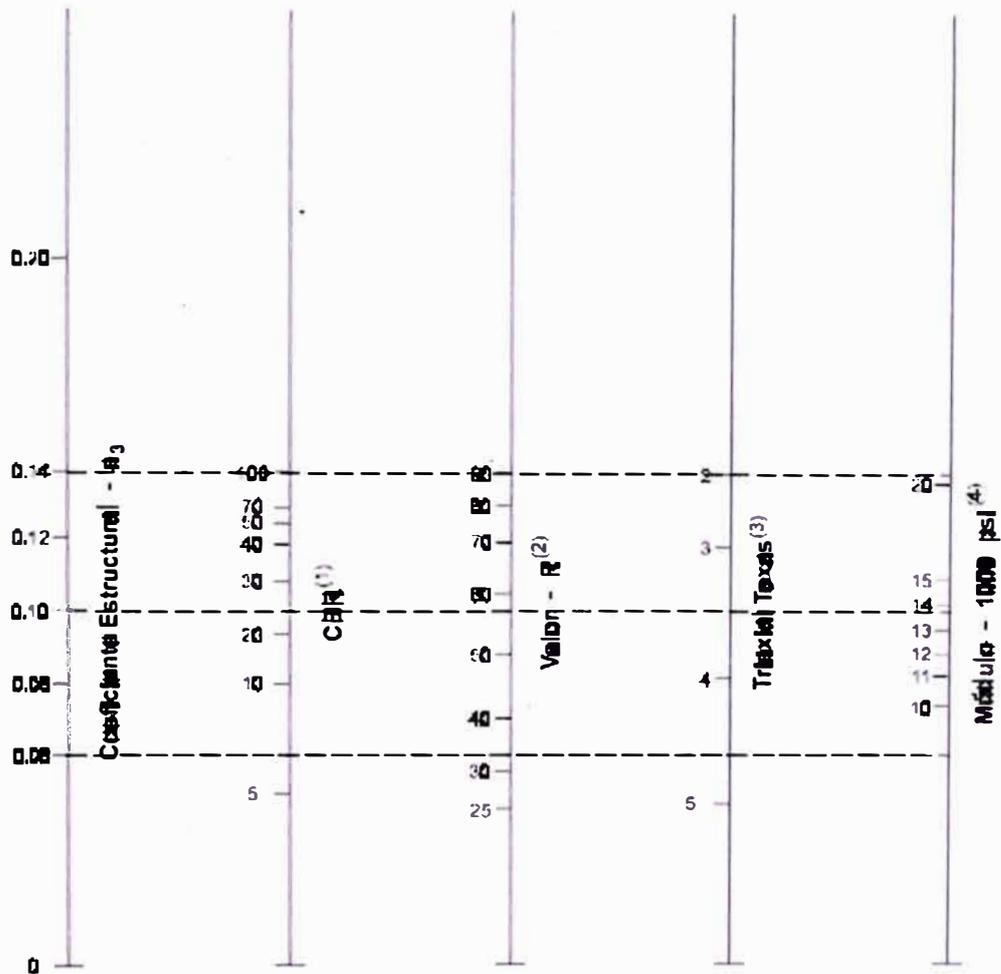


Figura II-2
Variación de los coeficientes de capa "a2", en bases granulares



- (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 proyecto (3) del NCHRP.

Figura II-3
Variación de los coeficientes de capa "a3", en sub-bases granulares



- (1) Escala derivada de correlaciones de Illinois.
- (2) Escala derivada de correlaciones obtenidas del Instituto del Asfalto, California, Nueva México y Wyoming.
- (3) Escala derivada de correlaciones obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto (3) del NCHRP.

2.1.5 Parámetros de Diseño

A. Número de repeticiones de ejes equivalentes (W_{18})

Para la guía AASHTO corresponde al EAL afectado por coeficientes que representan el sentido y el número de carriles que tendrá la vía.

$$W_{18} = D_D \cdot D_L \cdot EAL$$

Donde:

D_D : Factor de distribución direccional, por lo general se considera 0.50.

D_L : Factor de distribución por carril, esta dictado según el Cuadro II-4.

EAL: ejes equivalentes anual para el carril de diseño.

Cuadro II-4
Factor de distribución por carril

Número de líneas en cada dirección	Porcentaje para ejes de 8.2 tn en cada dirección
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

Fuente : AASHTO

B. Confiabilidad (R)

La confiabilidad se refiere al nivel de probabilidad que tiene una estructura de pavimento diseñada para durar a través del periodo de análisis.

La confiabilidad del diseño toma en cuenta las posibles variaciones de tráfico previsto así como en las variaciones del modelo de comportamiento AASHTO, proporcionando un nivel de confiabilidad que asegure que las secciones del pavimento duren el periodo para la cual serán diseñadas.

Según el Cuadro II-5 de la Guía de Diseño AASHTO, se muestra a continuación los niveles de confiabilidad.

Cuadro II-5
Niveles de Confiabilidad (R)

Clasificación Funcional	Nivel de Confiabilidad	
	Urbano	Rural
Autopista y Carreteras Interestatales	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias Principales	80 - 90	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Con el valor elegido de nivel de confiabilidad, elegimos la correlación correspondiente al valor de Z_R .

Cuadro II-6
Desviación Standard por confiabilidad (Z_R)
Correspondientes a niveles de Confiabilidad R (%)

Confiabilidad R (%)	Desviación Estándar Normal, Z_R
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Por otro lado se consideran los siguientes valores para la Desviación Standard Global (S_o)

Cuadro II-7
Desviación Standard Global (S_o)

S_o	Tipo de Pavimento
0.30 - 0.45	Pavimentos Rígidos
0.40 - 0.45	Pavimentos Flexibles

C. Módulo Resiliente

La representación del suelo de fundación en el diseño de estructuras es por medio del módulo de resiliencia (M_r) y por este factor se puede definir el tipo de pavimento que se colocará en la vía proyectada.

Es importante precisar que la obtención del módulo resiliente (módulo dinámico) es compleja por que no se tiene un número constante puesto que pueda variar según las condiciones climáticas o drenaje y esto hace variar los resultados de los diseños calculados. Así también cabe resaltar que debido a la complejidad y falta de equipos necesarios para realizar este ensayo se han obtenido relaciones matemáticas para relacionarlo al CBR de Subrasante (según Guía de Diseño AASHTO 2002), la expresión de conversión es la siguiente:

$$M_r (\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

La fórmula es válida para rangos amplio de CBR (entre 1% a 80%), y guarda relación según clasificación de suelos AASHTO o SUCS.

D. Serviciabilidad

De acuerdo a la Guía de Diseño AASHTO, se sugiere para Pavimentos Flexibles un Índice de serviciabilidad inicial $PSI_{\text{inicial}} = 4.2$ y el Índice de serviciabilidad final $PSI_{\text{final}} = 2.2$.

E. Índices estructurales

e.1) Coeficientes de aporte estructural.

Se hallarán los coeficientes de aporte estructural según esquemas. Ver Anexo B.

e.2) Coeficientes de drenaje.

En lo que respecta a los factores m_i , que toman en cuenta las condiciones de drenaje, se siguen las recomendaciones del método del diseño (ver Cuadro II-8, datos de la Guía AASHTO) que se presenta.

Cuadro II-8
Coefficientes de Drenaje

CARACTERISTICAS DE DRENAJE	AGUA ELIMINADA EN	Porcentaje de tiempo en el año ,que la estructura del Pavimento está expuesta a nivel de humedad próxima 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
Bueno	1 día	1.35 - 1.25.	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80
Pobre	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	No drena	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

2.2 **NORMATIVIDAD VIGENTE**

Actualmente se encuentra vigente en el Perú el “Manual de Diseño Geométrico de Carreteras” DG-2001 y las “Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras” EG-2000.

En el caso del Manual DG-2001, éste fue elaborado basándose en las normas AASHTO, las cuales han sido revisadas y acondicionadas a las características propias de nuestro país. Estos documentos han sido usados en este proyecto como guía para elaborar el expediente técnico que se detalla en el Capítulo III.

Cabe resaltar que también se encuentra disponible el “Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”, que como su nombre lo indica, da pautas muy simples y necesarias para poder hacer una diseño en consideraciones de poco tránsito.

Si bien es cierto que para el diseño de pavimentos hay diversos métodos actuales, hay dos que destacan:

- Método de la AASHTO,
- Método del Instituto del Asfalto.

El presente informe se basa en la metodología AASHTO, que mejor se adapta a nuestro medio, siendo recomendada y aceptada por las entidades gubernamentales del país.

2.3 CÁLCULOS DE DISEÑO

A continuación se detallarán los cálculos correspondientes a los datos del tramo de la carretera Cañete – Yauyos del Km. 57+900 al Km. 58+200.

2.3.1 Cálculos de ensayos geotécnicos

Los resultados de ensayos de los estudios geotécnicos, de canteras y fuentes de agua, se encuentran disponibles en el Anexo A del presente informe.

Se puede rescatar los valores de CBR de la subrasante al 95% y 100% de MDS, que son 8.8% y 10.7% respectivamente.

2.3.2 Cálculo de Tráfico

Para este estudio, se usará los resultados IMD de Tráfico Actual del Cuadro I-5. A su vez se ha considerado factores de corrección estacional para el mes de Agosto (según Anexo 3 de la Guía de Identificación, Formulación y Evaluación social de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de caminos vecinales a nivel de Perfil):

- Fce. vehículos ligeros: 1.04335788.
- Fce. vehículos pesados: 1.06602156

En el siguiente cuadro se ve un resumen de cálculo de ejes equivalentes anuales:

Cuadro II-9
Ejes Equivalentes Anuales

Tipo Vehículo	Tasa Crec. % r (2008-2018)	IMDA 2009	Factor de Carga *	t	(1+r) ⁿ⁻¹ /r	EAL ANUAL
Auto	2.2	62	0.0001	365	11.05	25.15
Camioneta	2.2	95	0.0001	365	11.05	38.37
C.R.	2.2	76	0.0001	365	11.05	30.52
Bus 2 Ejes	5.5	17	1.85	365	12.87	147,680.82
Camión 2 Ejes	5.5	28	2.75	365	12.87	367,567.27
Camión 3 Ejes	5.5	14	2	365	12.87	133,660.83
T2S3	5.5	13	4.35	365	12.87	264,283.91
T3S3	5.5	6	4.35	365	12.87	120,815.50
TOTAL		312				1,034,102.37

*Factores de carga, de promedios estadísticos de registros en la Carretera Panamericana Norte. (Recomendado por el "Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito", si no se contase con información censal)

2.3.3 Cálculo de Diseño de Pavimento

El cálculo para el diseño de pavimento se basa sobre la teoría y fórmulas ya conocidas y desarrolladas previamente, por lo que en este capítulo se mostrarán los resultados de los cálculos elaborados:

A. Numero de repeticiones de ejes equivalentes.

Considerando el valor de EAL del Cuadro II-4, obtenemos el siguiente resultado:

$$W_{18} = 0.5 \times 1 \times 1'034,102.37 = 5.17 \times 10^5$$

B. Confiabilidad.

Los valores para nuestro caso particular (ver Cuadro II-5) corresponderían a una vía local rural cuya confiabilidad varía entre 50 y 80, de acuerdo a la importancia de la vía se estima conveniente considerar un valor de $R = 80\%$.

Cabe mencionar que según el Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito indicaría considerar un $R=75\%$, esto debido al rango en que se encuentra nuestro W_{18} ($T3: 3 \times 10^5 - 6 \times 10^5$).

Usando el valor de $R = 80\%$ y validando el valor con el Cuadro II-6, se obtiene un valor de $Z_R = - 0.841$.

Asimismo del Cuadro II-7, se concluye un valor de $S_o = 0.45$.

C. Módulo Resiliente

Con el valor de $CBR = 10.7\%$, y por la fórmula mencionada en el capítulo 2.1.5. Se obtiene un valor de $M_r = 11,646.53$ psi.

D. Número estructural

El método AASHTO proporciona una expresión analítica que, dada su complejidad, para efectos prácticos es reemplazada por nomogramas.

Sin embargo, para efectos de cálculos computarizados la solución matemática de la fórmula dada en el capítulo 2.1.4 es sumamente útil.

Con todos los datos expuestos anteriormente, se obtiene el valor de $SN = 2.41$.

E. Diseño de la Estructura del Pavimento

e.1 Coeficiente de Aporte Estructural

Se ha considerado para los factores de "ai", los siguientes coeficientes de aporte estructural, en base a los diagramas comparativos con respecto al CBR de la capa a colocar, dando los resultados que se indican a continuación:

Cuadro II-10
Coeficientes de Aporte Estructural "ai"

Tipo de Pavimento	Propiedad Física	Coeficiente (/pulg.)*
a1. Concreto asfáltico Convencional	(Estabilidad min. 10KN)	0.42
a2. Base Granular (nueva)	(CBR 100%)	0.14
a3. Sub Base Granular (nueva)	(CBR 40%)	0.12

* Se hallaron según esquemas de AASHTO. Ver Figura II-2 y Figura II-3

e.2 Coeficiente de Drenaje

De acuerdo a las condiciones particulares del presente caso, los suelos granulares aseguran un drenaje relativamente bueno, con lluvias moderadas, un bombeo de 2% mínimo y pendiente moderada, se ha adoptado los siguientes valores:

Cuadro II-11
Coeficientes de Drenaje

Coeficientes de Drenaje	m_i
m2. Coeficiente de drenaje Base	1.1
m3. Coeficiente de drenaje Sub Base	1.1

Respetando los espesores mínimos constructivos, y dando valores a la fórmula estructural de pavimento se obtiene los siguientes valores, para un SN=2.41:

- Carpeta asfáltica : 2 pulgadas.
- Base : 6 pulgadas.
- Sub-base : 6 pulgadas.

3.0 CAPITULO III: EXPEDIENTE TÉCNICO

El presente capítulo se desarrollará las partidas a nivel de expediente técnico correspondientes al pavimento diseñado para la carretera Cañete – Yauyos del Km. 57+900 y Km. 58+200.

3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

3.1.1 Ubicación y Descripción del Proyecto

El presente proyecto que es un tramo de la Carretera Cañete – Yauyos, que une las regiones de Lima y Junín, está comprendido en las progresivas Km. 57+900 al Km. 58+200, geográficamente está ubicado en la región de la Sierra a una altura sobre el nivel del mar de aproximadamente 1100 m.s.n.m.

El clima es templado cálido, con esporádicas precipitaciones que se presentan eventualmente en los meses de verano. Los vientos son relativamente suaves. En lo que respecta a la humedad, ésta varía en la época de invierno de 60° a 90° de humedad relativa, disminuyendo ostensiblemente en el verano. La temperatura oscila en el invierno entre los 14° a 22°, llegando en el verano a temperaturas de hasta 29° y 30° centígrados.

La zona presenta una topografía accidentada, el relieve topográfico es empinado por tramos y colinoso en las partes bajas presentando gradientes moderadas, ocupa las laderas y paredes de los valles interandinos.

La plataforma actual del tramo: Cañete – Yauyos del Km. 57+900 y Km. 58+200 conformada por una capa de afirmado, está compuesta por suelos estables (gravas, arenas y finos).

3.1.2 Estudios geotécnicos, de canteras y fuentes de agua

Para los estudios de suelos, materiales de las canteras y fuentes de agua, se han realizado trabajos de campo, laboratorio y gabinete, con la finalidad de

procesar, identificar e interpretar cada uno de los resultados, los cuales formarán parte de la estructura del pavimento para el mejoramiento de la carretera.

Asimismo de la evaluación de campo se ha observado la falta de un buen sistema de drenaje, el cual puede afectar la subrasante y la estabilidad de taludes.

En el Anexo B se podrá encontrar los resultados de los estudios y ensayos realizados.

3.1.3 Diseño de Pavimento

La memoria descriptiva del diseño de pavimento, es igual a lo desarrollado al capítulo 2.1.4 y 2.1.5, por lo que sólo se expondrá el resultado de la estructura del pavimento:

- Carpeta asfáltica : 2 pulgadas.
- Base : 6 pulgadas.
- Sub-base : 6 pulgadas.

3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En el Anexo C se definen las especificaciones técnicas referente al pavimento diseñado.

3.3 COSTOS Y PRESUPUESTOS

3.3.1 Planilla de Metrados

Los metrados fueron medidos según las indicaciones dadas en las especificaciones técnicas. Para el cálculo de los metrados se usaron los espesores obtenidos en el calculo, y el diseño geométrico que se muestra en el plano del Anexo A.

Cabe resaltar que un presupuesto de obra tiene diferentes partidas, pero en este caso particular solo se informará las referentes al propio pavimento como tal.

Cuadro III-1
Planilla de metrados

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und.	Longitud (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Subtotal
1	Pavimento					
1.1	Sub-base granular	m3	295.00	6.60	0.15	296.72
1.2	Base granular	m3	295.00	6.60	0.15	296.72
1.3	Imprimación	m2	295.00	6.60		1,947.00
1.4	Carpeta asfáltica	m3	295.00	6.60	0.05	98.91
2.4	Cemento asfáltico	kg	98.91		142.11	14,055.70
3.4	Asfalto Diluido	Lt	1,947.00		1.20	2,336.40
4.4	Filler mineral	kg	98.91		56.62	5,600.00

3.3.2 Presupuesto de Obra

i) Costos Directos

Los Costos Directos son aquellos que se invierten en obras físicas y se miden a través de los precios unitarios por la cantidad de metrado de las partidas definidas.

ii) Costos Indirectos

Son todos los costos diferentes de los materiales directos y la mano de obra directa que se incurren para producir un producto. No son identificables o cuantificables con los productos terminados.

Dentro de estos podemos identificar los Gastos generales y la Utilidad.

A. Gastos generales

Los gastos generales que conformaran el presupuesto de obra, serán analizados de acuerdo a las necesidades de la misma y que resultaran ser:

Gastos generales fijos

Integrados por los siguientes cargos:

- Campamentos de obra.

- Seguros.
- Liquidación de obra.
- Impuestos y timbres.
- Gastos diversos.

Gastos generales variables

Que corresponden a:

- Costos de la dirección técnica y administrativa de la obra, conformada por los sueldos y remuneraciones del personal profesional técnico, administrativo y auxiliar a utilizar en la ejecución de la obra. Estos costos incluirán los cargos por Beneficios sociales.
- Gastos de movilización y desmovilización del personal.
- Gastos administrativos de la oficina central y costos del personal del contratista que interviene directamente en la obra y que no ha sido cargado ni en los precios unitarios ni en los gastos fijos. Los sueldos y remuneraciones serán igualmente afectados de los beneficios sociales.
- Costos de equipo no incluidos en los costos directos, tales como camionetas, grupo electrógeno para el campamento, equipos de laboratorio, de comunicación, computo, topografía, etc.
- Gastos financieros y seguros conformados por los costos de las cartas de fianzas que debe entregar el contratista.

En este proyecto se ha considerado que los gastos generales sean un 10% del costo directo.

B. Utilidad

La utilidad se define como la ganancia neta del contratista al hacer el producto o servicio.

En este proyecto se ha considerado que la utilidad sea un 10% del costo directo.

A continuación les mostramos el presupuesto de las partidas del pavimento estudiado

Figura III-1
Presupuesto de Pavimento
(En Nuevos Soles)

Presupuesto

Presupuesto **CARRETERA CAÑETE YAUYOS DEL KM 57+900AL 58+200**
Subpresupuesto **001 CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 57+000 AL 57+300**

Cliente **Ministerio de Transportes y Comunicaciones** Costo al **26/11/2008**
Lugar **LIMA - CAÑETE - ZUÑIGA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PAVIMENTO FLEXIBLE				89,184.81
01.01	SUB BASE Y BASE				25,979.67
01.01.01	SUB BASE GRANULAR	m3	296.72	38.31	11,368.17
01.01.02	BASE GRANULAR	m3	296.72	49.24	14,611.50
01.02	PAVIMENTO ASFÁLTICO				63,205.14
01.02.01	IMPRIMACION ASFÁLTICA	m2	1,947.00	0.87	1,693.89
01.02.02	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO CALIENTE (MAC)	m3	98.91	164.63	16,283.55
01.02.03	CEMENTO ASFALTICO DE PENETRACIÓN 85-100	kg	14,055.70	2.40	33,733.68
01.02.04	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	lt	2,336.40	3.05	7,126.02
01.02.05	FILLER MINERAL (CAL HIDRATADA)	kg	5,600.00	0.78	4,368.00
	COSTO DIRECTO				89,184.81
	GASTOS GENERALES			10%	8,918.48
	UTILIDAD			10%	8,918.48
	SUBTOTAL				107,021.77
	IMPUESTO (IGV)			19%	20,334.14
	TOTAL PRESUPUESTO				127,355.91

SON : CIENTO VEINTE SIETE MIL TRESCIENTO CINCUENTA Y CINCO Y 91/100 NUEVOS SOLES

3.3.3 Análisis de Precios Unitarios

Los precios unitarios se calcularon mediante un análisis bien detallado el cual se realizó con la aplicación de un programa de costos en el que se considero las características de la obra específicamente el lugar o zona a desarrollarse la ejecución del proyecto. Los precios unitarios se caracterizan por presentar tres rubros principales: Mano de Obra, Materiales y Equipos

A. Mano de Obra

El costo de la mano de Obra está determinado por categorías como: Capataz, Operario, Oficial y Peón.

Para la ejecución de las partidas se considerara los precios vigentes del costo de la mano de Obra en el territorio Nacional. El costo de la Mano de Obra es la sumatoria de los siguientes rubros que están sujetos a las disposiciones legales vigentes:

- Jornal Básico Comprende la remuneración Básica.
- Leyes Sociales.
- Bonificación Unificada de Construcción (BUC).
- Bonificación por Movilidad Acumulada.

Categorías de los trabajadores

Operario

Albañil, carpintero, herrero, electricista, gasfitero, plomero, almacenero, chofer, mecánico y demás trabajadores calificados en una especialidad en el ramo. En esta misma categoría se consideran a los maquinistas que desempeñan las funciones de los operarios mezcladores, concreteros, wincheros, etc.

Oficial o Ayudante

Los trabajadores que desempeñan las mismas ocupaciones, pero que laboran como ayudantes del operario que tenga a su cargo la responsabilidad de la tarea

que no hubieran alcanzado plena calificación en la especialidad, en esta categoría también se incluyen los guardianes.

Los trabajadores no calificados que son ocupados indistintamente en diversas tareas de la construcción.

Capataz

En lo referente a los capataces se denominará Capataz “A” al encargado de realizar todo tipo de trabajo a excepción de los trabajos de movimientos de tierras y uso de explosivos, de lo cual se encargará el Capataz “B”.

B. Materiales

El costo de los Materiales necesarios a utilizar para el mejoramiento Vial de la Carretera Panamericana Sur tramo Puente Montalvo – Puente Camiara, son componentes básicos dentro de un análisis de Costos Unitarios. El costo utilizado es de material puesto en Obra que incluirá los siguientes rubros:

Precio del Material en el centro abastecedor.

Los Precios de materiales, será aquella que se tome del costo en fabrica sin incluir el I.G.V.

Costo de Flete

Flete es el costo del Transporte desde el centro abastecedor hasta el almacén de la Obra, como se indica en el cálculo de flete.

Costo de Almacenamiento

El presente es el de almacenar, el cual es un servicio auxiliar en la construcción y mejoramiento de la presente carretera, sus deberes serán como:

- Recibir, para salvaguarda y protección, todos los materiales necesarios para el mejoramiento de la Vía.

- Proporcionar materiales y suministros, mediante solicitudes autorizadas por el Ingeniero Residente.
- Llevar los registros de almacén necesarios.
- Hacerse cargo de los materiales en el curso de la construcción.
- Mantener el almacén limpio y en orden, teniendo un lugar para cada cosa y manteniendo cada cosa en su lugar.

Se considerara el costo de almacenamiento en un monto no mayor del 2% del costo del material.

Mermas

Merma es la porción de un material que se consume naturalmente. Desperdicios son pérdidas irrecuperables e inutilizables de los materiales, desechos. Se presentan en el proceso de transporte desde el centro abastecedor hasta el almacén de la obra, en el proceso constructivo, etc., en fin son costos que serán considerados dentro del costo del material. Se considerara el costo de mermas en un monto no mayor del 5% del costo del material que le requiera.

C. Equipo Mecánico

El equipo es un elemento muy importante, ya que tiene una gran incidencia en el costo del proyecto, sobre todo en lo que se refiere a las actividades de movimiento de tierras y pavimentos.

Para calcular el costo de alquiler horario de los equipos hay que tener presente dos elementos fundamentales:

- Costo de Posesión
Donde se incluye las depreciaciones, intereses, capital, obligaciones tributarias, seguros, etc.
- Costo de Operación

Donde se incluye combustibles, lubricantes, filtros, neumáticos, mantenimiento, operador y elementos de desgaste.

Los Costos de Alquiler, horario del equipo mecánico, que se utilizaran para el desarrollo del presente proyecto se cotizaran en el mercado nacional.

Para obtener el costo de materiales de cantera se efectuaran sub-análisis como la determinación:

- Costos de Extracción y Apilamiento, se afectara con el rendimiento de la maquinaria de acuerdo a su ubicación o región y rendimiento de la cantera, para cada tipo de material granular a elaborar.
- Costo de Carguío, desde la Cantera a las plantas de procesamiento. Se considerara la distancia media respectiva.
- Costo de Transporte de la Cantera a las plantas de procesamiento y Transporte hacia la obra.
- Costo del Zarandeo y Chancado, de acuerdo al caso que se presente.

Herramientas

Se refiere a cualquier utensilio pequeño que va a servir al personal en la ejecución de trabajos simples y/o complementarios a los que se hace mediante la utilización de equipo pesado.

Dado que el rubro Herramientas en un análisis de Costos Unitarios es difícil determinarlo, además de que incide muy poco, en el presupuesto se considerara un porcentaje del 5% de la mano de Obra.

En el anexo D se muestran los análisis de precios unitarios de las partidas mencionadas.

3.3.4 Cronograma de Desembolsos

Los pagos de las valorizaciones de las partidas antes mencionadas se presentaran de acuerdo al siguiente cronograma de pagos valorizados.

Cuadro III-2
Cronograma Valorizado y Desembolsos

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL	SEMANA 1	SEMANA 2
01.01	Sub-base y Base	25,979.67	0.00	25,979.67
01.01.01	Sub-base granular	11,368.17		11,368.17
01.01.02	Base granular	14,611.50		14,611.50
01.02	Pavimento asfáltico	63,205.14	13,493.47	49,711.67
01.02.01	Imprimación asfáltica	1,693.89		1,693.89
01.02.02	Pavimento de concreto asfáltico caliente (mac)	16,283.55		16,283.55
01.02.03	Cemento asfáltico de penetración 85-100	33,733.68	13,493.47	20,240.21
01.02.04	Asfalto diluido tipo mc-30	7,126.02		7,126.02
01.02.05	Filler mineral (cal hidratada)	4,368.00		4,368.00
COSTO DIRECTO		89,184.81	13,493.47	75,691.34
GASTOS GENERALES (10% DEL COSTO DIRECTO)		8,918.48	1,349.35	7,569.13
UTILIDAD (10% DEL COSTO DIRECTO)		8,918.48	1,349.35	7,569.13
SUBTOTAL		107,021.78	16,192.17	90,829.61
IMPUESTO (IGV 19% DEL SUBTOTAL)		20,334.14	3,076.51	17,257.63
TOTAL		127,355.91	19,268.68	108,087.24

3.4 PROGRAMACIÓN

En el anexo E se adjunta el cronograma correspondiente al pavimento diseñado en el presente informe.

Para el presente cronograma se esta teniendo en cuenta la colocación del pavimento como tal, luego de las demás actividades previas para el mismo y fuera de cualquier actividades complementarias y/o paralelas de la obra.

CONCLUSIONES

- El tramo comprendido entre las progresivas 57+900 a la 58+200 de la carretera Cañete-Yauyos requiere de un mejoramiento para elevar el nivel de transitabilidad de la vía. De esta manera podría funcionar como una vía alternativa a la Carretera Central para llegar hasta Huancayo.
- Del análisis del perfil se deduce que este proyecto no es viable, debido a que los indicadores económicos VAN y TIR salieron ambos negativos. Pero de modo académico se desarrolló el diseño de pavimento de la Alternativa 1, menos costosa.
- El valor de IMD actual es de 252 vehículos/día (obtenido en campo). Este valor fue utilizado hacer el cálculo del estudio de tráfico, del cual se obtuvo el número de repeticiones de ejes equivalentes (W_{18}) de 5.17×10^5 .
- Teniendo distintos criterios para elegir la confiabilidad, se eligió el valor máximo del Cuadro II-5, ($R = 80\%$), considerando que la carretera tiene una vital importancia en el futuro y forma parte del Plan Intermodal 2003-2004.
- En los ensayos de CBR del terreno se obtuvieron los resultados de 10.7% (100% MDS) y de 8.8% (95% MDS); por lo que se puede decir que es una subrasante regular, y de donde para un $CBR=10.7\%$ se halló un $M_r = 11,646.53$ psi
- Se calculó que el valor de número estructural (SN) es igual a 2.41, el mismo que nos permitió concluir en un diseño de: Sub-base de 6", Base de 6" y Carpeta asfáltica de 2". Para esto se tomó en consideración los espesores mínimos permitidos, ya que se obtenían menores valores mediante el cálculo.

RECOMENDACIONES

- Para los requerimientos económicos actuales, el proyecto no es viable, y se debe tener en cuenta que para colocar una carpeta asfáltica, éstas deben hacerse en conjunto con las obras de drenaje y de arte que puedan darle una correcta vida útil al pavimento. Por lo que se recomienda continuar con el programa “Proyecto Perú” hasta que se logre un IMD adecuado para hacerlo factible de mejoramiento.
- Se recomienda que las obras de arte y drenaje proyectadas tengan un mantenimiento rutinario y periódico para evitar arruinar el diseño de la vía. El mantenimiento rutinario puede ser realizado cada año y el mantenimiento periódico cada 5 años.
- Se recomienda usar, la fórmula de relación entre CBR y Mr de la Guía AASHTO 2002, que se basa en investigaciones más actualizadas de correlación, que la de la Guía AASHTO 1993.
- Finalmente se recomienda que de continuar con el actual pavimento a nivel de afirmado, habría que preocuparse por mejorar las obras de drenaje existentes, hacer mantenimiento del afirmado, proteger las posibles zonas críticas y colocar una adecuada señalización a la vía.

BIBLIOGRAFÍA

AASHTO (1993) *Guide for the Design of Pavement Structures, AASHTO-93*. USA.

AASHTO (2002) *Guide for Mechanistic-Empirical Design of new and rehabilitated pavement structures*. USA.

Germán Vivar R. (1995) "Diseño y Construcción de Pavimentos." Colección del Ingeniero civil. Lima

Melchor, José. (2008). *Apuntes del Curso de Titulación – Pavimentos*. Lima.

Ministerio de Economía y Finanzas (1997). "Guía de Identificación, Formulación y Evaluación social de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de caminos vecinales a nivel de Perfil", Lima.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2000). *Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2000)*. Lima.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2001), "Manual del Diseño Geométrico de las Carreteras (EG - 2001)", Lima.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2005). *Estudio Plan Intermodal de Transportes*. Lima.

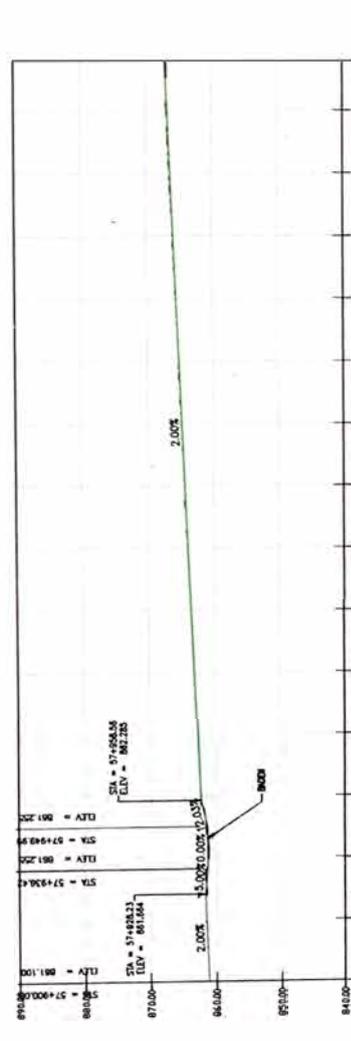
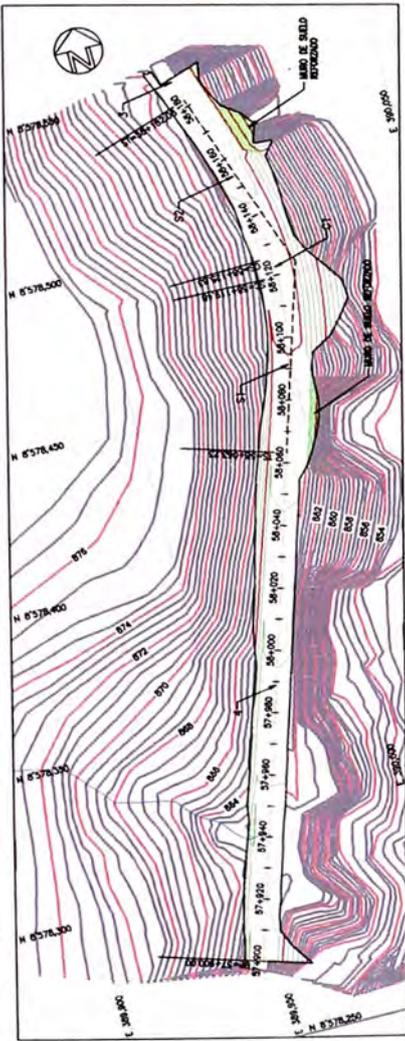
Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito*. Lima.

ANEXOS

ANEXO A	PLANOS
ANEXO B	ESTUDIO GEOTÉCNICO, DE CANTERA Y AGUA
ANEXO C	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
ANEXO D	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ANEXO E	PROGRAMACIÓN DE OBRA
ANEXO F	FOTOS

ANEXO A

PLANOS GENERALES



LEGENDA

- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE
- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE
- ALINEAMIENTO DE LA CARRETERA
- QUEBRADA INTERMITENTE

TABLA DE TRAMOS EN TANGENTE

ELEMENTO	LONGITUD	DIRECCION	PUNTO INICIO	PUNTO FINAL
3	13.64	H75° 01' 02.24" P	(300003.14.027946.17)	(300003.14.027946.27)
4	10.33	H77° 00' 14.50" P	(300003.14.027946.20)	(300003.14.027946.31)

TABLA DE TRAMOS EN CURVA

ELEMENTO	INICIO	DIRECCION DE CURVA	PUNTO INICIO	PUNTO FINAL
C1	100	43.3	H67° 55' 48.99" P	(300003.14.027946.21)

TABLA DE TRAMOS EN ESPIRAL

ELEMENTO	A	FIN	LONGITUD	DIRECCION INICIO	PUNTO INICIO	PUNTO FINAL
S1	75.00	H75° 00' 16.50" P	58.200	H77° 00' 14.50" P	(300003.14.027946.21)	(300003.14.027946.21)
S2	75.00	H75.00	58.200	H67° 55' 48.99" P	(300003.14.027946.40)	(300003.14.027946.100)

PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA: 1m = 20m (Elevación) / 1m = 100m (Estación)

ESTACION	ELEVACION	TIPO DE TERRENO	ALICATA
57+000.00	861.10	PENDIENTE	
57+000.00	861.10	COTA SUB-INSANTE	
57+000.00	861.10	COTA TERRENO	
57+000.00	861.10	ALICATA	
57+000.00	861.10	RELEVANTE	

- NOTAS:**
- LA TOPOGRAFIA FUE OBTENIDA CON SECCIONES LONGITUDINALES CON UN ESPACIO DE 20 M Y SECCIONES TRANSVERSALES CON UN ESPACIO DE 10 M. SE TOMARON COMO PUNTO DE REFERENCIA Y EL USO DE LA ESCALA DE 1:2000. SE TOMARON COMO PUNTO DE REFERENCIA Y EL USO DE LA ESCALA DE 1:2000.
 - LA LINEA DE ALIENACION Y LA LINEA DE SERVIDUMBRE SE DETERMINARON CON EL FIN DE CLARIFICAR LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA EL TRAMO EN ESTUDIO.
 - EL SISTEMA DE COORDENADAS USADO FUE PROYECCION UTM ZONA 18 S, DATUM WGS84.
 - LA ESCALA DEL PERFIL LONGITUDINAL ESTA CLASIFICADA EN DOS VERTICES LA ESCALA HORIZONTAL CON EL PROPOSITO DE VISUALIZAR MEJOR EL PERFIL.
 - ESTE DISEÑO SE VERA COMO RELEVANTE A NIVEL DEL PUNTO DE

PROYECTO:	MONUMENTO DE LA CARRETERA CABETE - YAUJA	ESCALA: GENERAL: OCT. 2000 PLANO N°
PROYECTISTA:	PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	ESCALA: GENERAL: OCT. 2000 PLANO N°
UBICACION: Km 57+000.00 - Km 58+200.00		PROY.:

ANEXO B

ESTUDIO GEOTÉCNICO, DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

ESTUDIO GEOTECNICO, DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

1. Estudio de suelos

1.1 Objetivo

Investigar los suelos que se presentan a lo largo del trazo de la carretera, identificar los sectores críticos, así como encontrar canteras de materiales y fuentes de agua.

1.2 Descripción de los trabajos de campo

Los trabajos se ejecutaron los días 06 y 07 de septiembre del 2008, iniciándose con un reconocimiento de la zona, seguido de la exploración del terreno a través de la excavación de calicatas y toma de muestras, las mismas que serán trasladadas a Lima para la realización de los ensayos de suelo correspondientes.

1.2.1 Excavación de calicatas

Se realizaron 02 excavaciones manuales a cielo abierto (calicatas), las mismas que se realizaron sobre el lado derecho de la vía, alcanzando una profundidad de 1,50 m, en ambas.

En cada una de las excavaciones se realizó la descripción del perfil, teniendo en cuenta el tipo de suelo, materia orgánica, porcentaje de partículas mayores a 3", humedad, plasticidad y densidad. De una de las calicatas se extrajo una muestra, la cual fue identificada convenientemente y embalada en bolsa de polietileno y que posteriormente fue remitida al laboratorio; donde se efectuaron los ensayos estándar de Clasificación de Suelos, ensayos de compactación, California Bearing Ratio (CBR) y Peso Unitario.

Adicionalmente se realizó una trinchera sobre el sector crítico (Km 58+170), de la cual se extrajo una muestra inalterada, la cual fue sometida al ensayo de corte directo, a fin de conocer los parámetros de resistencia de ese suelo (cohesión y fricción).

Al finalizar la exploración y la toma de muestras, en cada uno de los puntos identificados, se procedió a rellenar la excavación.

Cuadro N°B.1

Relación de calicatas y número de muestras extraídas

Progresiva	Sondeo	Muestra
58+030	C - 01	M - 1
58+195	C - 02	--
58+170	T - 01	M - 1

1.3 Ensayos de laboratorio

Con las muestras de suelo que se obtuvieron de la calicata y trinchera, se realizaron ensayos estándar y de compactación, con los cuales se identifican los tipos de suelos, se determina sus constantes físicas-mecánicas y propiedades de capacidad de soporte.

Los ensayos de laboratorio fueron realizados en el Laboratorio de CESEL S.A. instalado en la ciudad de Lima, siguiendo las normas vigentes.

<i>Ensayos</i>	<i>Norma</i>
Análisis granulométrico por tamizado	MTC E-107
Límite líquido y Límite plástico	MTC E-110, E-111
Contenido de humedad	MTC E-108
Clasificación SUCS	ASTM D-2487
Clasificación AASHTO	AASHTO M-145
Peso Unitario de Suelo	ASTM D-2937
Proctor Modificado	MTC E-115
California Bearing Ratio (CBR)	MTC E-132
Corte directo	ASTM D-3080

1.4 Resultados de los ensayos de laboratorio

Los cuadros resumen han sido elaborados en función a los resultados de los ensayos de laboratorio. El Cuadro N° B2 presenta el resumen de los ensayos estándar de clasificación de suelos realizados en los tres tramos. El Cuadro N° B3 presenta el resumen de los ensayos de compactación (proctor modificado) y California Bearing Ratio (CBR) realizados en los tres tramos. El Cuadro N° B4 presenta el resumen de los ensayos de Peso Unitario y Densidades Natural realizados.

Cuadro N°B2

Resumen de los ensayos de clasificación

Calicata	Ubicación	Prof.	Características del material								
			LL	LP	% W	% que pasa por malla				Clasificación	
						# 4	#10	# 40	# 200	AASHTO	SUCS
C - 1	58+030	0,20-1,50	19	—	11,2	94,8	92,4	85,1	13,5	A-2-4(0)	SM

Cuadro N°B3

Resumen de los ensayos de compactación y CBR

Calicata	Ubicación	Clasificación		Proctor Modificado		CBR	
		AASHTO	SUCS	MDS	OCH	95% MDS	100% MDS
C - 1	Km 58+030	A-2-4(0)	SM	1,738	18,65	8,8	10,7

Cuadro N°B4

Resumen del ensayo de peso unitario

Calicata	Ubicación	Peso Unitario (gr/cm ³)
T - 1	Km 58+170	1,73

Cuadro N°B5

Resumen del ensayo de corte directo

Calicata	Ubicación	Cohesión (c) Kg/cm ²	Fricción (°)
T - 1	58+170	0,20	32

1.5 Descripción del tramo investigado

El tramo se encuentra en el distrito de Zuñiga, entre los km 57+900 y km 58+200 de la carretera que une las ciudades de Cañete y Yauyos, todo dentro del departamento de Lima; el sector aledaño está conformado por terrenos agrícolas que corresponde a la zona llamada Campanahuasi. Se aprecia que la carretera existente se encuentra a nivel de afirmado; debido al tipo de material que lo conforma y las condiciones climáticas de la zona, se encuentra en regular estado de conservación, los taludes superiores son de ligera pendiente (cultivos de maíz) y los taludes inferiores son de pendiente pronunciada, identificándose un sector crítico.

Perfil estratigráfico

La carretera existente presenta una cobertura de material de lastrado grava arcillosa de 0,25 m de espesor, actualmente se encuentra en regular estado; esta capa se sobre la sub rasante que está compuesta por un suelo areno limoso (SUCS: SM, AASHTO: A-2-4(0)), húmedo, de color marrón y compacidad media, hay presencia de raicillas hasta los 0.50m de profundidad, la presencia de gravas es escasa. No se encontró nivel freático hasta la profundidad explorada, la presencia de humedad es debido al riego de los terrenos de cultivo aledaño a la vía.

Propiedades del Suelo

Para obtener la densidad natural se realizaron los ensayos de Peso Unitario a una muestra inalterada obtenida sobre el talud inferior. Bajo la plataforma existente (subrasante) se realizaron ensayos proctor y CBR.

Zonas Críticas

Se ha identificado un sector crítico en la progresiva km 58+170, en la cual ha ocurrido una falla en el talud inferior a la vía, según comentario de los pobladores de la zona por acción del movimiento sísmico de gran intensidad sucedido el 2007 en la provincia de Pisco; debido a esto, la plataforma ha sufrido disminuciones en el ancho de su plataforma, como una posible solución sugiere colocar un sistema de suelo reforzado.

1.6 Análisis de estabilidad de los taludes

Los análisis de estabilidad se realizaron en la sección crítica y en una sección típica y representativa del terraplén propuesto para la nueva vía.

Estimación de parámetros de resistencia

Para la estabilidad del talud crítico se empleará los parámetros obtenidos en el ensayo de corte directo, así mismo este talud será considerado como la fundación del terraplén, cuyos parámetros son asumidos puesto que corresponden a valores típicos de materiales clasificados. La sección típica del talud del terraplén es 1:1.5 (V:H) según las recomendaciones encontradas en las normas para diseño de carreteras del MTC.

El siguiente cuadro se muestra los valores adoptados como parámetros de resistencia.

Cuadro N°B6
Parámetros de resistencia

Material	Angulo de Fricción (°)	Cohesión (c) Kpa
Relleno clasificado del terraplén	35	10
Terreno de Fundación (talud natural)	32	20

Determinación de los factores de seguridad

El análisis de estabilidad se realizó mediante el uso del programa SLIDE 5.0, bajo los modos estáticos y pseudo estáticos, para este último se considera un valor de aceleración igual a 0,22g, este valor fue determinado considerando la mitad de la aceleración máxima para la zona, según lo que se indica en el mapa de iso-aceleraciones publicada por Alva (1993), ver figura N°B1.

El siguiente cuadro muestra en resumen los factores de seguridad (F.S.) obtenidos, se considera al talud como estable, a aquellos que presenten valores de F.S. mayor o igual a 1.

Cuadro N°B7

Factores de seguridad en taludes

Progresiva	Factores de seguridad	
	Estático	Pseudo estático
58+170	1,28	0,98

Cuadro N°B8

Factores de seguridad en terraplenes

Progresiva	Factores de seguridad	
	Estático	Pseudo estático
58+070	2,39	1,64
58+110	2,13	1,47

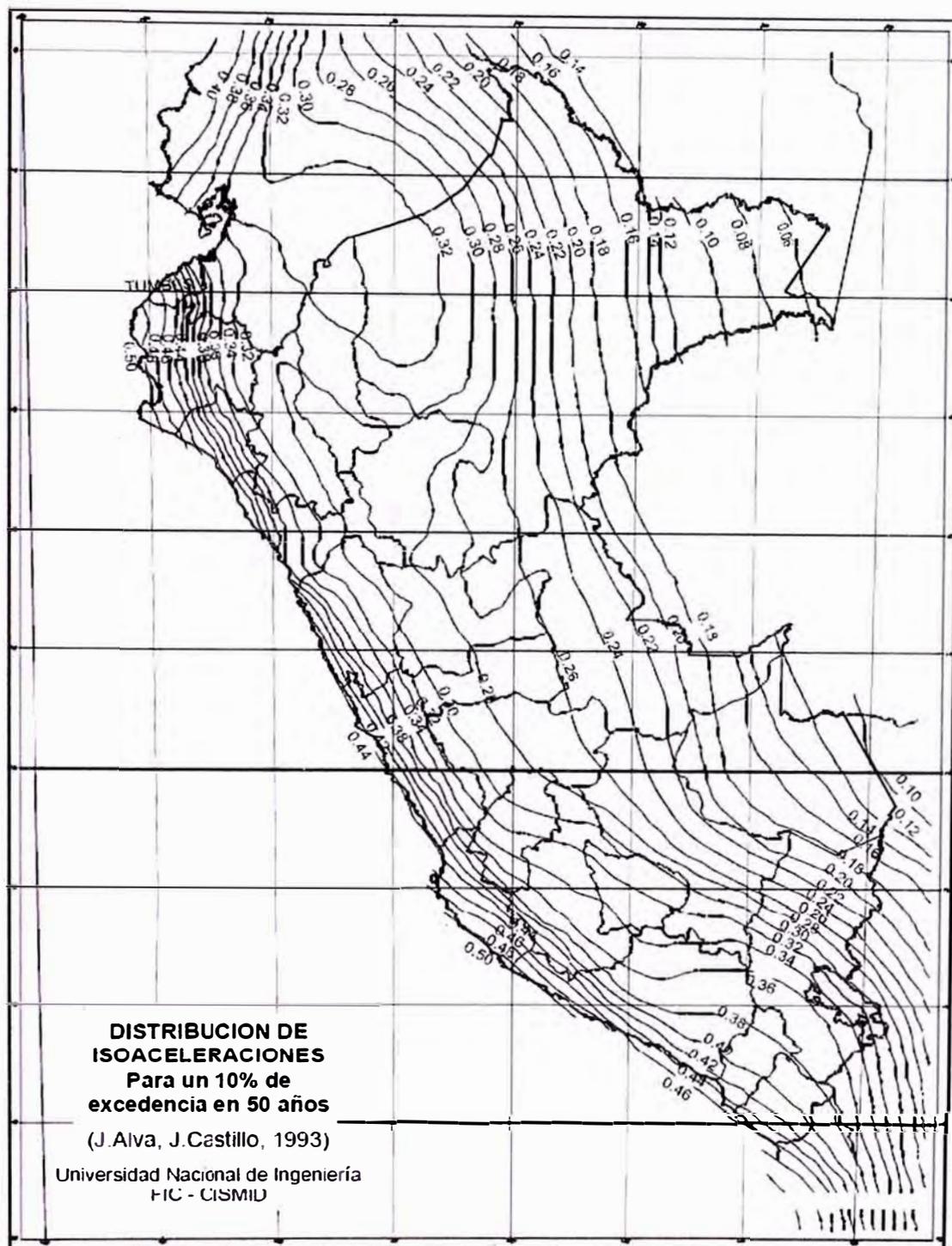


Figura N°B1.- Distribución de isoaceleraciones

ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

2.1 Objetivo

El estudio de Canteras y Fuentes de Agua tiene por objetivo la ubicación, evaluación y determinar la composición física y de calidad de los materiales, con el fin de definir los usos y tratamiento para ser utilizadas en la construcción de la carretera.

2.2 Investigación de Campo

2.2.1 Exploración

Se ha realizado primeramente un reconocimiento de campo en lugares circundantes a la franja del Proyecto, fijando áreas donde existan materiales cuyas características son aparentes para su explotación y por consiguiente para su empleo en la construcción de la carretera.

En la exploración se han ubicado 02 canteras principales para la producción de materiales para sub base y base granular, agregados para mezcla de concreto cemento Pórtland, 01 cantera para enrocado y 06 canteras para relleno. A continuación se presenta la relación de canteras evaluadas.

- **Cantera Zuñiga: material de lecho de río (principal)**
- **Cantera Callanga: material de cerro (relleno)**

2.2.2 Excavación de Calicatas

En cada cantera se ha realizado 01 calicata de 1,50m de profundidad; de igual modo se procedió con la cantera de cerro, se excavo 01 trinchera en el corte existente para determinar el tipo de material.

En cada calicata excavada se realiza la clasificación de fragmentos gruesos mediante una selección manual de los materiales correspondientes a bolones,

cantos y del material mayor de 2", obteniéndose una distribución cuantitativa. Considerando que el material útil será de tamaño menor o igual a 2", se determina el valor cuantitativo del volumen de material menor de 2", así como también, el tamaño máximo del material presentado en la cantera.

En cada calicata excavada, se realizó el registro del perfil estratigráfico, describiendo el tipo de material encontrado: clasificación técnica; forma del material granular; color; porcentaje estimado de bolonería y presencia de material orgánico; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad. Y de cada calicata se extraen muestras alteradas representativas para su evaluación en el laboratorio.

2.2.3 Levantamiento topográfico

Se han tomado puntos mediante un navegador GPS a fin de estimar el área de la cantera, así como se ubicó también la ubicación y longitud de los accesos. Los planos se pueden apreciar en el anexo correspondiente.

2.3 Ensayos de Laboratorio

Con el objeto de determinar las características, propiedades y calidad del material, así como el uso del material de cada cantera, con las muestras disturbadas extraídas en la investigación de campo se realizaron ensayos de clasificación y de calidad en laboratorio, considerando las normas técnicas vigentes. El cuadro B9 resume los ensayos a realizar para el estudio de canteras y la norma correspondiente.

Cuadro N° B9

Relación de ensayos de laboratorio para el estudio de canteras

Ensayo	Norma
Contenido de humedad	MTC E-108
Análisis granulométrico por tamizado	MTC E-107
Límites de consistencia	MTC E-110, E-111
Equivalente de arena	MTC E-114
Gravedad específica y absorción del agregado fino	MTC E-205
Gravedad específica y absorción del agregado grueso	MTC E-206
Partículas chatas y alargadas	MTC E-221
Partículas con una o dos caras Fracturadas	MTC E-210
Peso unitario de agregados	MTC E-203
Abrasión (maquina de los ángeles)	MTC E-207
Proctor modificado	MTC E-115
Relación de Soporte de California (C.B.R.)	MTC E-132
Impurezas orgánicas	MTC E-213
Clasificación SUCS	ASTM D-2487
Clasificación AASHTO	AASHTO M-145
Sales Soluble	MTC E-219
Contenido de sulfatos, expresados como ión SO ₄	NTP 339.177
Contenido de Cloruros, expresado como ión cl	NTP 339.177
Terrones de Arcilla y partículas deleznable	MTC E 212
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111

Los ensayos de Partículas con una o dos caras fracturadas y partículas chatas y alargadas se realiza en muestras de material procesado (chancado), debido a lo anterior no se han realizado estos ensayos en muestras en estado natural dado que el material de lecho de río son de forma redondeada.

Los ensayos estándar y de compactación se realizaron en el Laboratorio Geotécnico de CESEL S.A.

Los resultados de los ensayos se muestran al final del Anexo B.

2.4 Descripción de las Canteras

En la figura N°A1 se muestran las canteras y fuentes de agua localizadas para cada tramo, así como también las distancias promedios con respecto a la carretera.

A) *Cantera Zuñiga*

Ubicación: Ubicado en el lecho del río cañete, la cual se extiende en la margen derecha de la carretera, a la altura del km 61+000.

Material: La cantera está conformada por depósitos fluviales que se distribuyen en el cauce del río Cañete, se componen por acumulaciones de material redondeado heterométricos con matriz grava arenosa (conglomerado) arrastrados y depositados por las aguas del río a lo largo de su cauce.

Accesibilidad: Tiene acceso a través de la carretera en la progresiva km 61+000.

Evaluación: Esta cantera fue evaluada con la excavación de 40 calicatas, de 3.0 m de profundidad en promedio, en la cual se realizó una evaluación en peso considerando una muestra integral, obteniendo el siguiente resultado:

Material para chancar de 2" a 10"	43.4 %
Agregado grueso de 2" a 3/8"	22.9 %
Agregado fino de 3/8" a N° 100	18.6 %

Los resultados de laboratorio ha permitido determinar que el material típico está conformado por grava bien gradada con arena, de forma redondeada, de color gris, húmeda, no plástica y medianamente compacta, presenta un 12% de cantos y boleos con T.M. entre 15 y 20".

El material se clasifica como:

Sistema SUCS : Grava bien gradada (GW), grava pobremente gradada (GP)

Sistema AASHTO A-1-a (0)

Eficiencia y disponibilidad: Tiene una sección para explotación de 31 500 m² y una potencia de 1.5 m, obteniéndose un volumen probado de 47 250 m³. Los meses de estiaje son de Mayo a Diciembre.

La eficiencia de la cantera se ha determinado de la curva acumulativa cuyo tamaño máximo es el límite de la curva y considerando un desbroce de la capa superficial en una profundidad estimada de 0.2 m, se obtiene una eficiencia de 90% y una disponibilidad de la cantera de 42 750 m³. La disponibilidad de materiales se calcula relacionando el volumen total disponible con su respectiva eficiencia, obteniendo lo siguiente:

Material	Eficiencia	Disponibilidad
Material para chancar de 10" a 2"	43.4 %	18553 m ³
Piedra de 2" a 3/8"	22.9 %	9790 m ³
Arena menor a 3/8"	18.6 %	7950 m ³

Usos y rendimientos: Antes de someterlos al tratamiento de trituración primaria, esta cantera nos proporciona materiales de variada gradación para conformar la estructura del pavimento y los agregados para concreto asfáltico y de cemento Portland; dependiendo de someterlos a tratamiento previo mediante trituradora primaria y/o secundaria y el consiguiente zarandeo para otros requerimientos. Esta cantera puede ser utilizada en la conformación de relleno, sub-base granular, base granular, mezcla asfáltica y mezcla para concreto con cemento Portland.

Utilización	Procesamiento	Rendimiento
Relleno	Extracción Directa	45,6 %
Sub-base	Zarandeado	80 %
Base	Chancado	80 %
Concreto cemento Pórtland	Chancado y lavado	80 %

El material superior a 4" y menor a 10" puede ser empleado como relleno de los gaviones.

B) Cantera Callanga

Ubicación: Ubicado a 5.7 km del distrito de Zuñiga en dirección del poblado de Callanga, está conformado por grava bien gradada limosa de TM 10".

Accesibilidad: Se encuentra adyacente a la carretera.

Evaluación: Fue evaluada con la excavación de 01 trinchera de 3,0 m profundidad.

Los resultados de laboratorio ha permitido determinar que el material típico está conformado por grava bien gradada limosa, de color marrón, con fragmentos de roca angulosos con TM 15", con 57,9% de grava, 33,6% de arena y 8,5% de finos no plásticos. No presenta impurezas orgánicas.

El material se clasifica como:

Sistema SUCS Grava bien gradada limosa con arena (GW-GM)

Sistema AASHTO A-1-a (0)

Disponibilidad: Tiene una área explotable de 1 100 m² con un volumen de explotación de 2 750 m³.

Usos y Rendimiento: Esta cantera puede ser utilizada en la conformación de rellenos; previamente debe ser zarandeado. Presenta un rendimiento aproximado de 90%, debido a la presencia de boleos.

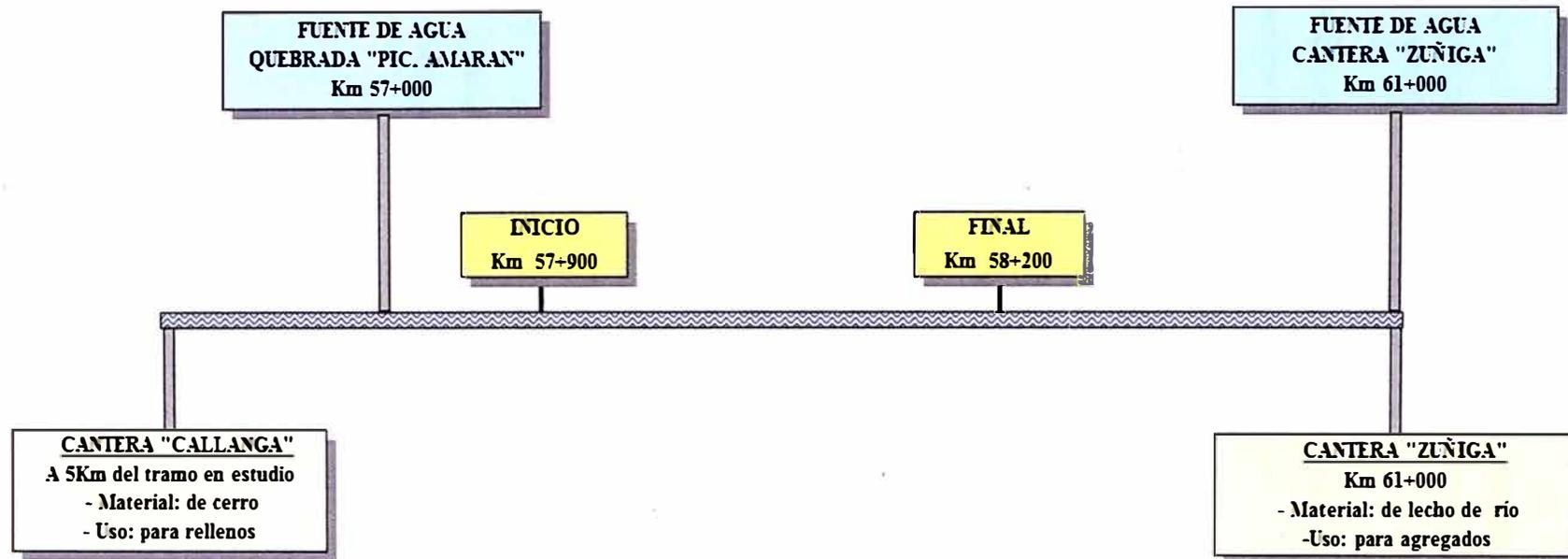


Figura B2.- Diagrama de ubicación de las canteras respecto al tramo del proyecto

2.5 Fuentes de Agua

En todo el recorrido del trazo de la carretera se han distinguido por el tema de accesibilidad 02 fuentes de agua, el río cañete (próximo a la cantera Zuñiga) y la quebrada Campanahuasi.

Se han evaluado las características químicas de muestras de agua tomadas en los puntos que se indican a continuación con la finalidad de ser utilizadas en el mantenimiento de la carretera.

Muestras Analizadas: Las siguientes muestras de agua han sido analizadas:

- a) Km 61+000, Río Cañete próximo a la Cantera Zuñiga.
- b) km 57+000, cruce de la carretera con la quebrada Picamarán.

Resultados: En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los ensayos realizados para cada fuente de agua.

Cuadro N° B10

Resumen de ensayos realizados en muestras de agua

Fuente	Ubicación	pH	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)	SST (ppm)
Río Cañete	Km 61+000	8,24	26	104	327
Quebrada Picamarán	Km 57+000	8,33	26	99	340

Parámetros evaluados y valores límite: De acuerdo al objetivo del uso del agua, se han evaluado los siguientes parámetros, siguiendo las normas ITINTEC 339.087 (para pavimentos) y 339.088 (para concreto de cemento Pórtland), indicándose los valores límite:

Cuadro N° B11

Valores permisibles de los resultados de ensayos químicos en agua

Parámetro	ITINTEC 339.087	ITINTEC 339.088
Cloruros	300 ppm (mg/L)	1000 ppm (mg/L)
Sulfatos	300 ppm (mg/L)	600 ppm (mg/L)
Sales Solubles Totales	1500 ppm (mg/L)	5000 ppm (mg/L)
pH	> 7	5.5 a 8

Conclusiones y Recomendaciones

Estudio geotécnico

- El 100% del trazo de la carretera se emplaza por un suelo areno limoso, sobre el talud superior se encuentran terrenos de cultivo y en el talud inferior las pendientes son pronunciadas, encontrándose un sector crítico en el Km 58+170.
- Para reconformar el talud perdido en el sector crítico se recomienda el empleo de suelo reforzado.
- Todo el tramo presenta una sub rasante de mala calidad, no apta para altos volúmenes de tránsito.

Estudio de canteras

- La cantera Zuñiga y Callanga, cumplen con las especificaciones dadas en EG-2000 del MTC, por lo tanto pueden ser explotadas.
- La explotación de la cantera Zuñiga se debe realizar en época de estiaje (Mayo-Noviembre).
- La cantera Zuñiga, será utilizada principalmente para la conformación de bases, y la producción de concreto con cemento Portland. El material de esta cantera deberá ser tratado mediante zarandeo y trituración debido a la presencia de bolonería con diámetros mayores a 2".

Estudio de fuentes de agua

- Las Fuentes de agua cumplen con los requerimientos establecidos, se recomienda el empleo de la Quebrada Picamaran por la cercanía al sector de la carretera en estudio.

ENSAYOS DE CALICATA EN CAMPO

- REGISTRO DE CAMPO
- CONTENIDO DE HUMEDAD
- ENSAYOS STANDARD DE CLASIFICACIÓN
- ENSAYO DE COMPACTACIÓN – PROCTOR
- RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera Cañete - Yauyos del Km 57+900 al Km 58+200 **FECHA DE EXCAVACIÓN** : 07/09/2008
UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima **PROFUNDIDAD TOTAL (m)** : 1.50
FECHA : Setiembre 2008 **PROF. NIVEL FREÁTICO (m)** : N.A.

SONDEO : C - 1

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS AASHTO	GRANULOMETRIA			LL %	LP %	H.N. %	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750				
				0.075 mm	mm	mm				
0.20		Material de afirmado							S/M	
1.00		Arena limosa de color marrón claro, medianamente húmeda, de compactación baja, presenta raicillas aisladas y gravillas en un 10%.	SM	13.5	81.3	5.2	19.0	NP	11.20	M-1
2.00		-Fin de la excavación-								
3.00										
4.00										

OBSERVACIONES :

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

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

FECHA DE EXCAVACIÓN : 07/09/2008

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima

PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 1.50

FECHA : Setiembre 2008

PROF. NIVEL FREÁTICO (m) : N.A.

SONDEO : C - 2

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
					<	0.075	4.750				
				AASHTO	mm	mm	mm				
0.20		Material de afirmado									SM
1.00		Arena limosa de color marrón claro, medianamente húmeda, de compacidad baja, presenta raicillas aisladas y gravillas en un 20%. Hasta la profundidad de 0,60m y hacia el lado derecho de la vía se encontro bolonería de TM= 10".									SM
2.00		-Fin de la excavación-									
3.00											
4.00											
Página											1/1

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-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

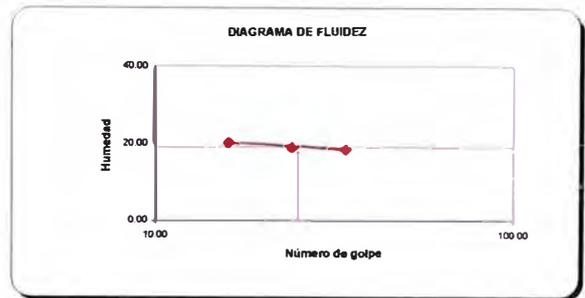
UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima

F. de Recepción : 12/09/2008

F. de Ejecución : 16/09/2008

SONDAJE	C-1		
MUESTRA	M-1		
PROFUNDIDAD (m)	0.20 - 1.50		
ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422 PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	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	(%)	19
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

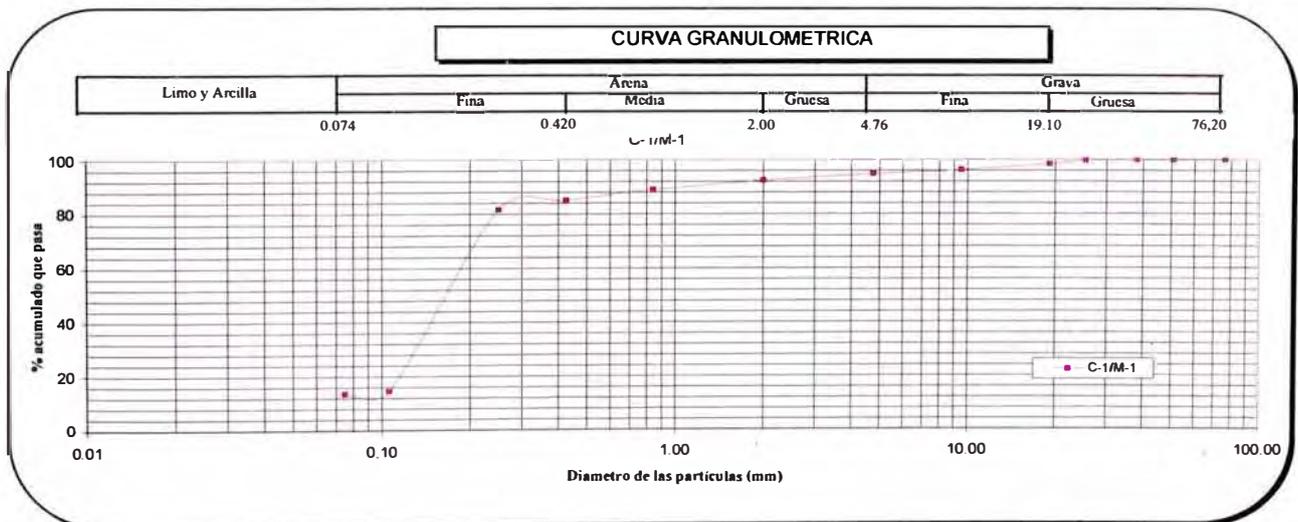


Distribución Granulométrica

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

Observaciones:

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



Realizado : DPC

Revisado : OCN

 LABORATORIO GEOTECNICO Y DE CONCRETO	REGISTRO	Código : LGC-P-01-G5-F1-S Versión : 00 Aprobado : CSGILGC
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Fecha : 15/02/2008 Página : 1 de 1

Informe N° : LGC-08-70 Fecha de emisión : 19/09/2008

**ENSAYO DE COMPACTACION
MTC E115**

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

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

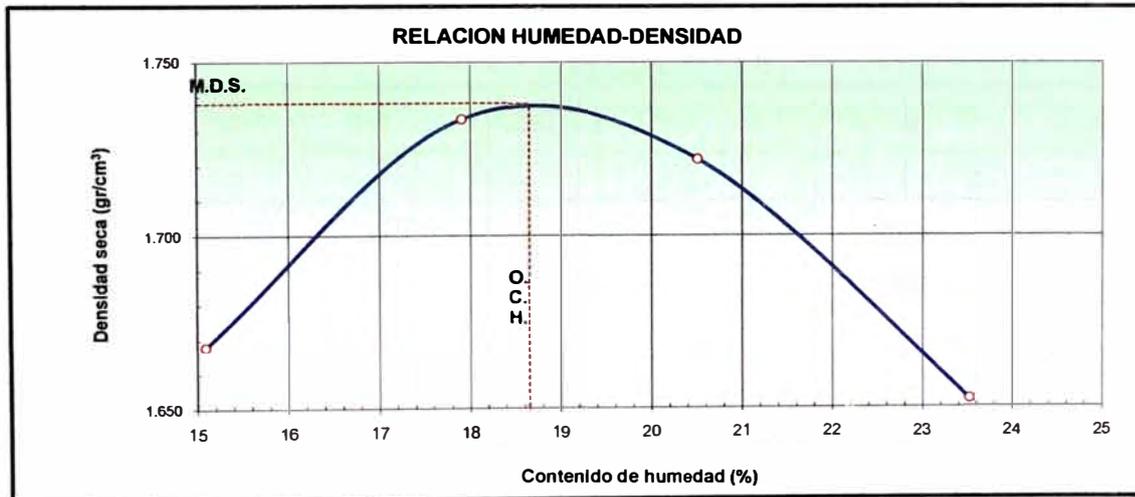
CANTERA : ---
 UBICACIÓN : Km 58+195
 MUESTRA : M - 1
 PROF. (m) : 0,20 - 1,50

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

METODO : B

Peso suelo + molde	gr	10859.00	11128.00	11196.00	11122.00	
Peso molde	gr	6693.00	6693.00	6693.00	6693.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4166.00	4435.00	4503.00	4429.00	
Volumen del molde	cm ³	2170.00	2170.00	2170.00	2170.00	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.920	2.044	2.075	2.041	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	601.70	637.70	663.20	641.70	
Peso del suelo seco + tara	gr	556.90	580.20	595.10	573.60	
Tara	gr	260.00	259.00	263.00	284.00	
Peso de agua	gr	44.80	57.50	68.10	68.10	
Peso del suelo seco	gr	296.90	321.20	332.10	289.60	
Contenido de agua	%	15.09	17.90	20.51	23.52	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.668	1.733	1.722	1.652	

Densidad máxima (gr/cm³) **1.738**
 Humedad óptima (%) **18.65**



Observaciones:

Realizado : DPC
 Revisado : OCN

 LABORATORIO GEOTECNICO Y DE CONCRETO	REGISTRO	Código : LGC-P-01-G6-F3-S Versión : 00 Aprobado : CSGILGC
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Fecha : 15/02/2008 Página : 1 de 1

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 : Zuñilga - 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)

COMPACTACION

Molde N°	S		T		T'	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11805.00	11750.00	11981.00	11587.00	11401.00	11412.00
Peso de molde (g)	7383.00	7383.00	7922.00	7662.00	7662.00	7662.00
Peso del suelo húmedo (g)	4422.00	4367.00	4059.00	3925.00	3739.00	3750.00
Volumen del molde (cm ³)	2145.00	2152.08	2137.00	2140.00	2140.00	2162.59
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.062	2.029	1.899	1.824	1.747	1.743
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	576.67	637.00	666.60	690.40	686.45	703.00
Peso suelo seco + tara (g)	528.00	572.00	606.00	623.20	623.20	631.80
Peso de tara (g)	267.00	242.00	281.00	284.00	284.00	276.00
Peso de agua (g)	-8.67	65.00	60.60	67.20	63.25	71.20
Peso de suelo seco (g)	261.00	330.00	325.00	339.20	339.20	355.80
Contenido de humedad (%)	18.65	19.70	18.65	19.81	18.65	20.01
Densidad seca (g/cm ³)	1.738	1.695	1.601	1.531	1.473	1.445

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/12/2005	10:20	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
17/12/2005	10:30	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
18/12/2005	11:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
19/12/2005	10:30	0	15.000	0.381	0.3	28.000	0.711	0.6	-8.000	1.219	1.1

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		47	38.6			22	16.7			18	13.2		
1.270		94	79.7			48	39.5			39	31.6		
1.905		139	118.8			78	65.7			56	46.5		
2.540	70.455	165	141.4	141.2	10.4	100	84.9	88.1	6.5	70	58.7	56.0	4.1
3.810		217	186.5			152	130.1			90	76.2		
5.080	105.68203	257	221.0	218.7	10.7	190	163.1	157.3	7.7	108	91.9	96.2	4.7
6.350		272	233.9			210	180.4			130	111.0		
7.620		293	252.0			240	206.3			150	128.4		
10.160		320	275.2			270	232.2			170	145.8		
12.700		330	283.8			295	253.7			190	163.1		

Observaciones:

Realizado : DPC
 Revisado : OCN

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

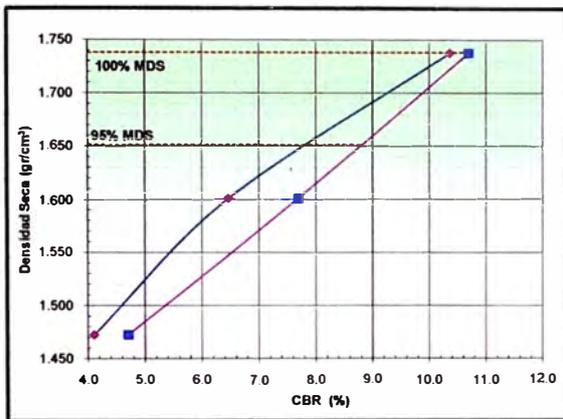
COD. PROY. : 072700
PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de Cañete - Yauyos

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

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Yauyos

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

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



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.738
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 18.65
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.651

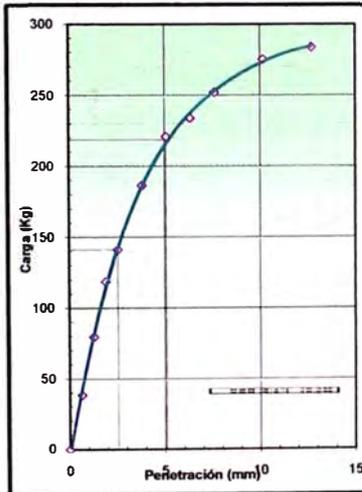
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 10.4	0.2": 10.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 7.7	0.2": 8.8

RESULTADOS:

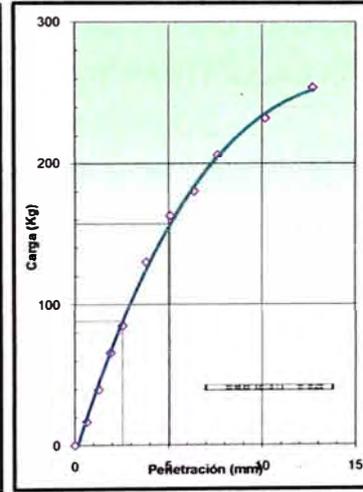
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 10.7 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 8.8 (%)

OBSERVACIONES:

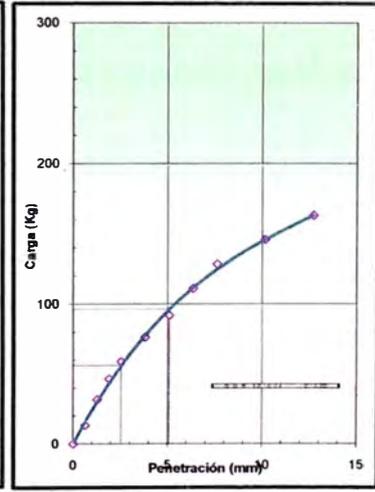
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado : DPC
Revisado : OCN

ENSAYOS DE CANTERA ZÚÑIGA

- ENSAYOS STANDARD DE CLASIFICACIÓN
- MATERIAL QUE PASA LA MALLA Nº 200 – FINO
- MATERIAL QUE PASA LA MALLA Nº 200 – GRUESO
- EQUIVALENTE ARENA
- GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
- GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO
- PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS
- ABRASIÓN E IMPACTO
- DETERMINACIÓN DE CARAS FRACTURADAS
- TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS FRIABLES EN AGREGADOS
- MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS
- ENSAYO DE COMPACTACIÓN – PROCTOR
- RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
- ANÁLISIS QUÍMICO EN SUELO – AGUA

Informe N° : LGC-08-70

Fecha de Emisión : 19/09/2008

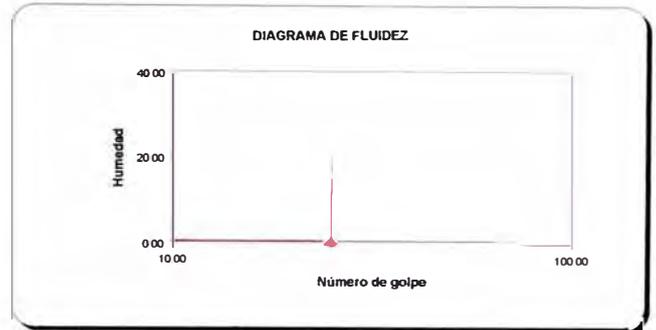
ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN

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

UBICACIÓN : Cantera Zuñiga - Cañete - Lima

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

FONDAJE	CAG-1	
MUESTRA	M-1	
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 1.50	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422 POR CENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Malla	
	N°	Abertura (mm)
	3 "	76.200
	2 "	50.800
	1 1/2 "	38.100
	1 "	25.400
	3/4 "	19.100
	3/8 "	9.520
	N° 4	4.760
	N° 10	2.000
	N° 20	0.840
	N° 40	0.425
N° 60	0.250	
N° 140	0.106	
N° 200	0.075	
Límite Líquido (LL) ASTM-D4318 (%)	-	
Límite Plástico (LP) ASTM-D4318 (%)	NP	
Índice Plástico (IP) (%)	-	
Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	GW	
Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-1-a	
Índice de Grupo	0	



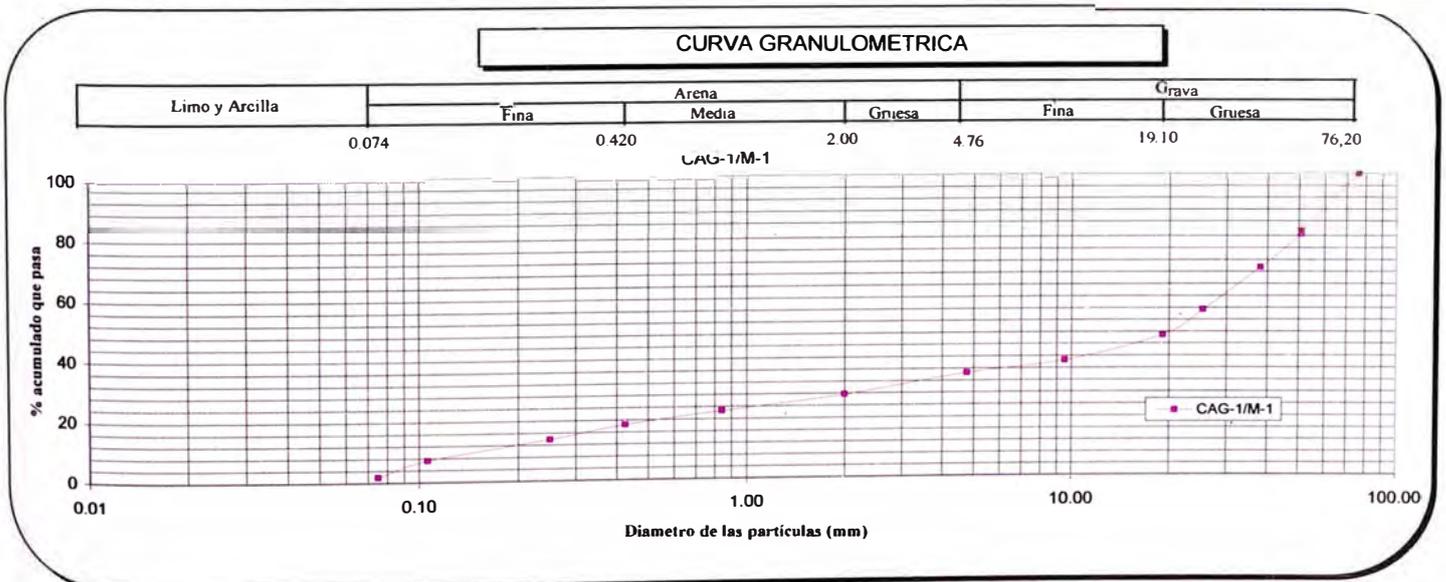
Distribución Granulométrica

% Grava	GG%	53.2
	GF%	12.3
% Arena	AG%	6.9
	AM%	9.2
	AF%	16.5
% Finos		1.90

Nombre de grupo : Grava bien gradada con arena

Observaciones:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma
- La muestra corresponde a la cantera Zuñiga.



Realizado : DPC
Revisado : OCN

	REGISTRO	Código: LGC-P-01-G3-F2 Versión: 00 Aprobado: CSGILGC Fecha: 15/02/2008 Página: 1 de 1
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	

Informe N° : LGC-08-070

Fecha de emisión : 19/09/2008

**MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200
NTP 400.018 / ASTM C 117-04**

CÓDIGO DEL PROYECTO : 072700

FECHA DE RECEPCIÓN : 12/09/2008

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

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2008

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima

SONDAJE : CAG-1

MUESTRA : M-1

PROF. (m) : 0.00 - 1.50

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	1.00	1.00			
Cantidad mínima requerida (g)	300.0	300.0			
Peso inicial (g)	320.4	322.8			
Verificación de la cantidad mínima	Ok	Ok			
Peso inicial (verificado) (g)	320.4	322.8			
Peso lavado (g)	294.0	294.6			
Pasante la malla N° 200 (g)	26.5	28.2			
Pasante la malla N° 200 (%)	8.3	8.7			

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 8.5

Número de ensayos válidos : 2

Desviación Estándar (1s) : 0.3

Covarianza (1s%) : 0.03

Observaciones :

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.
- El ensayo tuvo 2 resultados que cumplen con los pesos mínimos requeridos.
- El ensayo cumple con la precisión mínima exigida por la norma.
- La muestra es del tipo agregado fino



Realizado : DPC

Revisado : OCN

	REGISTRO	Código: LGC-P-01-G3-F2
	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

**MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200
NTP 400.018 / ASTM C 117-04**

CÓDIGO DEL PROYECTO : 072700

FECHA DE RECEPCIÓN : 12/09/2008

PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de Cañete - Yauyos

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2008

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima

SONDAJE : CAG-1

MUESTRA : M-1

PROF. (m) : 0.00 - 1.50

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	50.00	50.00			
Cantidad mínima requerida (g)	5000.0	5000.0			
Peso inicial (g)	5259.0	5199.2			
Verificación de la cantidad mínima	Ok	Ok			
Peso inicial (verificado) (g)	5259.0	5199.2			
Peso lavado (g)	5249.7	5153.3			
Pasante la malla N° 200 (g)	9.3	45.9			
Pasante la malla N° 200 (%)	0.2	0.9			

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 0.6

Número de ensayos válidos : 2

Desviación Estándar (1s) : 0.5

Covarianza (1s%) : 0.82

Observaciones :

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.
- El ensayo tuvo 2 resultados que cumplen con los pesos mínimos requeridos.
- El ensayo no cumple con la precisión mínima exigida por la norma (1s%= 0.10).
- La muestra es del tipo agregado grueso



Realizado : DPC

Revisado : OCN

 CESEL INGENIEROS	REGISTRO	Código: LGC-P-01-G3-F4-S
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Versión: 00
Aprobado: CSGILGC		
Fecha: 15/02/2008		
Página: 1 de 1		
LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO		

Nº DE INFORME : LGC-08-070

FECHA DE EMISIÓN : 19/09/2008

EQUIVALENTE DE ARENA
NTP 339.146 / ASTM D 2419-02
NTP 400.016 / ASTM C 88-99a

SOLICITANTE : MODULO VIALIDAD

CÓDIGO DE PROYECTO : 072700

PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de

Cañete - Yauyos

FECHA DE RECEPCIÓN : 12/09/2008

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2008

SONDAJE : CAG-1

MUESTRA : M-1

PROF. (m) : 0.00 - 1.50

DATOS	1	2	3	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4) (mm)				
Hora de entrada a saturación	10:05	0.42	10:11	
Hora de salida de saturación (mas 10')	10:15	0.43	10:21	
Hora de entrada a decantación	10:18	0.43	10:25	
Hora de salida de decantación (mas 20')	10:38	0.45	10:45	
Altura máxima de material fino (pulg)	6.75	6.75	6.50	
Altura máxima de la arena (pulg)	2.80	2.90	3.00	Promedio
Equivalente de Arena (%)	41	43	46	43

Observaciones :

Realizado : DPC

Revisado : OCN

 LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO	REGISTRO	Código: LGC-P-01-G3-F5-S Versión: 00 Aprobado: CSGILGC Fecha: 15/02/2008 Página: 1 de 1
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	

Informe N° : LGC-08-070

Fecha de Emisión : 19/09/2008

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
NTP 400.021 / ASTM C 128-04**

SOLICITANTE : MODULO VIALIDAD

CÓDIGO DE PROYECTO : 072700

PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de

Cañete - Yauyos

FECHA DE RECEPCIÓN : 12/09/2008

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2008

SONDAJE : CAG-1

MUESTRA : M-1

PROF. (m) : 0.00 - 1.50

Datos		1		3	
Peso mat. Sat. Superf. seca (en aire)	(g)	300.00	300.00	300.00	
PF+ Agua (25°C)	(g)	666.80	664.80	670.85	
PF+ muestra+ agua (25°C)	(g)	966.80	964.80	970.85	
PF+ material + agua (25°) en el frasco	(g)	854.20	823.50	854.50	
Volumen de masa+volumen de vacios	(g)	112.60	141.30	116.35	
Peso de material seco (105°C)	(g)	298.80	298.70	298.90	
Volumen de masa	(g)	111.40	140.00	115.25	Promedio
Peso Especifico de masa (Pem)		2.65	2.11	2.57	2.45
Pem saturado con superficie seca (PeSSS)		2.66	2.12	2.58	2.46
Peso Especifico aparente (Pea)		2.68	2.13	2.59	2.47
Porcentaje de absorción (Ab)	(%)	0.40	0.40	0.40	0.40

Observaciones :

Realizado : DPC

Revisado : OCN



 LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO	REGISTRO	Código: LGC-P-01-G3-F6-S Versión: 00 Aprobado: CSGILGC Fecha: 15/02/2008 Página: 1 de 1
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	

Informe N° : LGC-08-070

Fecha de Emisión : 19/09/2008

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO
NTP 400.021 / ASTM C 127-88**

SOLICITANTE : MODULO VIALIDAD **CÓDIGO DE PROYECTO :** 072700
PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de **FECHA DE RECEPCIÓN :** 12/09/2008
Cañete - Yauyos **FECHA DE EJECUCIÓN :** 16/09/2008
UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima

SONDAJE : CAG-1
MUESTRA : M-1
PROF. (m) : 0.00 - 1.50

CONDIC. DE LA MUESTRA SEGÚN APARTADO 8.2 DE NTP :

Datos		1	2	3	
Peso mat. Sat. Superf. seca (en aire)	(g)	1089.50	1009.60	711.80	
Peso mat. Sat. Superf. seca (en agua)	(g)	675.40	625.80	441.50	
Volumen de masa+volumen de vacios	(g)	414.10	383.80	270.30	
Peso de material seco (105°C)	(g)	1079.00	999.80	705.00	
volumen de masa	(g)	403.60	374.00	263.50	Promedio
Peso específico de masa (base seca)		2.61	2.61	2.61	2.61
Pem saturada con sup. Seca (PeSSS)		2.63	2.63	2.63	2.63
Peso específico aparente (base seca)		2.67	2.67	2.68	2.67
Porcentaje de absorción	(%)	0.97	0.98	0.96	0.97

Observaciones :

Realizado : DPC
Revisado : OCN

 LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO	REGISTRO	Código: LGC-P-01-G3-F7-S Versión: 00 Aprobado: CSGILGC Fecha: 15/02/2008 Página: 1 de 1
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	

Informe N° : LGC-08-070

Fecha de Emisión : 19/09/2008

**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS
NTP 400.017 / ASTM C 29 M-97 (2003)**

SOLICITANTE : MODULO VIALIDAD

PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de
Cañete - Yauyos

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima

CÓDIGO DE PROYECTO : 072700

FECHA DE RECEPCIÓN : 12/09/2008

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2008

CANTERA : Zuñiga

MARGEN : Derecha

MUESTRA : M-1

PROF. (m) : 0.00 - 1.50

TIPO DE AGREGADO : Grueso

PESO UNITARIO SUELTO				
Datos	1	2	3	Promedio
Peso del recipiente + muestra (g)	24033.00	24133.00	23991.00	
Peso del recipiente (g)	7833.00	7833.00	7833.00	
Peso de la muestra (g)	16200.00	16300.00	16158.00	
Volumen (cm ³)	9552.00	9552.00	9552.00	
Peso Unitario Suelto Seco (g/cm ³)	1.70	1.71	1.69	1.70
P. espec. de masa (base seca) de NTP 400.022				
Contenido de vacíos o % de vacíos (%)				

Precisión	kg/m ³	7.64	cumple NTP
-----------	-------------------	------	-------------------

PESO UNITARIO COMPACTADO				
Datos	1	2	3	Promedio
Peso del recipiente + muestra (g)	26653.00	26673.00	26763.00	
Peso del recipiente (g)	7833.00	7833.00	7833.00	
Peso de la muestra (g)	18820.00	18840.00	18930.00	
Volumen (cm ³)	9552.00	9552.00	9552.00	
Peso Unitario Compactado Seco (g/cm ³)	1.97	1.97	1.98	1.97
P. espec. de masa (base seca) de NTP 400.022				
Contenido de vacíos o % de vacíos (%)				

Precisión	kg/m ³	6.13	cumple NTP
-----------	-------------------	------	-------------------

Observaciones :

Realizado : DPC

Revisado : OCN



 CESEL INGENIEROS LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO	REGISTRO	Código: LGC-P-01-G3-F8-S Versión: 00 Aprobado: CSGILGC Fecha: 15/02/2008 Página: 1 de 1
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	

Informe N° : LGC-08-070

Fecha de Emisión : 19/09/2008

**Resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores
 Abrasión e Impacto en la Máquina de los Ángeles
 NTP 400.019 / ASTM C 131**

SOLICITANTE : MODULO VIALIDAD

CÓDIGO DE 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 - Lima

SONDAJE : CAG-1

MUESTRA : M-1

PROF. (m) : 0.00 - 1.50

MÉTODO : A

DATOS	1	2	3	
Gradación	A	A	A	
N° de Revoluciones	500	500	500	Promedio
Peso Inicial (g)	5031	5013	/	5022
Peso Final (g)	3395	3389		3392
Desgaste (%)	33	32		32

Observaciones :

Realizado : DPC

Revisado : OCN

**DETERMINACIÓN DE CARAS FRACTURADAS
 ASTM D-5821**

CÓDIGO DE PROYECTO : 072700

FECHA DE RECEPCIÓN : 12/09/2008

PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de
 Cañete - Yauyos

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2008

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima

SONDAJE : CAG-1

MUESTRA : M-1

PROF. (m) : 0.00 - 1.50

A.- CON UNA CARA FRACTURADA

Datos		Peso inicial	Peso (C.F.)	% (C.F.)	Corrección	% Corregido
Pasa tamiz	Retenido en tamiz	A (g)	B (g)	C	D	E
1 1/2"	1"	165.48	0	0	3.8	0
1"	3/4"	595.12	172.14	29	17.4	503
3/4"	1/2"	1797.81	863.28	48	39.8	1911
1/2"	3/8"	824.22	246	30	27	806
Suma :		3382.63	1281.42	107	88	3220

Porcentaje con una cara fracturada = $\frac{\text{Suma E}}{\text{Suma D}}$ = 37 %

B.- CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS

Datos		Peso inicial	Peso (C.F.)	% (C.F.)	Corrección	% Corregido
Pasa tamiz	Retenido en tamiz	A (g)	B (g)	C	D	E
1 1/2"	1"	165.48	72.54	44	3.8	167
1"	3/4"	595.12	113.2	19	17.4	331
3/4"	1/2"	1797.81	167	9	39.8	370
1/2"	3/8"	824.22	327.72	40	27	1074
Suma :		3382.63	680.46	112	88	1941

Porcentaje con dos o mas caras fracturadas = $\frac{\text{Suma E}}{\text{Suma D}}$ = 22 %

Observaciones:

Realizado : DPC

Revisado : OCN

Nº DE INFORME : LGC-08-70

22/09/2008

**TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS FRIABLES EN AGREGADOS
NTP 400.015**

CÓDIGO DE PROYECTO : 072700

FECHA DE RECEPCIÓN : 12/09/2008

PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de Cañete - Yauyos

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2008

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima

SONDAJE : CAG-1

MUESTRA : M-1

PROF. (m) : 0.00 - 1.50

Intervalos de partícula que forman la muestra	Peso muestra Ensayada (g)	Peso Mínimo (g)	Tamiz de lavado Nº	Peso retenido (g) después del ensayo	Pérdida total %
Agregado fino retenido sobre el tamiz Nº 16	99	25	20	95	3.7
Retenido entre la malla Nº 4 y 3/8"	1025	5000	8	1018	0.7
Retenido entre la malla 3/8" y 3/4"	2014	3000	4	2009	0.2
Retenido entre la malla 3/4" y 1 1/2"	3038	2000	4	3028	0.3
Mayor de la malla 1 1/2"		1000	4		
Total :	6176			6150	

Porcentaje de terrones de arcilla y de partículas desmenuzables = 0.4 %

Observaciones :

Realizado : DPC

Revisado : OCN

	REGISTRO	Código: LGC-P-01-G3-F16-S Versión: : 00 Aprobado: : CSGILGC Fecha: : 15/02/2008 Página: : 1 de 1
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	

N° DE INFORME : LGC-08-070

FECHA DE EMISIÓN : 19/09/2008

**MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS (Pérdida por Ignición)
ASTM D - 2974 / MTC E 118**

CÓDIGO DE PROYECTO : 072700

FECHA DE RECEPCIÓN : 12/09/2008

PROYECTO Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de
Cañete - Yauyos

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2008

UBICACIÓN Zuñiga - Cañete - Lima

SONDAJE : CAG-1

MUESTRA : M-1

PROF. (m) : 0.00 - 1.50

DATOS	Prueba			Promedio
	1	2	3	
Peso del plato + suelo seco (antes de Ignición) (g)	56.80	57.50	56.40	
Peso del plato + suelo seco (después de Ignición) (g)	56.80	57.50	56.40	
Peso de materia Orgánica (g)	0.00	0.00	0.00	
Peso del plato (g)	15.00	15.00	14.30	
Peso de suelo seco neto (g)	41.80	42.50	42.10	
Materia Orgánica (%)	0.0	0.0	0.00	0.0

Observaciones

Realizado : DPC

Revisado : OCN

 LABORATORIO GEOTECNICO Y DE CONCRETO	REGISTRO	Código : LGC-P-01-G5-F1-S Versión : 00 Aprobado : CSGILGC Fecha : 15/02/2008 Página : 1 de 1
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Fecha de emisión : 19/09/2008

Informe N° : LGC-08-70

Fecha de emisión : 19/09/2008

ENSAYO DE COMPACTACION MTC E115

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

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

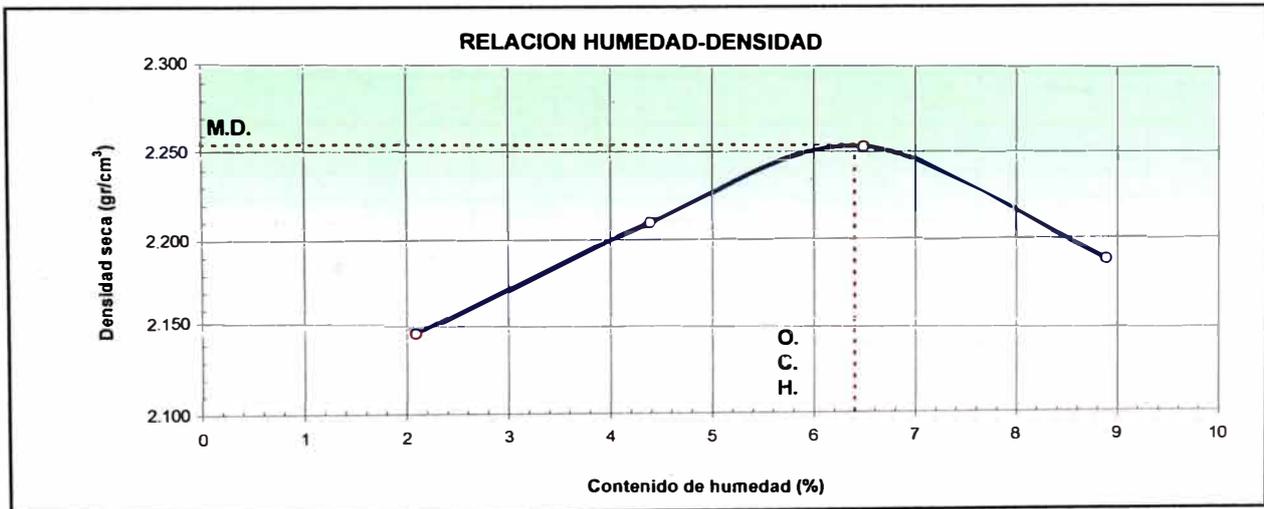
UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Yauyos

CANTERA : Zuñiga
 UBICACIÓN : Km 61+000 Carretera Cañete - Yauyos
 MUESTRA : M - 1
 PROF. (m) : 0,00 - 1,50

PROGRESIVA : GW
 CLASF. (SUCS) : A-1-a (0)
 CLASF. (AASHTO) : 0

METODO : C

Peso suelo + molde	gr	11447.00	11698.00	11899.00	11862.00	
Peso molde	gr	6693.00	6693.00	6693.00	6693.00	
Peso suelo húmedo compactad	gr	4754.00	5005.00	5206.00	5169.00	
Volumen del molde	cm ³	2170.00	2170.00	2170.00	2170.00	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.191	2.306	2.399	2.382	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	547.00	597.30	626.80	707.70	
Peso del suelo seco + tara	gr	541.10	583.20	604.20	673.10	
Tara	gr	259.00	262.00	256.00	284.00	
Peso de agua	gr	5.90	14.10	22.60	34.60	
Peso del suelo seco	gr	282.10	321.20	348.20	389.10	
Contenido de agua	%	2.09	4.39	6.49	8.89	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.146	2.209	2.253	2.188	
					Densidad máxima (gr/cm ³)	2.254
					Humedad óptima (%)	6.40



Observaciones:

Realizado : DPC
 Revisado : OCN



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 : Zuñiga

UBICACIÓN : Km 61+000 Carretera Cañete - Yauyos

MUESTRA : M - 1

PROF. (m) : 0,00 - 1,50

PROGRESIVA : —

CLASF. (SUCS) : GW

CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)

COMPACTACION

Molde N°	D		E		H	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13054.00	13084.00	12052.00	12112.00	12233.00	12332.00
Peso de molde (g)	7973.00	7973.00	7170.00	7170.00	7456.00	7456.00
Peso del suelo húmedo (g)	5081.00	5111.00	4882.00	4942.00	4777.00	4876.00
Volumen del molde (cm ³)	2119.00	2119.00	2147.00	2147.00	2142.00	2142.00
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.398	2.412	2.274	2.332	2.230	2.301
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	685.20	576.80	585.50	728.20	583.60	741.80
Peso suelo seco + tara (g)	660.10	551.60	566.30	696.10	563.90	698.20
Peso de tara (g)	268.00	191.00	270.00	284.00	261.00	197.00
Peso de agua (g)	25.10	25.20	19.20	32.10	19.70	43.60
Peso de suelo seco (g)	392.10	360.60	296.30	412.10	302.90	501.20
Contenido de humedad (%)	6.40	6.99	6.48	7.79	6.50	8.70
Densidad seca (g/cm ³)	2.254	2.254	2.135	2.135	2.094	2.094

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/01/1900	10:20	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
20/01/1900	10:30	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
21/01/1900	11:00	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
22/01/1900	10:30	72	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		10	29.8			8	20.8			6	11.8		
1.270		28	110.4			20	74.6			10	29.8		
1.905		65	276.2			50	209.0			28	110.4		
2.540	70.455	114	495.7	1225.1	89.9	90	388.2	857.7	62.9	40	164.2	519.2	38.1
3.810		242	1069.2			155	679.4			88	379.2		
5.080	105.68203	396	1759.2	2417.8	118.2	250	1105.0	1685.3	82.4	145	634.6	1012.3	49.5
6.350		540	2404.4			310	1373.9			203	894.5		
7.620		645	2874.8			470	2090.7			260	1149.8		
10.160		815	3636.5			575	2561.2			340	1508.3		
12.700		950	4241.3			695	3098.8			428	1902.6		

OBSERVACIONES :

REALIZADO: DPC
REVISADO: OCN

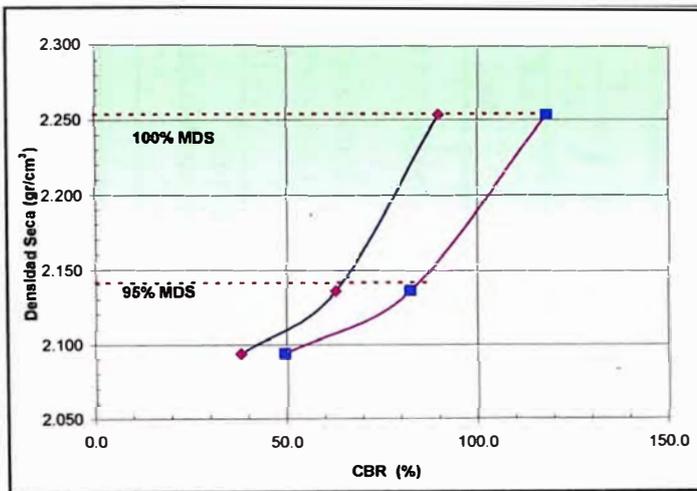


RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
MTC E-132

COD. PROY. : 072700
PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de Cañete - Yauyos
UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Yauyos
CANTERA : Zuñiga
UBICACIÓN : km 61+000 Carretera Cañete - Yauyos
MUESTRA : M - 1
PROF. (m) : 0,00 - 1,50

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

PROGRESIVA : ---
CLASF. (SUCS) : GW
CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)



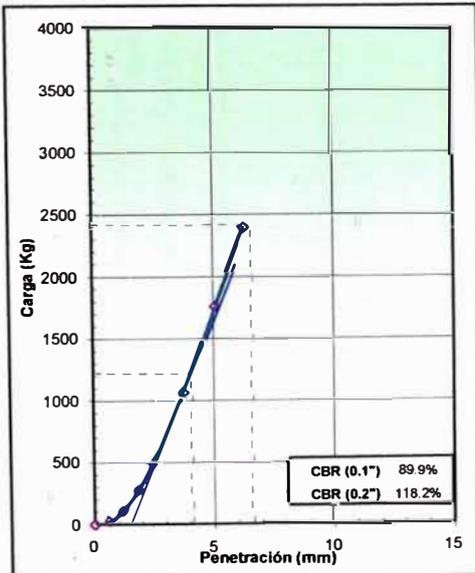
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.254
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.4
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.141

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 90.1	0.2": 119.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 66.0	0.2": 87.2

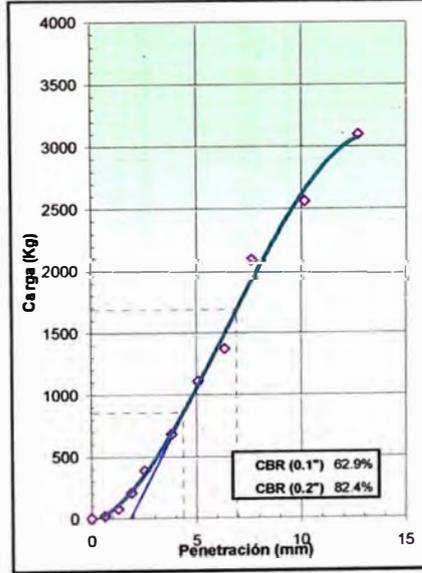
RESULTADOS:
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 119.3 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 87.2 (%)

OBSERVACIONES:

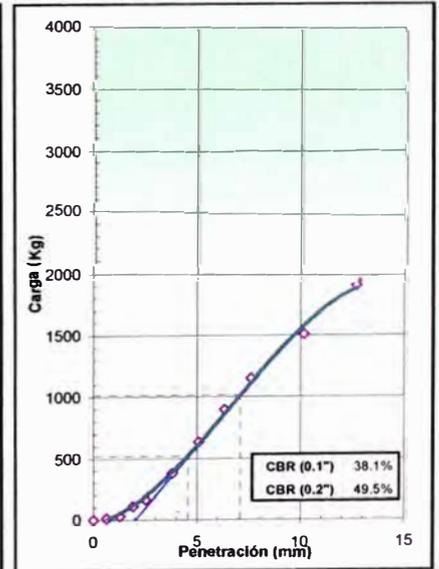
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES :

REALIZADO : DPC
REVISADO : OCN



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 : 2008/09/23

SONDAJE	Muestra	Profundidad (m)	pH	C.E. us/cm	SST mg/Kg	CLORUROS mg/Kg	SULFATOS mg/Kg
CAG-1	M-1 (Gruoso)	0.00 - 1.50	9.1	115	138	30	19
CAG-1	M-2 (Fino)	0.00 - 1.50	8.6	229	189	52	32

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

Realizado : Qco. VLL
Revisado : Ing. OCN

ENSAYOS DE CANTERA CALLANGA

- ENSAYOS STANDARD DE CLASIFICACIÓN
- MATERIAL QUE PASA LA MALLA Nº 200 – FINO
- MATERIAL QUE PASA LA MALLA Nº 200 – GRUESO
- EQUIVALENTE ARENA
- GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
- GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO
- PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS
- ABRASIÓN E IMPACTO
- DETERMINACIÓN DE CARAS FRACTURADAS
- TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS FRIABLES EN AGREGADOS
- MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS
- ENSAYO DE COMPACTACIÓN – PROCTOR
- RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
- ANÁLISIS QUÍMICO EN SUELO – AGUA

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

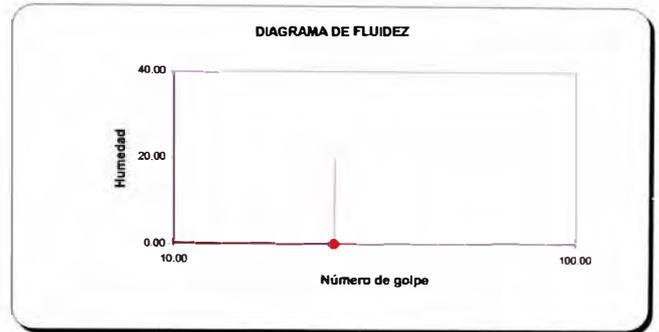
UBICACIÓN : Cantera Callanga - Cañete - Lima

F. de Recepción : 12/09/2008

F. de Ejecución : 16/09/2008

SONDAJE	CAB-1	
MUESTRA	M-1	
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 3.00	
AL GRANULONE POR TAMIZADO ASTM-D422	Malla	
	N°	Abertura (mm)
	3 "	76.200
	2 "	50.800
	1 1/2 "	38.100
	1 "	25.400
	3/4 "	19.100
	3/8 "	9.520
	N° 4	4.760
	N° 10	2.000
	N° 20	0.840
	N° 40	0.425
	N° 60	0.250
N° 140	0.106	
N° 200	0.075	
		% que pasa
		97.1
		75.6
		61.7
		47.4
		41.6
		35.0
		32.6
		26.4
		18.8
		16.0
		8.9
		4.6
		2.6
Límite Líquido (LL) ASTM-D4318 (%)		-
Límite Plástico (LP) ASTM-D4318 (%)		NP
Índice Plástico (IP) (%)		-
Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487		GW
Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282		A-1-a
Índice de Grupo		0

Nombre de grupo : Grava bien gradada con arena



Distribución Granulométrica

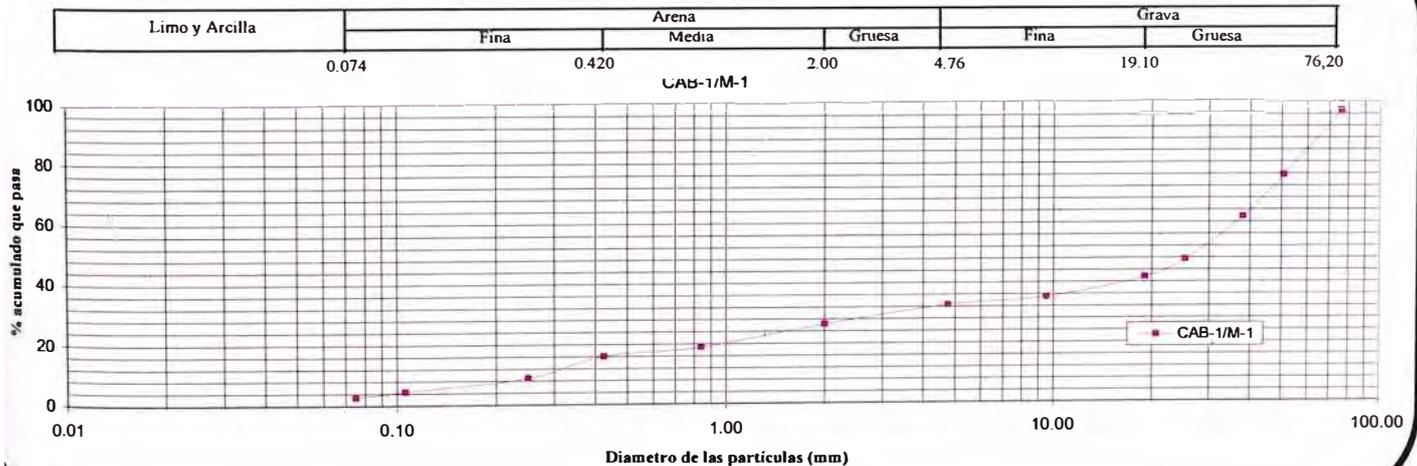
% Grava	GG%	55.5
	GF%	9.0
% Arena	AG%	6.2
	AM%	10.4
	AF%	13.4
% Finos		2.60

Observaciones:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma
- La muestra corresponde a la cantera Callanga



CURVA GRANULOMETRICA



Realizado : DPC
Revisado : OCN

 CESEL INGENIEROS LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO	REGISTRO	Código: LGC-P-01-G3-F2 Versión: 00 Aprobado: CSGILGC Fecha: 15/02/2008 Página: 1 de 1
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	

Informe N° : LGC-08-070

Fecha de emisión : 19/09/2008

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200
NTP 400.018 / ASTM C 117-04

CÓDIGO DEL PROYECTO : 072700

FECHA DE RECEPCIÓN : 12/09/2008

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

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2008

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima

SONDAJE : CAB-1 (Cantera Callanga)

MUESTRA : M-1

PROF. (m) : 0.00 - 3.00

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	1.00	1.00			
Cantidad mínima requerida (g)	300.0	300.0			
Peso inicial (g)	310.4	308.7			
Verificación de la cantidad mínima	Ok	Ok			
Peso inicial (verificado) (g)	310.4	308.7			
Peso lavado (g)	295.1	296.3			
Pasante la malla N° 200 (g)	15.3	12.4			
Pasante la malla N° 200 (%)	4.9	4			

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 4.5

Número de ensayos válidos : 2

Desviación Estándar (1s) : 0.6

Covarianza (1s%) : 0.14

Observaciones :

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.
- El ensayo tuvo 2 resultados que cumplen con los pesos mínimos requeridos.
- El ensayo no cumple con la precisión mínima exigida por la norma (1s%= 0.10).
- La muestra es del tipo agregado fino

Realizado : DPC

Revisado : OCN

 LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO	REGISTRO	Código: LGC-P-01-G3-F2 Versión: 00 Aprobado: CSGILGC Fecha: 15/02/2008 Página: 1 de 1
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	

Informe N° : LGC-08-070

Fecha de emisión : 19/09/2008

**MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200
NTP 400.018 / ASTM C 117-04**

CÓDIGO DEL PROYECTO : 072700

FECHA DE RECEPCIÓN : 12/09/2008

PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de Cañete - Yauyos

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2008

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima

SONDAJE : CAB-1 (Cantera Callanga)

MUESTRA : M-1

PROF. (m) : 0.00 - 3.00

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	50.00	50.00			
Cantidad mínima requerida (g)	5000.0	5000.0			
Peso inicial (g)	5321.0	5104.2			
Verificación de la cantidad mínima	Ok	Ok			
Peso inicial (verificado) (g)	5321.0	5104.2			
Peso lavado (g)	5285.1	5051.3			
Pasante la malla N° 200 (g)	35.9	52.9			
Pasante la malla N° 200 (%)	0.7	1			

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 0.9

Número de ensayos válidos : 2

Desviación Estándar (1s) : 0.2

Covarianza (1s%) : 0.23

Observaciones :

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.
- El ensayo tuvo 2 resultados que cumplen con los pesos mínimos requeridos.
- El ensayo no cumple con la precisión mínima exigida por la norma (1s%= 0.10).
- La muestra es del tipo agregado grueso

Realizado : DPC

Revisado : OCN

 CESEL INGENIEROS	REGISTRO	Código: LGC-P-01-G3-F4-S
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Versión: 00
Aprobado: CSGILGC		
Fecha: 15/02/2008		
LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO		Página: 1 de 1

N° DE INFORME : LGC-08-070

FECHA DE EMISIÓN : 19/09/2008

EQUIVALENTE DE ARENA NTP 339.146 / ASTM D 2419-02 NTP 400.016 / ASTM C 88-99a
--

SOLICITANTE : MODULO VIALIDAD

CÓDIGO DE PROYECTO : 072700

PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de

Cañete - Yauyos

FECHA DE RECEPCIÓN : 12/09/2008

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2008

SONDAJE : CAB-1 (Cantera Callanga)

MUESTRA : M-1

PROF. (m) : 0.00 - 1.50

DATOS	1	2	3	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4) (mm)	4.75	4.75	4.75	
Hora de entrada a saturación	16:00	0.67	16:04	
Hora de salida de saturación (mas 10')	16:10	0.68	16:14	
Hora de entrada a decantación	16:12	0.68	16:16	
Hora de salida de decantación (mas 20')	16:32	0.69	16:36	
Altura máxima de material fino (mm)	12.30	11.80	11.50	
Altura máxima de la arena (mm)	4.20	3.90	4.10	Promedio
Equivalente de Arena (%)	34	33	36	34

Observaciones :



Realizado : DPC

Revisado : OCN

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
NTP 400.021 / ASTM C 128-04

SOLICITANTE : MODULO VIALIDAD

CÓDIGO DE PROYECTO : 072700

PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de

Cañete - Yauyos

FECHA DE RECEPCIÓN : 12/09/2008

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2008

SONDAJE : CAB - 1 (Cantera Callanga)

MUESTRA : M-1

PROF. (m) : 0.00 - 3.00

Datos	1	2	3	
Peso mat. Sat. Superf. seca (en aire) (g)	300.00	300.00	300.00	
PF+ Agua (25°C) (g)	742.20	741.80	680.50	
PF+ muestra+ agua (25°C) (g)	1042.20	1041.80	980.50	
PF+ material + agua (25°) en el frasco (g)	928.80	929.30	868.50	
Volumen de masa+volumen de vacios (g)	113.40	112.50	112.00	
Peso de material seco (105°C) (g)	299.01	299.05	298.90	
Volumen de masa (g)	112.41	111.55	110.90	Promedio
Peso Especifico de masa (Pem)	2.64	2.66	2.67	2.65
Pem saturado con superficie seca (PeSSS)	2.65	2.67	2.68	2.66
Peso Especifico aparente (Pea)	2.66	2.68	2.70	2.68
Porcentaje de absorción (Ab) (%)	0.30	0.30	0.40	0.30

Observaciones :

Realizado : DPC

Revisado : OCN

 LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO	REGISTRO	Código: LGC-P-01-G3-F6-S Versión: 00 Aprobado: CSGILGC Fecha: 15/02/2008 Página: 1 de 1
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	

Informe N° : LGC-08-070

Fecha de Emisión : 19/09/2008

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO
NTP 400.021 / ASTM C 127-88**

SOLICITANTE : MODULO VIALIDAD CÓDIGO DE PROYECTO : 072700

PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de
Cañete - Yauyos

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima FECHA DE RECEPCIÓN : 12/09/2008

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2008

SONDAJE : CAB-1 (Cantera Callanga)

MUESTRA : M-1

PROF. (m) : 0.00 - 3.00

CONDIC. DE LA MUESTRA SEGÚN APARTADO 8.2 DE NTP :

Datos	1	2	3	
Peso mat. Sat. Superf. seca (en aire) (g)	1295.20	1297.00	1199.04	
Peso mat. Sat. Superf. seca (en agua) (g)	748.70	762.00	734.45	
Volumen de masa+volumen de vacios (g)	546.50	535.00	464.59	
Peso de material seco (105°C) (g)	1283.00	1285.00	1188.00	
volumen de masa (g)	534.30	523.00	453.55	Promedio
Peso especifico de masa (base seca)	2.35	2.40	2.56	2.44
Pem saturada con sup. Seca (PeSSS)	2.37	2.42	2.58	2.46
Peso especifico aparente (base seca)	2.40	2.46	2.62	2.49
Porcentaje de absorción (%)	0.95	0.93	0.93	0.94

Observaciones :

.....

Realizado : DPC

Revisado : OCN

 LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO	REGISTRO	Código: LGC-P-01-G3-F7-S Versión: 00 Aprobado: CSGILGC Fecha: 15/02/2008 Página: 1 de 1
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	

Informe N° : LGC-08-070

Fecha de Emisión : 19/09/2008

**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS
NTP 400.017 / ASTM C 29 M-97 (2003)**

SOLICITANTE : MODULO VIALIDAD
PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de Cañete - Yauyos **CÓDIGO DE PROYECTO :** 072700
UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima **FECHA DE RECEPCIÓN :** 12/09/2008
FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2008
CANTERA : Callanga
MARGEN : ---
MUESTRA : M-1
PROF. (m) : 0.00 - 3.00
TIPO DE AGREGADO : Grueso

PESO UNITARIO SUELTO				
Datos	1	2	3	Promedio
Peso del recipiente + muestra (g)	23133.00	22983.00	23021.00	
Peso del recipiente (g)	7833.00	7833.00	7833.00	
Peso de la muestra (g)	15300.00	15150.00	15188.00	
Volumen (cm ³)	9552.00	9552.00	9552.00	
Peso Unitario Suelto Seco (g/cm ³)	1.60	1.59	1.59	1.59
P. espec. de masa (base seca) de NTP 400.022				
Contenido de vacios o % de vacios (%)				

Precisión	kg/m ³	8.16	cumple NTP
-----------	-------------------	------	-------------------

PESO UNITARIO COMPACTADO				
Datos	1	2	3	Promedio
Peso del recipiente + muestra (g)	24832.00	24883.00	24933.00	
Peso del recipiente (g)	7833.00	7833.00	7833.00	
Peso de la muestra (g)	16999.00	17050.00	17100.00	
Volumen (cm ³)	9552.00	9552.00	9552.00	
Peso Unitario Compactado Seco (g/cm ³)	1.78	1.78	1.79	1.78
P. espec. de masa (base seca) de NTP 400.022				
Contenido de vacios o % de vacios (%)				

Precisión	kg/m ³	5.29	cumple NTP
-----------	-------------------	------	-------------------

Observaciones : _____

Realizado : DPC

Revisado : OCN

	REGISTRO	Código: LGC-P-01-G3-F8-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

**Resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores
Abrasión e Impacto en la Máquina de los Ángeles
NTP 400.019 / ASTM C 131**

SOLICITANTE : MODULO VIALIDAD **CÓDIGO DE PROYECTO** : 072700
PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de **FECHA DE RECEPCIÓN** : 12/09/2008
 Cañete - Yauyos **FECHA DE EJECUCIÓN** : 16/09/2008
UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima

SONDAJE : CAB-1 (Cantera Callanga)
MUESTRA : M-1
PROF. (m) : 0.00 - 3.00
MÉTODO : A

DATOS	1	2	3	
Gradación	A	A	A	
N° de Revoluciones	500	500	500	Promedio
Peso Inicial (g)	5018	5025	/	5021.5
Peso Final (g)	3953	3920	/	3936.5
Desgaste (%)	21	22	/	22

Observaciones :



Realizado : DPC
Revisado : OCN

**DETERMINACIÓN DE CARAS FRACTURADAS
 ASTM D-5821**

CÓDIGO DE PROYECTO : 072700

FECHA DE RECEPCIÓN : 12/09/2008

PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de
 Cañete - Yauyos

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2008

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima

SONDAJE : CAB-1 (Cantera Callanga)

MUESTRA : M-1

PROF. (m) : 0.00 - 3.00

A.- CON UNA CARA FRACTURADA

Datos		Peso inicial	Peso (C.F.)	% (C.F.)	Corrección	% Corregido
Pasa tamiz	Retenido en tamiz	A (g)	B (g)	C	D	E
1 1/2"	1"	1700	1450	85	0.24	20
1"	3/4"	1980	1600	81	0.27	22
3/4"	1/2"	1500	1200	80	0.2	16
1/2"	3/8"	645	400	62	0.07	4
Suma :		5825	4650	308	0.78	63

Porcentaje con una cara fracturada = $\frac{\text{Suma E}}{\text{Suma D}}$ = 80 %

B.- CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS

Datos		Peso inicial	Peso (C.F.)	% (C.F.)	Corrección	% Corregido
Pasa tamiz	Retenido en tamiz	A (g)	B (g)	C	D	E
1 1/2"	1"	1600	1100	69	0.13	9
1"	3/4"	2680	2100	78	0.26	20
3/4"	1/2"	2500	2008	80	0.24	19
1/2"	3/8"	1450	1005	69	0.12	8
Suma :		8230	6213	297	0.75	57

Porcentaje con dos o mas caras fracturadas = $\frac{\text{Suma E}}{\text{Suma D}}$ = 76 %

Observaciones:

Realizado : DPC
 Revisado : OCN

N° DE INFORME : LGC-08-70

22/09/2008

TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS FRIABLES EN AGREGADOS
NTP 400.015

CÓDIGO DE PROYECTO : 072700

FECHA DE RECEPCIÓN : 12/09/2008

PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de Cañete - Yauyos

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2008

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - LimaSONDAJE : CAB-1 (Cantera Callanga)MUESTRA : M-1PROF. (m) : 0.00 - 3.00

Intervalos de partícula que forman la muestra	Peso muestra Ensayada (g)	Peso Mínimo (g)	Tamiz de lavado N°	Peso retenido (g) después del ensayo	Pérdida total %
Agregado fino retenido sobre el tamiz N° 16	105	25	20	102	2.8
Retenido entre la malla N° 4 y 3/8"	1325	5000	8	1314	0.8
Retenido entre la malla 3/8" y 3/4"	1959	3000	4	1944	0.7
Retenido entre la malla 3/4" y 1 1/2"	2200	2000	4	2185	0.7
Mayor de la malla 1 1/2"		1000	4		

Total : 5589

5546

Porcentaje de terrones de arcilla y de partículas desmenuzables	=	0.8 %
---	---	-------

Observaciones :

Realizado : DPC

Revisado : OCN



	REGISTRO	Código: LGC-P-01-G3-F16-S Versión: : 00 Aprobado: : CSGILGC Fecha: : 15/02/2008 Página: : 1 de 1
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	

N° DE INFORME : LGC-08-070

FECHA DE EMISIÓN : 19/09/2008

MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS (Pérdida por Ignición)
ASTM D - 2974 / MTC E 118

CÓDIGO DE PROYECTO : 072700

FECHA DE RECEPCIÓN : 12/09/2008

PROYECTO Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de
Cañete - Yauyos

FECHA DE EJECUCIÓN : 16/09/2008

UBICACIÓN Zuñiga - Cañete - Lima

SONDAJE : CAB-1 (Cantera Callanga)

MUESTRA : M-1

PROF. (m) : 0.00 - 3.00

DATOS	Prueba			Promedio
	1	2	3	
Peso del plato + suelo seco (antes de Ignición) (g)	456.60	484.00	486.00	
Peso del plato + suelo seco (después de Ignición) (g)	456.60	484.00	486.00	
Peso de materia Orgánica (g)	0.00	0.00	0.00	
Peso del plato (g)	256.60	284.00	286.00	
Peso de suelo seco neto (g)	200.00	200.00	200.00	
Materia Orgánica (%)	0.0	0.0	0.00	0.0

Observaciones :

Realizado : DPC

Revisado : OCN

 LABORATORIO GEOTECNICO Y DE CONCRETO Informe N° : LGC-08-70	REGISTRO	Código : LGC-P-01-G5-F1-S Versión : 00 Aprobado : CSGILGC Fecha : 15/02/2008 Página : 1 de 1
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Fecha de emisión : 19/09/2008

ENSAYO DE COMPACTACION MTC E115

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

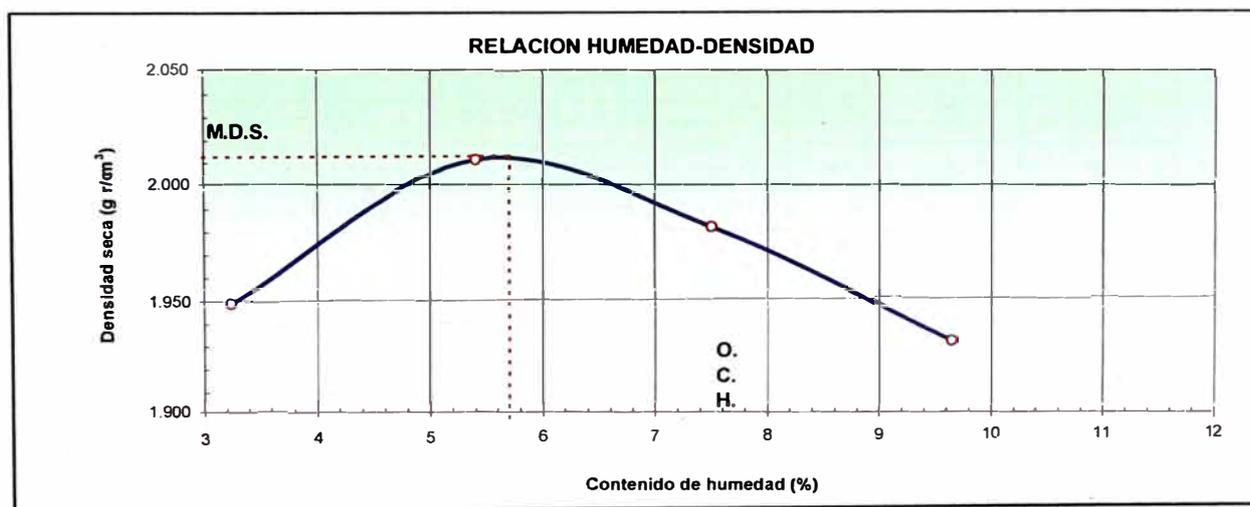
UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Yauyos

CANTERA : Callanga
UBICACIÓN : Km 5+700 Carretera Zuñiga - Callanga
MUESTRA : M - 1
PROF. (m) : 0,00 - 3,00

PROGRESIVA : GW
CLASF. (SUCS) : A-1-a (0)
CLASF. (AASHTO) : 0

METODO : C

Peso suelo + molde	gr	11059.00	11293.00	11315.00	11287.00	
Peso molde	gr	6693.00	6693.00	6693.00	6693.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4366.00	4600.00	4622.00	4594.00	
Volumen del molde	cm ³	2170.00	2170.00	2170.00	2170.00	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.012	2.120	2.130	2.117	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	591.00	596.20	581.60	592.00	
Peso del suelo seco + tara	gr	581.00	580.20	560.00	563.50	
Tara	gr	272.00	284.00	272.00	268.00	
Peso de agua	gr	10.00	16.00	21.60	28.50	
Peso del suelo seco	gr	309.00	296.20	288.00	295.50	
Contenido de agua	%	3.24	5.40	7.50	9.64	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.949	2.011	1.981	1.931	
					<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>	2.013
					<i>Humedad óptima (%)</i>	5.70



Observaciones:

Realizado : DPC
Revisado : OCN



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

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 **Fecha de Recepción :** 12/09/2008
PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de Cañete - Yauyos **Fecha de Ejecución :** 16/09/2008
UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Yauyos

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : Callanga **PROGRESIVA :** ---
UBICACIÓN : Km 5+700 Carretera Zuñiga - Callanga **CLASF. (SUCS) :** GW
MUESTRA : M - 1 **CLASF. (AASHTO) :** A-1-a (0)
PROF. (m) : 0,00 - 3,00

COMPACTACION

Molde N°	R		P		Q	
	5	56	5	25	5	12
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11499.00	11606.00	11951.00	12190.00	12076.00	12409.00
Peso de molde (g)	7003.00	7003.00	7626.00	7626.00	7925.00	7925.00
Peso del suelo húmedo (g)	4496.00	4603.00	4325.00	4564.00	4151.00	4484.00
Volumen del molde (cm³)	2113.00	2113.00	2113.00	2113.00	2119.00	2119.00
Densidad húmeda (g/cm³)	2.128	2.178	2.047	2.160	1.959	2.122
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	694.45	706.90	677.00	726.40	691.90	723.60
Peso suelo seco + tara (g)	672.10	673.20	656.60	681.60	670.20	667.60
Peso de tara (g)	280.00	262.00	278.00	282.00	269.00	265.00
Peso de agua (g)	22.35	33.70	20.40	44.80	21.70	56.00
Peso de suelo seco (g)	392.10	411.20	378.60	399.60	401.20	402.60
Contenido de humedad (%)	5.70	8.20	5.39	11.21	5.41	13.91
Densidad seca (g/cm³)	2.013	2.013	1.942	1.942	1.858	1.858

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/01/1900	10:20	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.0
20/01/1900	10:30	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.0
21/01/1900	11:00	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.0
22/01/1900	10:30	72	0.000	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.0

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		57	240.3			30	119.4			10	29.8		
1.270		102	441.9			43	177.6			18	65.6		
1.905		157	688.4			60	253.8			30	119.4		
2.540	70.455	197	867.6	838.5	61.5	79	338.9	429.0	31.5	48	200.0	198.1	14.5
3.810		259	1145.4			99	428.5			63	267.2		
5.080	105.68203	314	1391.8	1422.7	69.6	114	495.7	812.3	39.7	79	338.9	340.1	16.6
6.350		363	1611.3			134	585.3			91	392.7		
7.620		423	1880.1			172	755.6			103	446.4		
10.160		478	2126.6			212	934.8			118	513.6		
12.700		538	2395.4			258	1140.9			148	648.0		

Observaciones:

Realizado : DPC
Revisado : OCN

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

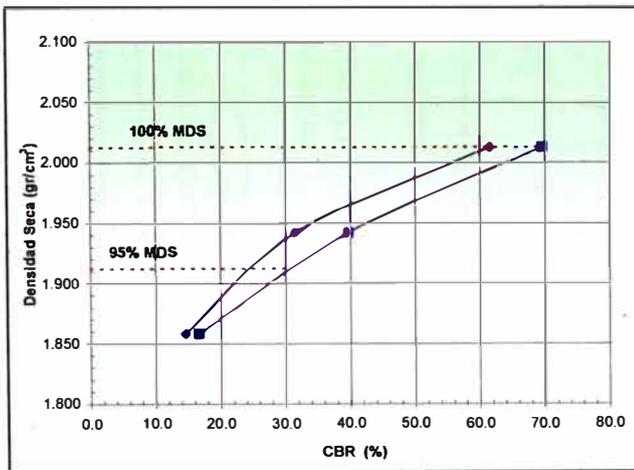
COD. PROY. : 072700
PROYECTO : Mejoramiento de la Carretera: San Vicente de Cañete - Yauyos

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

UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Yauyos

CANTERA : Callanga
UBICACIÓN : Km 5+700 Carretera Zuñiga - Callanga
MUESTRA : M - 1
PROF. (m) : 0,00 - 3,00

PROGRESIVA : ---
CLASF. (SUCS) : GW
CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)



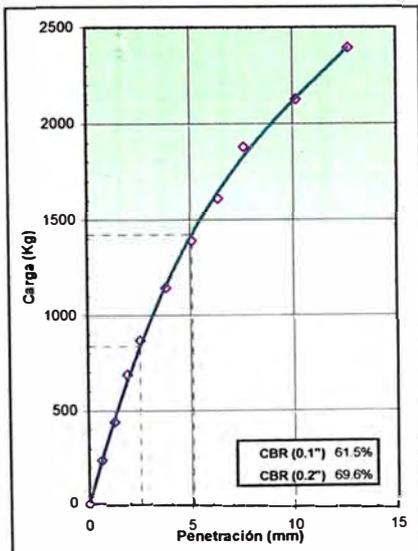
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.013
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5.7
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.912

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 61.6	0.2": 69.4
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 23.2	0.2": 29.9

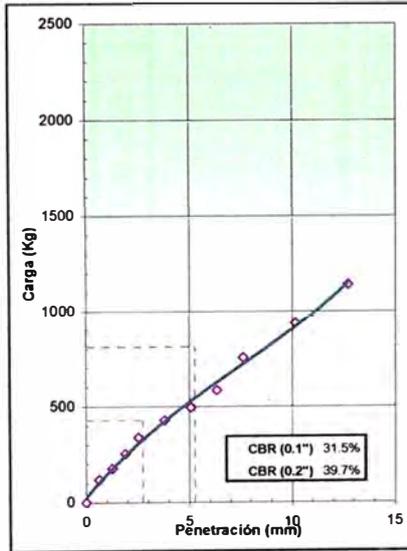
RESULTADOS:
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 69.4 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 29.9 (%)

OBSERVACIONES:

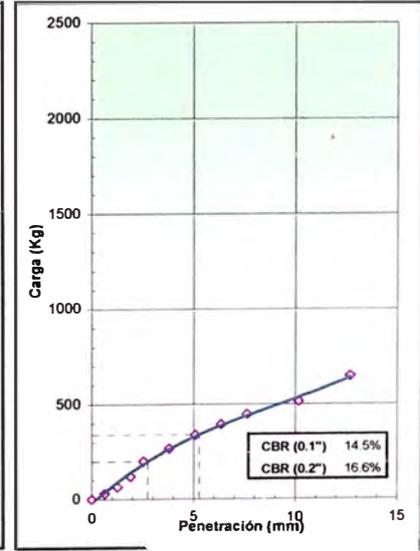
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado : DPC
Revisado : OCN

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

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 del Km. 57+900 al Km. 58+200 UBICACIÓN : Zuñiga - Cañete - Lima	N° DE INFORME : LGC-08-070 CÓDIGO DE PROYECTO : 072700 FECHA DE EJECUCIÓN : 2008/09/23
--	---

SONDAJE	Muestra	Profundidad (m)	pH	C.E. us/cm	SST mg/Kg	CLORUROS mg/Kg	SULFATOS mg/Kg
CAB-1	M-1	0.00 - 3.00	8.3	225	479	385	64

Observaciones : La unidad empleada mg/Kg es respecto al suelo y equivale a ppm.
La muestra corresponde a la cantera Callanga

Realizado : Qco. VLL
Revisado : Ing. OCN



ENSAYOS DE FUENTES DE AGUA

 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 del
 Km. 57+900 al Km. 58+200
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 (Rio)	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.

ANEXO C

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. Sub-Base

A. 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 sub-base granular.

B. Materiales

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

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 sub-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.

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

Cuadro C-1
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 um (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 um (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: ASTM D 1241

- (1) La curva de gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 m.s.n.m.

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

Cuadro C-2
Requerimientos de Ensayos Especiales

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento
				< 3000 msnm
Abrasión	MTC E 207	C 131	T 96	50 % máx
CBR (1)	MTC E 132	D 1883	T 193	40 % mín
Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	25% máx
Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	6% máx
Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	25% mín
Sales Solubles	MTC E 219			1% máx.
Partículas Chatas y Alargadas (2)	MTC E 221	D 4791		20% máx

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

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

C. 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 generales 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.

D. 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 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.

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 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 probará el equipo y el plan de compactación.

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.

Extensión y mezcla del material

El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la sub-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.

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.

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 de este documento.
- 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 sub-base 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 sub-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 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:

(c.1) 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)

$$D_i \geq \% D_e$$

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.

(c.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).

$$e_m \geq e_d$$

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

$$e_i \geq 0.95 e_d$$

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 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 sub-base terminada

Una vez terminada la construcción de la sub-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 sub-base con la base granular. Se analizará la deformada o curvatura de la deflexión obtenida de por lo menos tres mediciones por punto.

Los puntos de medición estarán referenciados con el estacado del proyecto, de tal manera que exista una coincidencia con relación a las mediciones que se efectúen a nivel de carpeta. Se requiere un estricto control de calidad tanto de los materiales como de los equipos, procedimientos constructivos y en general de todos los elementos involucrados en la puesta en obra de la sub-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 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.

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 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 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.

E. 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 sobreexcavaciones 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.

F. Pago

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato por metro cúbico (m³), para la partida 03.01.00 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.

Cuadro C-3
Ensayos y frecuencias para Sub-base granular

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 88	750 m ³	Cantera
	Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	750 m ³	Cantera
	Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	750 m ³	Cantera
	Desgaste Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	2000 m ³	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	2000 m ³	Cantera
	Sales Solubles	MTC E 219	D 1888		2000 m ³	Cantera
	CBR	MTC E 132	D 1883	T 193	2000 m ³	Cantera
	Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 221	D 4791		2000 m ³	Cantera
	Densidad – Humedad	MTC E 115	D 1557	T 180	750 m ³	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 metrados del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada Propiedad y/o Característica.

2. Base

A. Descripción

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

B. Materiales

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 el siguiente cuadro.

Cuadro C-4
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)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 um (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: ASTM D 1241

(1) La curva de gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 m.s.n.m.

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 (2)	Tráfico Ligero y Medio	Min 80%
	Tráfico Pesado	Min 100%

(2) 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 N° 4, los que consistirán de partículas pétreas durables y trituradas capaces de soportar los efectos de manipuleo, extendido y compactación sin producción de finos contaminantes. Deberán cumplir las siguientes características:

Cuadro C-5
Requerimientos de Agregado Grueso

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

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

(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.

Cuadro C-6
Requerimientos de Agregado Fino

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

C. 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.

D. Método de Construcción

Se tomará como base lo expuesto en los trabajos para la Sub-base.

E. 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 sobreexcavaciones 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.

F. Pago

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato por metro cúbico (m³), para la partida 03.02.00 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.

Cuadro C-7
Ensayos y Frecuencias de la Base Granular

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 m ³	Cantera
	Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	750 m ³	Cantera
	Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	750 m ³	Cantera
	Desgaste Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	2000 m ³	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	2000 m ³	Cantera
	Sales Solubles	MTC E 219	D 1888		2000 m ³	Cantera
	CBR	MTC E 132	D 1883	T 193	2000 m ³	Cantera
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	D 5821		2000 m ³	Cantera
	Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 221	D 4791		2000 m ³	Cantera
	Pérdida en Sulfato de Sodio / Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	2000 m ³	Cantera
	Densidad – Humedad	MTC E 115	D 1557	T 180	750 m ³	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 metrados del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada Propiedad y/o Característica.

3. Imprimación Asfáltica

A. 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.

B. 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.

Cuadro C-8
Requisitos de Material Bituminoso diluido de curado medio

Características	Ensayo	MC-30		MC-70	
		Mín.	Máx.	Mín.	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
➤ A 315°C					
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
➤ Viscosidad absoluta a 60°C, Pa.s		30	120	30	120
➤ Solubilidad en tricloetileno, %	MTC E 302	99		99	
Contenido de agua, % del volumen		-	0,2	-	0,2

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

Cuadro C-9
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			
A 225°C		- 35	- -
A 260°C		60 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 tricloetileno, %	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.

C. 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.

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.

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.

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 pre-calentador, 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.

Los distribuidores a presión usados para aplicar el material bituminoso, lo mismo que los tanques del almacenamiento, deben estar montados en camiones o tramares 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 contruidos 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 contruidos 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.

D. 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 una 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.

Cuadro C-10
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 de este documento.
- 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.

(b) Calidad del material asfáltico

A la llegada de cada camión termotanque 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 o 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%).

E. 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.

F. Pago

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato por metro cuadrado (m²), para la partida 03.03.00 IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA, 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.

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 ejecución de cada trabajo.

En todos los casos, el precio deberá incluir el suministro en el sitio, almacenamiento, desperdicios y aplicación de agua y aditivos mejoradores de adherencia y de control de rotura que se requieran; la protección de todos los elementos aledaños a la zona de los trabajos y que sean susceptibles de ser manchados por riegos de asfalto, así como toda labor, mano de obra, equipo o material necesarios para la correcta ejecución de los trabajos especificados.

4. Carpeta Asfáltica en caliente

A. Descripción

Este trabajo consistirá en la colocación de una capa asfáltica bituminosa fabricada en caliente de espesor 2", construida sobre una superficie

debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con la presente especificación. Las mezclas bituminosas para empleo en pavimentación en caliente se compondrán de agregados minerales gruesos, finos, filler mineral y material bituminoso.

B. Materiales

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

Agregados Minerales Gruesos

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 exento 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.

**Cuadro C-11
Requerimientos para los Agregados Gruesos**

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud > 3000 m.s.n.m.
Durabilidad (al Sulfato de Sodio)	MTC E 209	10% máx.
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)		15 máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	35% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	MTC E 221	10% máx.
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	50% mín.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	40% mín.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.
Absorción	MTC E 206	según Diseño
Adherencia	MTC E 519	+95

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:

Cuadro C-12
Requerimientos para los Agregados Finos

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud > 3000 m.s.n.m.
Equivalente de Arena	MTC E 209	45% mín.
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30 mín.
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	6% mín.
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.
Absorción	MTC E 205	Según Diseño

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 usos granulométricos.

Cuadro C-13
Gradación

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

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 85-100.

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.

Asfalto Pen 85-100

Esta especificación se refiere al suministro de un asfalto diluido MC-30 y/o líquido RC-250 o asfalto sólido PEN 85-100, en el sitio de aplicación de riegos de imprimación, para el tratamiento superficial bicapa o la fabricación de mezcla asfáltica en caliente, según lo indique el Proyecto o lo autorice el Supervisor.

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

Cuadro C-14
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	MTC E 313		
➤ A 190°C			25
➤ A 225°C		40	70
➤ A 260°C		75	93
➤ A 315°C			
Residuo de la destilación a 315°C		50	
Pruebas sobre el residuo de la destilación	MTC E 306	100	-
➤ <input type="checkbox"/> Ductilidad a 25°C, 5 cm/min., cm. Penetración a 25°C, 100 gr., 5 seg. (*)	MTC E 304	120	250
➤ <input type="checkbox"/> Viscosidad absoluta a 60°C, Pa.s		30	120
➤ <input type="checkbox"/> Solubilidad en tricloetileno, %	MTC E 302	99	
Contenido de agua, % del volumen		-	0,2

Cuadro C-15
Requisitos de Material Bituminoso Diluido de Curado Rápido

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, 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.	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 tricloetileno, %	MTC E 302	99	-
Contenido de agua, % del volumen		-	0.2

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

Cuadro C-16
Especificaciones del Cemento Asfáltico clasificado por penetración

Características	Ensayo	Grado de Penetración							
		40 - 50		60 - 70		85 - 100		120-150	
		Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Penetración 25°C, 100 g, 5s, 0.1 mm	MTC E 304	40	50	60	70	85	100	120	150
Punto de Inflamación COC, °C	MTC E 312	232	-	232	-	232	-	218	-
Ductilidad, 25°C, 5 cm/min, cm	MTC E 306	100	-	100	-	100	-	100	-
Solubilidad en Tricloroetileno, % masa	MTC E 302	99	-	99	-	99	-	99	-
Susceptibilidad Térmica									
Ensayo de Película Delgada en Horno, 3.2 mm, 163°C, 5 hrs	MTC E 316								
> Pérdida de masa, %		-	0.8	-	0.8	-	1.0	-	1.5
> Penetración del residuo, % de la penetración original	MTC E 304	55	-	52	-	47	-	42	-
> Ductilidad del residuo, 25°C, 5cm/min, cm.	MTC E 306	-	-	50	-	75	-	100	-
Índice de Susceptibilidad térmica		-1.0	+1.0	-1.0	+1.0	-1.0	+1.0	-1.0	+1.0
Ensayo de la Mancha con solvente Heptano-Xileno 20% (opcional)	MTC E 314	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	

C. 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.

Cuadro C-17
Requisitos para Mezcla de Concreto Bituminoso

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall (MTC E 504)			
1. Estabilidad (mín)	8 kN (815Kg)	5,34 kN	4,45 kN
2. Flujo 0.25 mm		(544Kg)	(453Kg)
3. Porcentaje vacíos con aire en mezcla(MTC E 505) (*)	8 – 14	8 – 16	8 – 20
4. Porcentaje vacíos en el agregado mineral	3 – 5	3 – 5	3 – 5
5. Compactación, N° de golpes en c/capa de testigo	Ver tabla 410-10		
	75	50	50
c. Inmersión – Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (mín)	70	70	70
d. Resistencia Conservada en la Prueba de Tracción indirecta (mín) (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 (**)	1700 – 2500		
g. Índice de Compactibilidad (***)	Mín 5.0	Mín 5.0	Mín 5.0

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

(**) 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.

(***) El Índice de Compactibilidad mínimo será 5.

El índice de compactibilidad se define como:

$$\frac{1}{\text{GEB50} - \text{GEB5}}, \text{ siendo}$$

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

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.
- Las temperaturas máximas y mínimas 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:

Cuadro C-18
Variaciones permisibles en porcentaje

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%

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 (1,5 m), y no por montones cónicos.

Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

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

La carga de las tolvas en frío se realizará de forma que éstas contengan entre el cincuenta por ciento (50%) y el cien por ciento (100%) de su capacidad, sin rebosar.

En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones.

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

Los agregados 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 la planta de asfalto para la 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 al volquete.

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.

Cuadro C-19
Rango de Temperatura de aplicación (°C)

Tipo y Grado del Asfalto	<i>Rangos de Temperatura</i>
	En Mezclas Asfálticas (1)
Asfaltos Diluidos:	
MC-30	-
RC-70 o MC-70	-
RC-250 o MC-250	60-80(2)
RC-800 o 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.

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 de este documento.
- 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.

(b) Calidad del cemento asfáltico

El Supervisor efectuará las siguientes actividades de control:

Comprobar, mediante muestras representativas de cada entrega y por cada carro termotanque (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.

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.

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.

(c) 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 Angeles, 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 entre el agregado y el 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.

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.

Los resultados de estas pruebas deben satisfacer los requisitos de calidad establecidos en las presentes especificaciones.

(d) 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 %).

$$\text{ARF \%} - 0,2 \% \leq \text{ART \%} \leq \text{ARF \%} + 0,2 \%$$

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.

$$\text{ART \%} - 0,3 \% \leq \text{ARI \%} \leq \text{ART \%} + 0,3 \%$$

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.

(e) *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)

$$E_m \geq 0,95 E_t$$

Además, la estabilidad de cada probeta (E_i) 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.

$$E_i \geq 0,90 E_m$$

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

(2) Flujo

El flujo medio de las probetas sometidas al ensayo de estabilidad (F_m) 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 (F_t)

$$0,90 F_t \leq F_m \leq 1,10 F_t$$

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.

(f) 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 definirán 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 (D_m) 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 (D_e).

$$D_m \geq 0,98 D_e$$

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

$$D_i \geq 0,97 D_m$$

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, $e=2''$

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

$$e_m \geq e_d$$

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

$$e_i \geq 0.95 e_d$$

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

(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.

D. Medición de la carpeta asfáltica en caliente

La carpeta asfáltica, se medirá en metros cuadrados (m²) del área 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, y el ancho de acuerdo al espesor especificado en los planos u ordenado por el Supervisor. No se medirá ningún área fuera de tales límites.

E. Pago

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato por metro cuadrado (m²), para la partida 03.05.00 CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE, aceptada a satisfacción por el Supervisor, entendiéndose que dicho pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta partida, ASFALTO DILUIDO MC-30, ASFALTO RC-250, ASFALTO PEN 85/100, FILLER, 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.

Cuadro C-20
Ensayos y Frecuencias en Mezcla de Asfalto en Caliente

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 Ángeles	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 Asfalto	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(b)		\sqrt{n} (*)	Tanques Térmicos al llegar a obra

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

ANEXO D

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Análisis de precios unitarios

Presupuesto
Subpresupuesto

CARRETERA CAÑETE YAUYOS DEL KM 57+900AL 58+200
001 CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 57+000 AL 57+300

Fecha presupuesto 26/11/2008

Partida	01.02.01		SUB BASE GRANULAR				
Rendimiento	MO. 400		EQ. 400		Costo unitario directo por : m3		38.31
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0020	16.14	0.03
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.0200	11.07	0.22
0147010004	PEON		hh	5.0000	0.1000	10.01	1.00
							1.25
	Equipos						
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 ton		hm	1.0000	0.0200	102.01	2.04
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP		hm	1.0000	0.0200	133.14	2.66
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	1.25	0.06
							4.77
	Subpartidas						
901102040101	AGUA PARA LA OBRA		m3		0.1200	21.30	2.56
901104020156	MATERIAL GRANULAR SUB BASE		m3		1.2000	24.78	29.74
							32.29

Partida	01.02.02		BASE GRANULAR				
Rendimiento	MO. 390		EQ. 390		Costo unitario directo por : m3		49.24
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0021	16.14	0.03
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.0205	11.07	0.23
0147010004	PEON		hh	5.0000	0.1026	10.01	1.03
							1.29
	Equipos						
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 ton		hm	1.0000	0.0205	102.01	2.09
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP		hm	1.0000	0.0205	133.14	2.73
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	1.29	0.06
							4.89
	Subpartidas						
901102040101	AGUA PARA LA OBRA		m3		0.1200	21.30	2.56
901104020157	MATERIAL CHANCADO P/ BASE		m3		1.2000	33.76	40.51
							43.07

Partida	01.03.01		IMPRIMACION ASFÁLTICA				
Rendimiento	MO. 3,500		EQ. 3,500		Costo unitario directo por : m2		0.87
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		hh	1.0000	0.0023	16.14	0.04
0147010004	PEON		hh	6.0000	0.0137	10.01	0.14
							0.18
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.18	0.01
0349020007	COMPRESORA NEUMÁTICA 76 HP 125-175 PCM		hm	1.0000	0.0023	50.81	0.12
0349030061	TRACTOR DE TIRO 80 HP		hm	1.0000	0.0023	68.25	0.15
0349050003	BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 p LONGITUD		hm	1.0000	0.0023	42.75	0.10
0349130004	CAMION IMPRIMIDOR 6 X 2 178 - 210 HP 1,800 gal		hm	1.0000	0.0023	132.20	0.30
							0.69

Análisis de precios unitarios

Presupuesto
Subpresupuesto

CARRETERA CAÑETE YAUYOS DEL KM 57+900AL 58+200
001 CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 57+000 AL 57+300

Fecha presupuesto 26/11/2008

Partida 01.03.02 PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO CALIENTE (MAC)							
Rendimiento	MO. 200	EQ. 200	Costo unitario directo por : m3		164.63		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	16.14	0.06	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	12.42	0.50	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0800	11.07	0.89	
0147010004	PEON	hh	8.0000	0.3200	10.01	3.20	
							4.65
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	4.65	0.23	
0349030025	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 81-100HP 5.5-20 ton	hm	1.0000	0.0400	106.42	4.26	
0349030043	RODILLO TANDEM ESTATICO AUTOPROPULSADO 58-70HP 8-10 ton	hm	1.0000	0.0400	122.01	4.88	
0349050008	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	hm	1.0000	0.0400	132.79	5.31	
							14.68
Subpartidas							
909701030704	PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALTICA (NO INCLUY. INSUMOS)	m3		1.2000	87.10	104.52	
909801010413	PIEDRA (P/ ASFALTO)	m3		0.6000	35.93	21.56	
909801010414	ARENA (P/ ASFALTO)	m3		0.8000	24.03	19.22	
							145.30

Partida 01.03.03 CEMENTO ASFALTICO DE PENETRACIÓN 85-100							
Rendimiento	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : kg		2.40		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales							
0220010003	CEMENTO ASFALTICO DE PENETRACIÓN 85-100	kg		1.0000	2.40	2.40	
							2.40

Partida 01.03.04 ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30							
Rendimiento	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : lt		3.05		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales							
0213000023	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	L		1.0000	3.05	3.05	
							3.05

Partida 01.03.05 FILLER MINERAL (CAL HIDRATADA)							
Rendimiento	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : kg		0.78		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales							
0229030099	CAL HIDRATADA	kg		1.0000	0.78	0.78	
							0.78

Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto
Subpresupuesto

CARRETERA CAÑETE YAUYOS DEL KM 57+900AL 58+200
001 CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 57+000 AL 57+300

Fecha presupuesto 26/11/2008

Partida PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALTICA (NO INCLUY. INSUMOS)							
Rendimiento	m3/DIA	MO 200.00	EQ.200.00	Costo unitario directo por : m3			87.10
Código	Descripción Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0040	16.14	0.06
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.0400	12.42	0.50
0147010003	OFICIAL		hh	2.0000	0.0800	11.07	0.89
0147010004	PEON		hh	1.0000	0.0400	10.01	0.40
1.85							
Materiales							
0201800002	LUBRICANTE, FILTROS Y GRASAS		%EQ		0.0500	25.15	0.01
0253000002	PETROLEO DIESEL # 2		gal		6.0000	10.00	60.00
60.01							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	1.85	0.09
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3		hm	1.0000	0.0400	128.26	5.13
0349050020	PLANTA ASFALTO EN CALIENTE 60-115 ton/h		hm	1.0000	0.0400	390.50	15.62
0349150005	GRUPO ELECTROGENO 230 HP 150 KW		hm	1.0000	0.0400	109.93	4.40
25.24							

Partida CHANCADO							
Rendimiento	m3/DIA	MO 215.00	EQ.215.00	Costo unitario directo por : m3			17.01
Código	Descripción Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.2000	0.0074	16.14	0.12
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.0372	12.42	0.46
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0744	10.01	0.74
1.32							
Materiales							
0253000002	PETROLEO DIESEL # 2		gal		0.1700	10.00	1.70
1.70							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	1.32	0.07
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3		hm	0.5000	0.0186	128.26	2.39
0349080097	CHANCADORA PRIMARIA SECUNDARIA 5 FAJAS 75 HP 46 - 70 ton/h		hm	1.0000	0.0372	200.05	7.44
0349150005	GRUPO ELECTROGENO 230 HP 150 KW		hm	1.0000	0.0372	109.93	4.09
13.99							

Partida EXTRACCION Y APLAMIENTO DE MATERIAL PARA SUB BASE							
Rendimiento	m3/DIA	MO 420.00	EQ.420.00	Costo unitario directo por : m3			5.40
Código	Descripción Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.2000	0.0038	16.14	0.06
0147010003	OFICIAL		hh	0.2000	0.0038	11.07	0.04
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0381	10.01	0.38
0.48							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.48	0.01
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190 240 HP		hm	1.0000	0.0190	258.35	4.91
4.92							

Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto
Subpresupuesto

CARRETERA CAÑETE YAUPOS DEL KM 57+900AL 58+200
001 CARRETERA CAÑETE - YAUPOS DEL KM 57+000 AL 57+300

Fecha presupuesto 26/11/2008

Partida EXTRACCION Y APLAMIENTO DE MATERIAL PARA BASE							
Rendimiento	m3/DIA		MO.390.00	EQ.390.00		Costo unitario directo por : m3	7.55
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.2000	0.0041	16.14	0.07
0147010003	OFICIAL		hh	0.2000	0.0041	11.07	0.05
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0410	10.01	0.41
Materiales							
0253000002	PETROLEO DIESEL # 2		gal		0.1700	10.00	1.70
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.53	0.02
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	1.0000	0.0205	258.35	5.30
5.32							

Partida TRANSPORTE DE CANTERA A PLANTA CHANCADORA DM = 0.5 KM							
Rendimiento	m3/DIA		MO.660.00	EQ.660.00		Costo unitario directo por : m3	3.69
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL		hh	0.5000	0.0061	11.07	0.07
Equipos							
0346040036	CAMION VOLQUETE 15 m3		hm	1.0000	0.0121	190.18	2.30
0349040011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3		hm	0.5000	0.0061	217.17	1.32
3.62							

Partida EXTRACCION C/ EQUIPO DE CANTERA							
Rendimiento	m3/DIA		MO.400.00	EQ.400.00		Costo unitario directo por : m3	5.44
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.2000	0.0040	16.14	0.06
0147010004	PEON		hh	1.0000	0.0200	10.01	0.20
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	0.26	0.01
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	1.0000	0.0200	258.35	5.17
5.18							

Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto
Subpresupuesto

CARRETERA CAÑETE YAUYOS DEL KM 57+900AL 58+200
001 CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 57+000 AL 57+300

Fecha presupuesto 26/11/2008

Partida ZARANDEO DE MATERIAL SELECCIONADO							
Rendimiento	m3/DIA		MO.199.00	EQ.199.00		Costo unitario directo por : m3	9.01
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.2000	0.0080	16.14	0.13
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.0402	12.42	0.50
0147010004	PEON		hh	3.0000	0.1206	10.01	1.21
Materiales							
0253000002	PETROLEO DIESEL # 2		gal		0.1700	10.00	1.70
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	1.84	0.09
0348040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3		hm	0.2000	0.0080	128.26	1.03
0349080010	ZARANDA VIBRATORIA 4' X 6" X 14" MOTOR ELECTRICO 15 HP		hm	1.0000	0.0402	34.21	1.38
0349150000	GRUPO ELECTROGENO 116 HP 75 KW		hm	1.0000	0.0402	58.30	2.34
0349180002	FAJA TRANSPORTADORA 18" X 5' MOTOR ELECTRICO 3KW 150 ton/h		hm	1.0000	0.0402	15.72	0.63
5.47							

Partida PIEDRA (P/ ASFALTO)							
Rendimiento	m3/DIA		MO.0.00	EQ.0.00		Costo unitario directo por : m3	35.93
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Materiales							
0205010037	AGREGADO PROVENIENTE DE CANTERA (PLANTA DE ASFALTO)		m3		1.0000	4.50	4.50
Subpartidas							
909701031352	CHANCADO		m3		1.4000	17.01	23.81
909701043161	EXTRACCION C/ EQUIPO DE CANTERA		m3		1.4000	5.44	7.62
31.43							

Partida ARENA (P/ ASFALTO)							
Rendimiento	m3/DIA		MO.0.00	EQ.0.00		Costo unitario directo por : m3	24.03
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Materiales							
0205010037	AGREGADO PROVENIENTE DE CANTERA (PLANTA DE ASFALTO)		m3		1.0000	4.50	4.50
Subpartidas							
909701031352	CHANCADO		m3		0.7000	17.01	11.91
909701043161	EXTRACCION C/ EQUIPO DE CANTERA		m3		1.4000	5.44	7.62
19.53							

ANEXO E

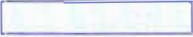
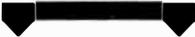
PROGRAMACIÓN DE OBRA

MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 57+900 AL KM 58+200

DISEÑO DE PAVIMENTOS

Id	Item	Task Name	Duración	semana 1							semana 2		
				S	D	L	M	X	J	V	S	D	
1													
2	1.00	Pavimento Flexible	6 días										
3													
4	1.01	Sub-base y Base	3 días										
5	1.01.01	Sub-base Granular (incl. pruebas)	1.5 días										
6	1.01.02	Bse Granular (incl. pruebas)	1.5 días										
7													
8	1.02	Pavimento Asfaltico	3 días										
9	1.02.01	Imprimación Asfaltica	2 días										
10	1.02.01	Pavimento	2 días										

Project: plan PAVIMENTO
Date: 07/12/08

Task		Milestone		External Tasks	
Split		Summary		External Milestone	
Progress		Project Summary		Deadline	

ANEXO F

FOTOS

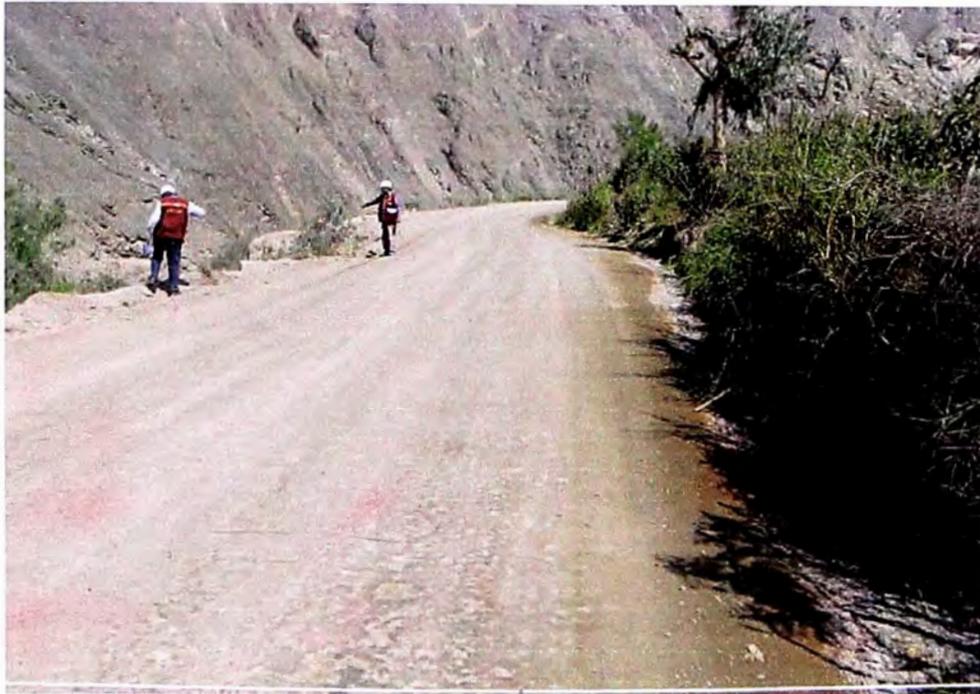


Foto N°01.- Vista del tramo de carretera perteneciente al sector
Km 57+900 – Km 58+200

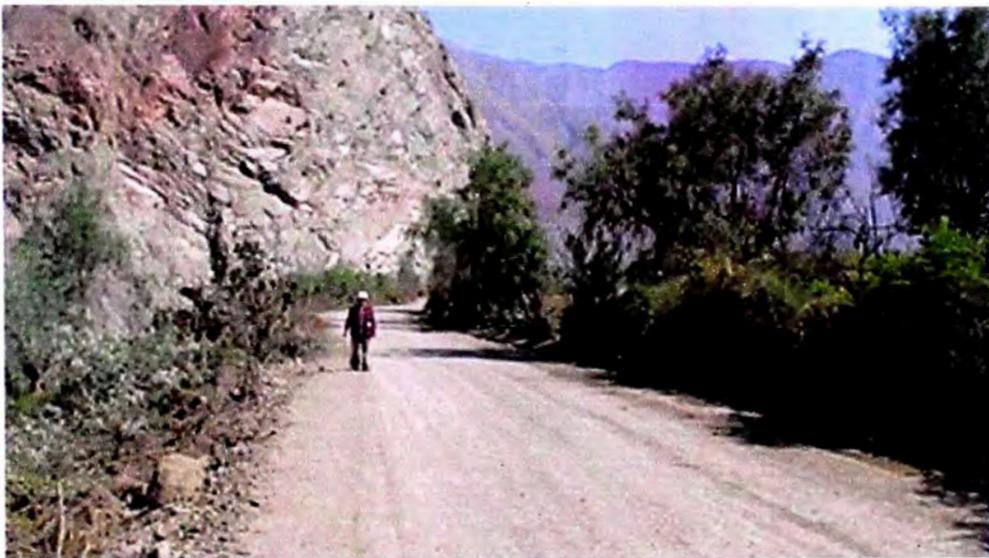


Foto N°02.- Vista de talud (izquierda) y áreas de cultivo (derecha).
Foto inversa respecto al sentido del kilometraje de la carretera



Foto N°03.- Vista zonas críticas de taludes



Foto N°04.- Verificación de la información topográfica en talud



Foto N°05.- Vista de una de las calicatas realizadas para el estudio de suelos



Foto N°06.- Vista de cuneta artesanal existente



Foto N°07.- Vista de la cantera Zuñiga para agregados



Foto N°08.- Vista de la cantera Callanga para material de relleno

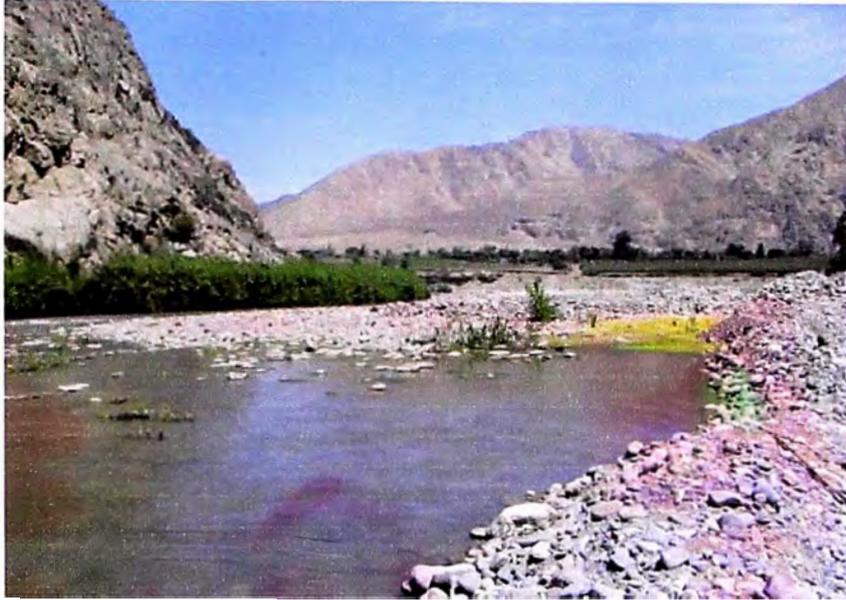


Foto N°09.- Vista de la fuente de agua en el río cañete colindante con la cantera Zuñiga



Foto N°10.- Vista de la segunda fuente de agua Quebrada Picamarán.



Foto N°11.- Vista del botadero ubicado, rumbo al poblado de Caspín.