

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



**MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA
CAÑETE-YAUYOS**

DEL Km. 89+000 AL Km. 94+000

SUPERFICIE DE RODADURA A NIVEL MONOCAPA

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JORGE QUIROZ ALARCON

Lima- Perú

2009

Dedicatoria:

Este trabajo está dedicado a Dios ante todo.

A mis padres Herminio y Elvia por su apoyo moral, material, espiritual y su fe en mi.

A mi esposa Lida, a mis hijos Lucero y Leonel, por el apoyo y compañía de cada día.

A mis hermanas, Rocío, Gladys y Nelly por su aliento, para seguir mi desarrollo profesional.

A mis maestros de la UNI, de quienes aprendí esta noble carrera profesional.

INDICE	
RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS	4
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE SIMBOLOS	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPITULOS I: RESUMEN DEL PROYECTO A NIVEL DE PERFIL	8
1.1 ANTECEDENTES	8
1.2 GENERALIDADES	8
1.3 NOMBRE DEL PROYECTO	9
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	9
1.5 OBJETIVOS ESPECIFICOS	10
1.6 UBICACIÓN	10
1.7 DESCRIPCION DEL PROYECTO	12
1.8 ALTERNATIVAS, ANALISIS Y SELECCIÓN DE LA MAS VIABLE	14
CAPITULOS II: MARCO TEORICO	16
2.1 CAMBIO DE ESTANDAR A SOLUCION BASICA	16
2.1.1 Solución Básica	16
2.2 CONSERVACION POR NIVELES DE SERVICIO	16
2.2.1 Servicio de conservación vial	16
2.2.2 Conservación Vial Rutinaria	16
2.2.3 Conservación Vial Periódica	17
2.2.4 Emergencia Vial	17
CAPITULOS III: ANALISIS Y DISEÑO DEL TRAMO	19
3.1 ESTUDIOS BASICOS	20
3.1.1 Estudio de suelos	20
3.1.2 Método de estudio	20
3.1.3 Descripción de los materiales de fundación	21
3.2 ENSAYOS DE LABORATORIO-ADITIVOS	21
3.2.1 Materiales empleados	21
3.2.2 Laboratorio	23
3.3 PRUEBAS DE ALTERNATIVAS DE CAMBIO DE ESTANDAR	28
3.4 ANALISIS DE RESULTADOS	33
3.4.1 Resumen de Cuadro de Ventajas y Desventajas	33
3.4.2 Normatividad y Especificaciones	35

3.4.3	Conclusiones	36
3.4.4	Calculo del Espesor del Pavimento	37
CAPITULOS IV: PROPUESTA DE CONSERVACION		42
4.1	MANTENIMIENTO RUTINARIO	42
4.2	MANTENIMIENTO PERIODICO	43
4.3	ATENCION DE EMERGENCIAS	45
4.4	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	46
4.4.1	Mantenimiento del pavimento	46
4.4.2	Atención de emergencias viales	48
4.4.3	Niveles de servicio	49
CAPITULOS V: EXPEDIENTE TECNICO		50
5.1	MEMORIA DESCRIPTIVA	50
5.2	ESPECIFICACIONES TECNICAS	51
5.3	PARTIDAS PARA EL CAMBIO DE ESTANDAR	51
5.3.1	Base granular e=10 cm.	51
5.3.2	Base estabilizada con emulsión asfáltica e=5 cm.	56
5.3.3	Tratamiento superficial monocapa	59
5.4	PARTIDAS PARA CONSERVACION	66
5.5	METRADOS	66
5.6	PRESUPUESTO	67
CONCLUSIONES		68
RECOMENDACIONES		69
BIBLIOGRAFIA		70
ANEXO 01		
ANEXO 02		
ANEXO 03		
ANEXO 04		

RESUMEN

El informe es la aplicación práctica de los temas tratados durante el desarrollo del curso de titulación sumándose a esto la experiencia profesional adquirida en los diferentes trabajos de ingeniería que cada uno de los integrantes del curso ha tenido.

El estudio propone desarrollar la conservación vial por niveles de servicio de la carretera Cañete-Yauyos del Km. 89+000 al Km. 94+000 cercano al poblado de Catahuasi y Capillucas, y a su vez elaborar una propuesta de diseño técnico de cambio de estándar, de afirmado a solución básica, un estudio principalmente de la superficie de rodadura, que es parte del proyecto integral de la carretera indicada por especialidad, perteneciente al curso de titulación profesional 2009, según consta los TdR.

El pavimento se encuentra a nivel de Slurry Seal, que actualmente hace labores de mantenimiento el Consorcio Gestión de Carreteras según su contrato establecido.

Para desarrollar este estudio se ha investigado sobre la rentabilidad y la evaluación técnica de la vía, como resultado del estudio se ha visto como la mejor alternativa, un cambio de estándar, con base estabilizada con emulsión asfáltica, y un recubrimiento superficial a nivel monocapa; tratando de minimizar los impactos ambientales que se puedan generar durante la construcción y el funcionamiento de la carretera.

Se tomaron muestras en campo y se realizaron ensayos de laboratorio para verificar la información existente. En base a la información existente se plantean dos canteras para el cambio de estándar, la cantera km. 95+000 para agregados de base granular a estabilizar y la cantera km. 183+000 para agregados para el tratamiento superficial monocapa.

Además se justifica el espesor del pavimento de la capa granular en base al Manual de diseño de carreteras no pavimentadas, y adicionalmente por el método Usace.

LISTA DE CUADROS

CUADRO N° 3.01	Ensayo de Calicata Km.91+500 de Subrasante	21
CUADRO N° 3.02	Cbr. Con aditivos Roadchem	24
CUADRO N° 3.03	Cbr. Con emulsión asfáltica	25
CUADRO N° 3.04	Cbr. Con emulsión asfáltica	26
CUADRO N° 3.05	Resultados de Estabilidad Marshall	26
CUADRO N° 3.06	Resultados del Tramo Experimental	29
CUADRO N° 3.07	Resultados del Tramo Experimental II	30
CUADRO N° 3.08	Resultados del Tramo Experimental III	31
CUADRO N° 3.09	Resultados del Tramo Experimental IV	32
CUADRO N° 3.10	Estabilización de Suelos	33
CUADRO N° 3.11	Recubrimiento Superficial Bituminoso	34
CUADRO N° 3.12	Recomendaciones para la Estabilización	35
CUADRO N° 3.13	Calculo de Espesor de Pavimento	37
CUADRO N° 3.14 :	Cuadro de dosificaciones	39
CUADRO N° 4.01	Programación de Actividades de Emergencia	48
CUADRO N° 4.02	Niveles de Servicio	49
CUADRO N° 5.01	Requerimiento Granulométrico para base granular	52
CUADRO N° 5.02 :	Requerimiento Agregado Grueso	53
CUADRO N° 5.03	Requerimiento Agregado Grueso	54
CUADRO N° 5.04	Especificaciones de los Agregados	59
CUADRO N° 5.05	Gradación de Agregados	60
CUADRO N° 5.06	Especificaciones del Material Bituminoso	61
CUADRO N° 5.07	Dosificaciones	62
CUADRO N° 5.08	Ensayos y Frecuencia	65
CUADRO N° 5.09	Metrados de Cambio de Estándar	66
CUADRO N° 5.10	Presupuesto de Cambio de Estándar	67

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N° 1.01:	Ubicación Del Proyecto	11
FIGURA N° 1.02:	Condiciones Iniciales De la Vía	12
FIGURA N° 1.03:	Tramo De Estudios Y Área De Influencia	13
FIGURA N° 1.04:	Estado De La Sub Rasante Antes Del Cambio De Estándar Km. 94+000	13
FIGURA N° 3.01:	Calicata Del Tramo Km. 91+500	20
FIGURA N° 3.02:	Batido de la Emulsión con el Material	25
FIGURA N° 3.03:	Ensayos Estabilidad Marshall de muestras Estabilizadas	27
FIGURA N° 3.04:	Panorámica del Tramo I Experimental Concluido	29
FIGURA N° 3.05:	Cobertura del Slurry Seal	30
FIGURA N° 3.06:	Panorámica del Tramo Experimental III que cuenta con Cobertura Slurry	31
FIGURA N° 3.07:	Cobertura del Tratamiento Superficial Monocapa	32
FIGURA N° 3.08:	Catalogo estructural	38
FIGURA N° 3.09:	Catalogo de espesores, método USACE	40
FIGURA N° 3.10:	Sección Típica del Tramo en Estudio	41
FIGURA N° 4.01:	Acabado Del Tramo A Nivel Monocapa	47
FIGURA N° 4.02:	Acabado Del Tramo A Nivel Monocapa	47

LISTA DE SIMBOLOS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
TSB	Tratamiento Superficial Bicapa
VAN	Valor Actual Neto
TIR	Tasa Interna de Retorno
B/C	Beneficio / Costo
EE	Eje Equivalente
R	Confiabilidad
PSI	Indice de Serviabilidad Presente
MR	Módulo Resilente
CBR	California Bearing Ratio
SN	Número Estructural
W18	Número estimado de ejes simples equivalentes a 8.2 tn.
So	Error estándar
Δ PSI	Diferencia de serviabilidad
a _i	Coefficiente estructural de la capa "i"
D _i	Espesor de la capa "i"
M _i	Coefficiente de drenaje de la capa gradual "i"
TdR	Términos de referencia

INTRODUCCIÓN

El presente Informe de Suficiencia, “MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA CAÑETE – YAUYOS DEL KM 89+000 AL 94+000” es el proyecto que se propone como alternativa de solución al problema central identificado en el estudio de Perfil, el mismo que ha sido desarrollado en forma grupal durante el programa de titulación. El estudio básico de ingeniería “SUPERFICIE DE RODADURA A NIVEL MONOCAPA” desarrollado en el presente informe, surge como propuesta para definir una estructura de pavimento, con un tratamiento superficial monocapa, ya que esta es una característica técnica de la alternativa seleccionada en el estudio de perfil.

El objetivo principal es de mejorar, la serviciabilidad permanente del transporte de pasajeros y carga en condiciones de continuidad, fluidez y seguridad. Por ello se desarrolla como objetivo específico, una propuesta de diseño técnico del **“cambio de estándar, de afirmado a solución básica”**, como también la conservación vial por niveles de servicio, del tramo en estudio, capaz de atender satisfactoriamente las solicitudes de tránsito actuales y sus proyecciones hacia un horizonte de 7 años, brindando confort y seguridad a los usuarios de la vía.

El informe está dividido en cinco capítulos y una sección de anexos:

En el primer capítulo, Resumen del proyecto a nivel de perfil, se detallan los aspectos generales, sus antecedentes y generalidades así como sus objetivos, la identificación, formulación y evaluación del proyecto, el mismo que se ha desarrollado bajo la metodología propuesta por el Sistema Nacional de Inversión Pública SNIP.

En el segundo capítulo, se hace una recopilación de conceptos como, cambio de estándar, y conservación por niveles de servicio.

El tercer capítulo se analiza y se diseña el tramo de 5 km, de afirmado a solución básica con tratamiento superficial monocapa, en base a pruebas y ensayos realizados por la empresa conservadora, en diferentes tramos.

En el cuarto capítulo se desarrolla una propuesta de conservación vial por niveles de servicio en el tramo de estudio.

Y en el quinto capítulo se elabora un expediente técnico, del cambio de estándar, de afirmado a solución básica, que por fines prácticos del presente informe, está referido sólo a las actividades necesarias para el cambio de estándar.

.CAPITULOS I: RESUMEN DEL PROYECTO A NIVEL DE PERFIL

1.1 ANTECEDENTES

Mediante Resolución Ministerial N° 223-2007-MTC-02, modificada por Resolución Ministerial N° 408-2007-MTC/02, se creó el Programa de “Proyecto Perú” bajo responsabilidad de PROVIAS NACIONAL, se crea con la finalidad de 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.

Con fecha 16 de octubre de 2007, se realiza la Convocatoria para el Concurso Público N° 034-2007-MTC/02, “Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera Cañete – Lunahuana – Pacarán – Chupaca y Rehabilitación del tramo Zúñiga – Dv. Yauyos – Ronchas” por un periodo de 5 años.

Con fecha 27 de diciembre de 2007 se realiza la firma del Contrato N° 288-2007-MTC/20, donde el CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS, asume las obligaciones de “Contratista Conservador” por un periodo de 5 años, cuyo valor asciende a S/.131,589,139.71

El mejoramiento de la carretera en estudio nace de la necesidad de optar por un desvío alternativo para la Carretera Central la cual carece de un adecuado tránsito fluido y rápido debido a características propias de aumento del tráfico, la sección transversal, clima y topografía.

Para fines de estudio se tomará en cuenta la recopilación de datos de dos tramos que son: Tramo 1 Pacaran – Zúñiga y el Tramo 2 Zúñiga – Yauyos.

Solo se tomará estas zonas como referencia de recopilación de datos estadísticos, pero el estudio de Monitoreo será desde el Km 89+000 hasta el Km 94+000, por un periodo de 7 años.

1.2 GENERALIDADES

La vía se desarrolla en la región quechua y sobre una topografía muy accidentada en la mayoría del tramo. El clima es templado con notable diferencia en el día y la noche, el sol y la sombra. La temperatura media anual

fluctúa entre entre 11° C y 16° C; las máximas entre 22° C y 29° C; y las mínimas entre 7° C y 4° C. La humedad atmosférica es poco sensible, aun cuando el suelo es normalmente húmedo, como consecuencia de las lluvias que caen con regularidad en el verano (diciembre a marzo)

Debido a la condición geomorfológica de la zona a lo largo de la cual se desarrolla el trazado de la carretera, presenta las siguientes características generales:

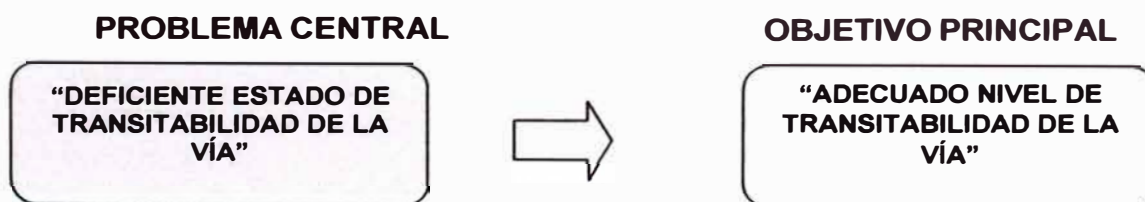
Clasificación de la Vía	:	Red Vial Nacional
Código de Ruta	:	Ruta 22
Categoría de la Vía	:	3ra. Categoría
Velocidad Directriz	:	30 Km/Hora
Ancho de vía útil	:	5.0 metros, prom.
Ancho de Bermas	:	0.50 metros, prom.
Bombeo	:	2.5 %
Pendientes	:	4% - 9%

1.3 NOMBRE DEL PROYECTO

Estudio de Pre Inversión a Nivel de Perfil para el “MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS DEL KM 89+000 AL KM 94+000”

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo principal es alcanzar un adecuado nivel de transitabilidad para el tramo en estudio a través de la ejecución permanente de actividades de conservación rutinaria, conservación periodica, Cambio de estándar, reparaciones menores y atención de emergencias viales las cuales deben de cumplir con las normas vigentes establecidas por el MTC a través de Provias Nacional.



1.5 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Elegir la alternativa adecuada de solución a través de la formulación y evaluación del estudio a nivel perfil.
- Propuesta de diseño técnico de cambio de estándar, de afirmado a solución básica en el tramo de 5 Km.
- Propuesta de conservación vial por concepto de niveles de servicio del tramo indicado.
- Integrar territorialmente al país mediante la comunicación de los centros poblados que integra el área de influencia.
- Mejorar la calidad de vida de los pobladores rurales, beneficiarios del proyecto.

1.6 UBICACIÓN

La carretera Cañete – Yauyos – Huancayo es el denominado Corredor Vial N°13 del Proyecto Perú y forma parte de la Ruta N° PE-22 de la Red Vial Nacional, está ubicado al sureste centro del país que conecta las regiones de Lima y Junín con sus diversas capitales provinciales, distritales y centros poblados localizados en el área de influencia directa de la vía. Su altitud varía desde los 65 m.s.n.m. (Cañete) hasta 3249 (Huancayo) m.s.n.m., su punto más alto se encuentra en el Abra Chaucha ubicada en el Km 195+135 con una altitud de 4751 msnm, y su longitud total es de 284.531Km aproximadamente. Por fines de estudio, el tramo comprende desde el Km 89+000 hasta el Km 94+000.

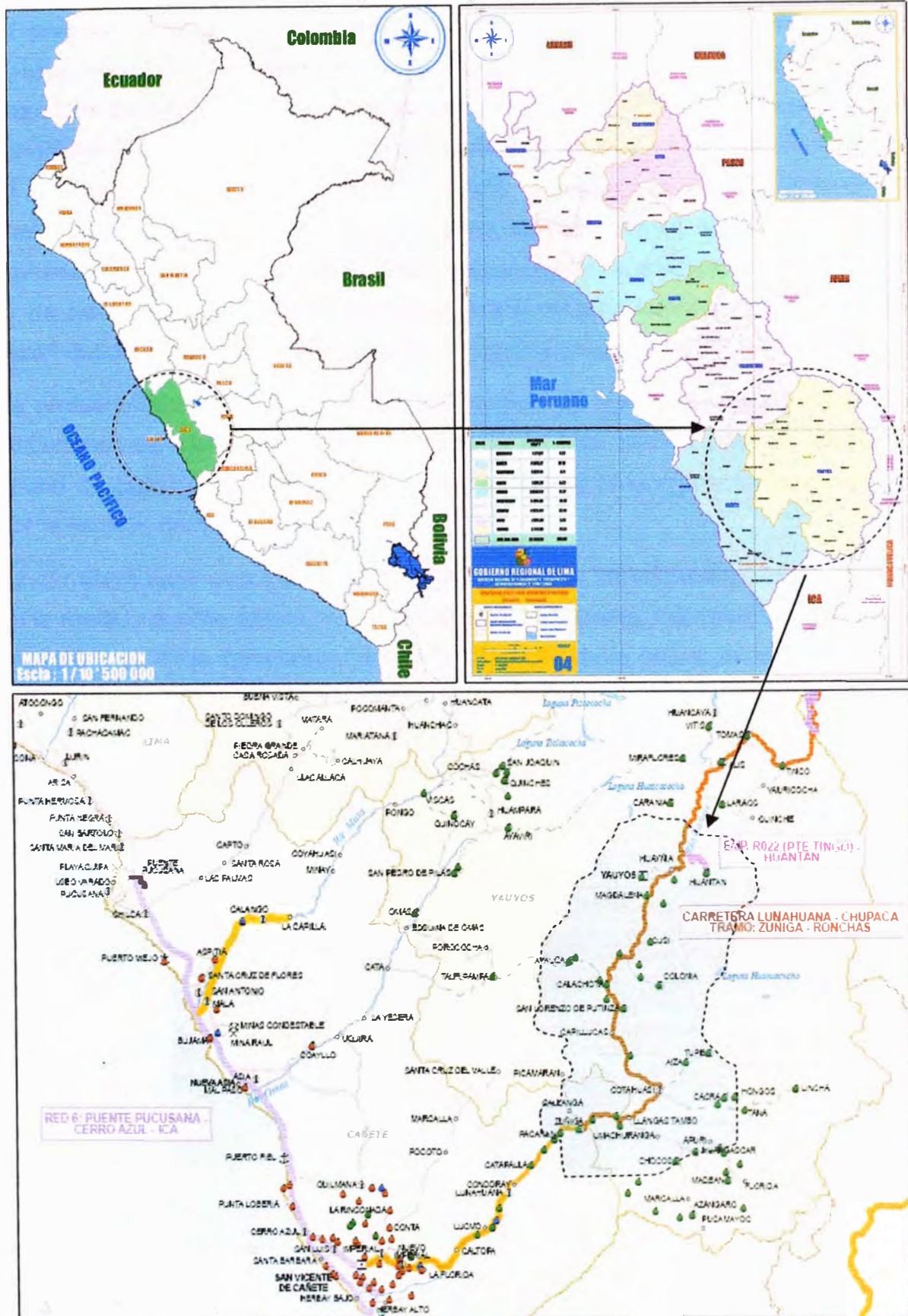


Figura N° 1.01 – Ubicación del Proyecto

Fuente: Elaboración propia

1.7 DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto consiste en proponer un cambio de estándar de afirmado a solución básica, como la propuesta de conservación vial por niveles de servicio de la Carretera Cañete – Yauyos, en el tramo comprendido entre las progresivas KM. 89+000 al Km. 94+000, con una longitud de 5000mt y en un periodo de 7 años.

Al proyectarse la carretera Cañete – Yauyos - Huancayo como ruta alterna a la Carretera Central, se quiere lograr como objetivo central una mejora en la transitabilidad para atender la demanda futura debido a que con el mejoramiento la vía se convertirá en un corredor económico de gran importancia, es por esta razón que es competencia del Estado realizar los trabajos ahí proyectados.

La problemática del servicio actual del servicio de transporte se centra en las dificultades de transitabilidad de la vía, tiene un solo carril a nivel de afirmado, ancho de calzada variable y estrecho en zonas de mayor pendiente, causados por la erosión del río Cañete.

La carretera tiene una topografía bastante sinuosa transformándose en agreste en la medida que se interna en la cordillera de los andes; mientras que se vuelve a ampliar, ya en la cima de la cordillera. El ancho de la actual plataforma vial es variable entre 3m y 6m.



Figura N° 1.02 – Condiciones iniciales de la vía

Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras

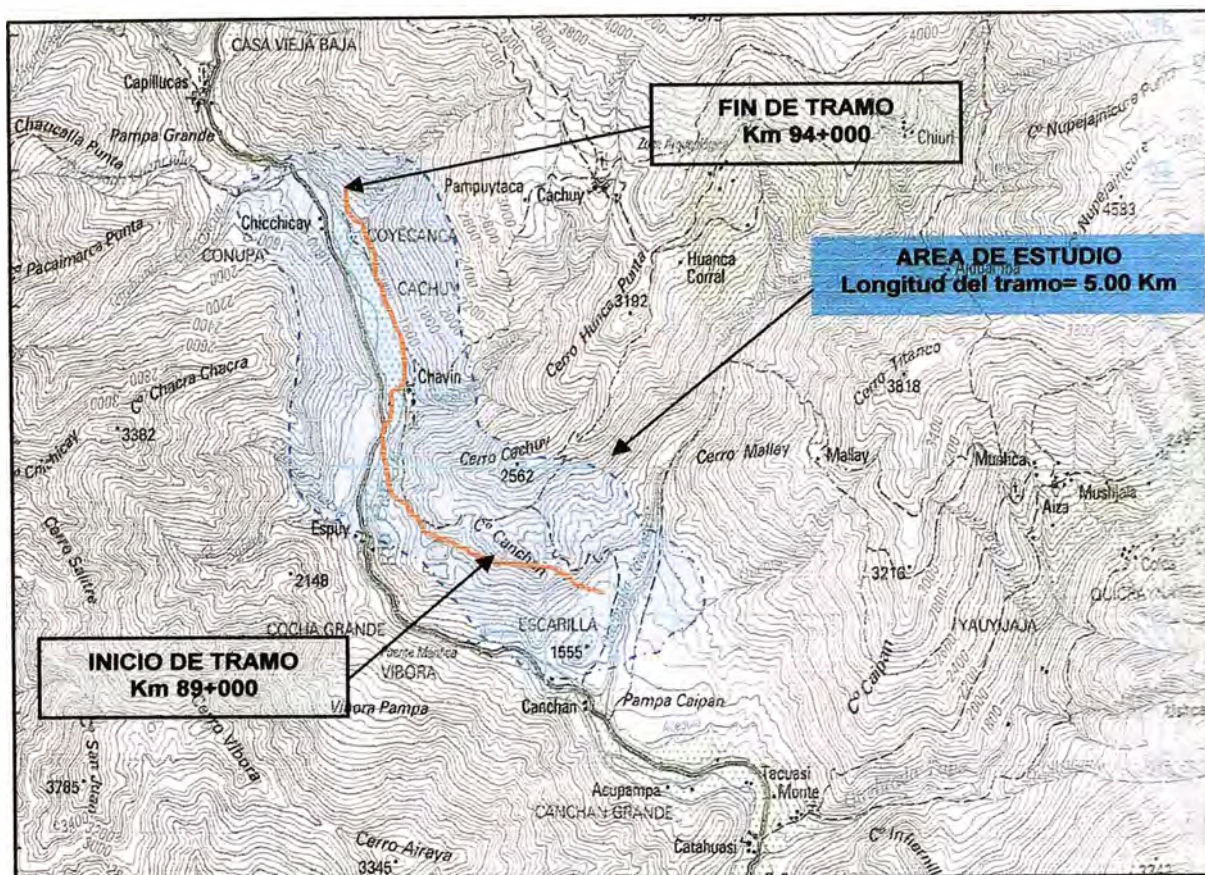


Figura N° 1.03 Tramo de Estudio y Área de Influencia

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 1.04 Estado de la Sub rasante antes del cambio de estándar Km 94+000

Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras

1.8 ALTERNATIVAS, ANALISIS Y SELECCIÓN DE LA MAS VIABLE

Para la presente evaluación consideraremos que las alternativas de solución del proyecto tendrán un horizonte de 7 años.

Los datos del conteo de tráfico fueron extraídos del cuadro de Índice Medio diario anual por tipo de vehículo según tramos viales del estudio de Pre-inversión a nivel de Factibilidad del Proyecto “Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ruta 22 Tramo: Lunahuaná – Dv. Yauyos - Chupaca” proyectados al 2009 con IMD=39, y consecutivamente al año 2016 con IMD=152.

1.8.1 ALTERNATIVAS PLANTEADAS

Alternativa 1: Afirmado

Mejoramiento del nivel de superficie de rodadura del afirmado con una base de 20 cm. de espesor, sub base granular de 15 cm. de espesor, con calzada de 6m. Construcción de muros de contención y mejoramiento del sistema de drenaje (cunetas revestidas con mortero-piedra y alcantarillas de TMC)

Alternativa 2: Tratamiento superficial monocapa

Mejoramiento de la vía mediante la colocación de un tratamiento superficial monocapa de espesor 1,0 cm

Construcción de muros de contención y mejoramiento del sistema de drenaje (cunetas revestidas con mortero-piedra y alcantarillas de TMC)

Alternativa 3: Carpeta Asfáltica

Mejoramiento de las características de diseño de la vía a nivel de carpeta asfáltica en caliente de 5,0 cm. de espesor, base granular de 15 cm. de espesor, sub base granular de 15 cm. de espesor, con calzada de 6,0 m. y bermas variables entre 1,20 m. y 1,0 m. a cada lado.

Construcción de muros de contención y mejoramiento del sistema de drenaje. (Cunetas revestidas con mortero-piedra y alcantarillas de TMC)

1.8.2 BENEFICIOS

La construcción de la carretera generara beneficios atribuibles son:

- a) Reducción de Costos Operativos vehiculares,
- b) Ahorros de tiempos de los usuarios y
- c) Reducción de costos de mantenimiento.

1.8.3 EVALUACION ECONOMICA

La evaluación económica para este caso se realizó por el método del Valor Actual Neto (VAN) y el TIR (Tasa de interés de retorno), considerando una tasa de descuento del 11%. En el anexo 03 se presenta el cuadro del VAN y TIR de la alternativa seleccionada.

1.8.4 CONCLUSIONES

- De la evaluación económica a precios económicos del proyecto, se observa que si la evaluación de las tres alternativas la seleccionada seria la referida al cambio de estándar mediante un **Tratamiento Superficial Monocapa (TSM)** por ser la que mejor comportamiento económico presenta. Esta nueva alternativa es la que mejor se adecua a la realidad del proyecto (De acuerdo al nivel de tráfico existente y proyectado) en comparación con otras alternativas.
- La alternativa seleccionada incluye Mejoramiento de la vía mediante la colocación de un tratamiento superficial monocapa de espesor 1,0 cm, una base de 0.15 m y un mejoramiento de subrasante. Además se plantea la construcción de muros de contención y mejoramiento del sistema de drenaje (Cunetas y Alcantarillas de TMC), se implementará además una adecuada señalización y se incrementara los niveles de seguridad vial. Además se ejecutarán trabajos de protección ambiental

CAPITULOS II: MARCO TEORICO

2.1 CAMBIO DE ESTANDAR A SOLUCION BASICA

Para el presente caso el cambio de Standard se refiere a la aplicación de soluciones básicas con la finalidad de mejorar la transitabilidad de la carretera (no Pavimentada), mediante la colocación de material granular estabilizado y recubiertas con bitumen.

La Solución Básica se aplica sobre la superficie actual en vías no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, previamente reconformada, no se realizan cambios en la geometría por lo tanto no requiere de estudios de ingeniería profundos.

Solución Básica:

Acciones para mejorar la transitabilidad en las vías no pavimentadas. Se interviene la plataforma de la vía adicionando material granular estabilizado recubierto con bitumen. Además se ejecutan mejoras puntuales en el drenaje, no se realiza mejoras en la geometría de la misma.

2.2 CONSERVACION POR NIVELES DE SERVICIO

2.2.1 Servicio de conservación vial:

El servicio de conservación vial es la prestación que se brinda a través de actividades permanentes o periódicas orientadas a preservar los diferentes elementos que conforman la vía, y así garantizar que el transporte terrestre sea cómodo, seguro y económico.

Comprende la conservación vial rutinaria, la conservación vial periódica, la gestión socio ambiental, la prevención y atención de emergencias y, la atención al usuario.

El tiempo del servicio en nuestro estudio es de 7 años.

2.2.2 Conservación Vial Rutinaria:

Actividades de carácter preventivo, se ejecutan a diario y permanentemente para preservar todos los elementos viales con la mínima cantidad de alteraciones o de

daños, tratando de conservar condiciones que tenía después de la construcción, de la conservación periódica, de la rehabilitación o de la reconstrucción.

2.2.3 Conservación Vial Periódica:

Actividades que se ejecutan entre períodos, en general, de más de un año, para evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores.

2.2.4 Emergencia Vial:

Daño imprevisto que experimenta la vía por causa de las fuerzas de la naturaleza o de la intervención humana, y que obstaculiza o impide la circulación de los usuarios de la Vía.

2.2.5 Tratamiento superficial simple:

Un tratamiento superficial simple o chip seal es usado como superficie de rodadura y como capa impermeabilizadora. También es usado como capa de bloqueo de grietas cuando se hace recapeo.

Consiste en una sola aplicación uniformemente distribuida de asfalto diluido o emulsión seguida de una aplicación de árido de tamaño tan uniforme como sea posible. Esto se realiza sobre una superficie acondicionada y con una estructura apropiada a las condiciones de solicitación a que va a estar expuesta. El espesor del tratamiento se aproxima al tamaño nominal máximo de las partículas del agregado pétreo usado en el mismo.

Un tratamiento superficial simple es particularmente para tráfico de rutina liviano y medio, y como un procedimiento de mantenimiento preventivo o provisorio.

Los tratamientos superficiales simples no funcionan como superficie de rodadura de alto tráfico, por lo tanto los tratamientos dobles o triples se pueden diseñar en función del tráfico para proteger la estructura del pavimento, y también se aplican para resistir la acción abrasiva del tráfico y ofrecen resultados más óptimos, cuando se colocan encima de un fresado el cual extrae las zonas fisuradas, onduladas y mezclas mal diseñadas.

2.2.6 Tratamiento superficial Doble:

El tratamiento superficial doble o bicapa consiste en la aplicación de dos riegos de material bituminoso seguido cada uno, respectivamente por la distribución de agregado grueso y fino, luego del cual se puede efectuar una aplicación adicional de material bituminoso. Todo ello sobre una base previamente imprimada.

En un tratamiento superficial doble, el agregado de mayor tamaño se ubica en la primera aplicación, determinando el espesor del tratamiento. La segunda aplicación sirve para llenar los vacíos de la capa de la primera aplicación. El grado en que estos vacíos son llenados, determina la textura y la cantidad de la traba entre el ligante y los agregados del tratamiento superficial.

En los tratamientos superficiales dobles, lo mismo que en los múltiples, la granulometría de los agregados es decreciente de abajo hacia arriba. Es decir, los áridos de la primera aplicación son mayores que los de la segunda y así sucesivamente

CAPITULOS III: ANALISIS Y DISEÑO DEL TRAMO

En base a la formulación y evaluación del estudio a nivel perfil de la carretera Cañete – Yauyos, tramo Km.89+000-Km.94+000, se define como alternativa de solución, un tratamiento superficial monocapa.

Teniendo en consideración que el tema específico del presente informe es la superficie de rodadura, en el presente capítulo se desarrolla el análisis y diseño de la estructura del pavimento a nivel de solución básica, y a la vez justificar la alternativa propuesta.

En tal sentido para el diseño de la estructura de la capa granular, se tomará como base las pruebas y/o ensayos realizados en laboratorio por el Consorcio Gestión de Carreteras, referidas al concepto de estabilización de bases granulares con aditivos y/o emulsiones asfálticas.

Para el recubrimiento de la capa granular, se justifica el tratamiento superficial, en base a pruebas realizadas en 4 tramos de la carretera, con las diferentes alternativas de recubrimiento superficial.

Por último se diseña el espesor de la capa granular, por el método que recomienda el Manual de diseño de carretera no pavimentada para bajo volumen de tránsito, la cual se tendrá definido el pavimento.

Debido a que en el país se tiene escasa experiencia con este tipo de soluciones, la estructura del pavimento (que se defina en el estudio), y la medición de su permanencia y serviciabilidad en el tiempo, permitirá reformular las políticas de mantenimiento vial, y analizar el real costo/beneficio que significará su aplicación, de tal forma que permitan obtener caminos con mayor serviciabilidad bajo las severas condiciones climáticas de nuestro país.

3.1 ESTUDIOS BASICOS

Para lograr el objetivo se requieren estudios básicos que sirven como fundamento para el desarrollo del cambio de estándar a solución básica, incidiendo principalmente en el empleo de técnicas y materiales de construcción no convencionales (estabilizadores).

Para ello se ha recopilado información de ensayos de laboratorio principalmente del Consorcio Gestión de Carreteras, como de la visita de campo y otros, que conllevará a la estructuración del pavimento.

3.1.1 Estudio de suelos

Este capítulo se desarrolla, con la finalidad de definir los tipos de suelos que se encuentran bajo la actual superficie granular de rodadura, esencialmente en el tramo de estudio, así como su posible comportamiento durante el periodo de servicio del pavimento.

El Consorcio Gestión de Carreteras, realizó el estudio de suelos, y a su vez las calicatas fueron ubicadas en diferentes puntos, a lo largo de la vía total.

3.1.2 Método de estudio

Las calicatas efectuadas tienen una profundidad comprendida entre 1,0m y 1,5m. Se ha tomado información correspondiente a las características físicas y espesores de los materiales encontrados en los diferentes estratos.



Figura N° 3.01 Calicata del tramo Km. 91+500

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Descripción de los materiales de fundación

A las muestras obtenidas se les han efectuado los siguientes ensayos estándar:

ENSAYOS ESTANDARES DEL TERRENO DE FUNDACION KM.89+000-KM.94+000		
DESCRIPCION	NORMA	VALOR
Análisis granulométrico por tamizado	(ASTM C-136)	Certificado
Indice de plasticidad	(ASTM D-4318)	11%
Clasificación SUCS	(ASTM D-2487)	A-2-6
Clasificación para vías de transportes (AASHTO)	(ASTM D-3282)	SC
Contenido de humedad	(ASTM D-2216)	7%
Proctor modificado	(ASTM D-1557)	2,00 gr/cm ³
California Bearing Ratio (CBR) al 95% MDS.	(ASTM D-1883)	19% de MDS

Cuadro N° 3.01 Ensayos de calicata Km. 91+500, de subrasante

Fuente: Elaboración propia

A partir de los 0,40m se ha encontrado bolonería entre 40% y 50% cuyo tamaño máximo es de 7”.

3.2 ENSAYOS DE LABORATORIO-ADITIVOS

3.2.1 MATERIALES EMPLEADOS

Para tal efecto se ha realizado estudios de los materiales de cantera que se emplearán en los diseños de las alternativas de tratamiento o estabilización de suelos.

Previo a la aplicación en campo de los estabilizadores de suelos (tramos de prueba), se han estudiado los materiales a emplearse para establecer su idoneidad.

- **Agregados Cantera Km. 95+000**

Son agregados que corresponden a rocas trituradas ubicadas en las progresivas Km. 95+000, al lado de la carretera Zúñiga – Dv. Yauyos.

Este material es gravoso y clasifica en el sistema SUCS como GW-GM y GP-GM, mientras que en el sistema AASHTO es A-1-a (0). El tamaño nominal máximo es de 1 ½”, y se trata de un material limpio, con poca plasticidad (%)

Pasa Malla N° 200 = 7%). Su Equivalente de Arena es variable entre 54% y 56%.

El CBR de estos materiales se encuentra entre 96% y 99%, al 100% de su MDS.

- **Agregados Cantera Km. 183+000 (Agregados para TSM)**

Es un depósito coluvial, cuyos agregados son de forma subangular. El tamaño de los agregados se encuentra entre ½" y la malla N° 8 (2,36mm).

Su abrasión es 29%, y sometida al ensayo de Durabilidad con Sulfato de Magnesio se obtiene 14,1%, su Peso Específico se encuentra en 2,773 g/cm³, y su Peso Unitario compactado es 1 463 kg/m³.

Las Sales Solubles totales medidas, se encuentran por debajo de lo exigido por la especificación EG 2000 (0,04% < 0,5%).

- **Aditivo estabilizador de suelos Roadchem**

El aditivo estabilizador de suelos Roadchem es un derivado del petróleo. Los proveedores del producto lo describen como "un vehículo líquido que incorporado en pequeños volúmenes a suelos granulares, mejora sus propiedades físicas y reduce el esfuerzo de compactación permitiendo en consecuencia construir caminos duraderos a bajo costo.

El aditivo Roadchem también aumenta la capacidad portante formando una capa más impermeable que la que puede esperarse en el caso de un suelo no tratado.

Para lograr la compactación es necesario un mínimo de **200 mililitros de Roadchem por m³ suelto** que se mezclan con agua en el tanque regador en proporciones desde 1:150 a 1:500 según las condiciones atmosféricas.

La hoja técnica del producto indica que tiene las siguientes características:

pH = 1

Densidad con picnómetro = 1,10

Viscosidad cps = 300 / 386

Color verde

La dosificación no es constante, sino que el proveedor efectúa ajustes y establece diferentes dosificaciones del producto de acuerdo a los suelos que se requiere estabilizar.

- **Emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta.**

Empleada para la estabilización de las capas base del pavimento, según el proveedor Bituper, este asfalto tiene buena habilidad para mezclar con los agregados, es decir el asfalto demora un buen tiempo en sufrir coalescencia. Esta emulsión está dentro de la clasificación de las LENTAS pero presenta un mayor tiempo de rotura que las propias lentas, lo que le permite alcanzar una buena trabajabilidad.

Estas emulsiones están diseñadas para reaccionar lentamente con el agregado y revertir del estado de emulsión al de asfalto.

3.2.2 LABORATORIO

Se han efectuado los ensayos físicos-mecánicos para caracterizar los materiales a emplearse en los trabajos de estabilización los que han permitido verificar su buena calidad; así mismo también se han analizado ensayos de CBR y Estabilidad Marshall, con la finalidad de establecer la afinidad y comportamiento mecánico de los materiales estabilizados.

Ambos ensayos permitirán definir la mejora en la capacidad estructural del material, mientras que el ensayo Marshall permitirá además definir el coeficiente estructural respecto de las mezclas asfálticas convencionales (según AASHTO).

Para efecto del estudio, se ha considerado el empleo de dos tipos de materiales estabilizadores: la emulsión asfáltica y el aditivo Roadchem.

Se han efectuado ensayos de laboratorio previamente al diseño del pavimento, específicamente para verificar su comportamiento CBR (valor soporte) y estabilidad Marshall. Los resultados de los ensayos son los siguientes:

- **Ensayos de CBR con aditivo Roadchem.**

Estos ensayos se efectuaron en el laboratorio de obra, con una variación a lo señalado en la norma ASTM D 1883, en lo que respecta a la saturación de las muestras, ya que éstas solo han sido curadas a medio ambiente. Para efectos de comparación, se efectuaron las pruebas para las mismas condiciones de curado, con aditivo y sin aditivo. Los resultados obtenidos son los siguientes:

SECTOR	CBR al 100% de MDS (%) SIN ADITIVO	CBR al 100% de MDS (%) CON ADITIVO
Km. 93+740 – Km. 94+240	50,7	59,1
Km. 126+500 – Km. 127+000	54,4	61,6

Cuadro N° 3.02: Cbr con aditivo Roadchem

Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras

Se debe señalar que la estabilización se efectuó al suelo existente en plataforma en la plataforma vial, sin la adición de agregados seleccionados de canteras.

Como se observa, el empleo del aditivo ha permitido una mejora (incremento) en el CBR entre 13% y 17%.

- **Ensayos de CBR con emulsión asfáltica.**

Se efectuaron ensayos de CBR a muestras de agregados con emulsión asfáltica de rotura lenta en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C., con diferentes dosificaciones de emulsión asfáltica.

Como se observa en la figura N° 3.02, se ha batido y homogenizado la emulsión previo a su mezcla con los agregados; de la misma manera se ha trabajado como referencia con el óptimo contenido de humedad obtenido con el ensayo de Proctor Modificado.

Los testigos resultantes fueron curados a medio ambiente.



Figura N° 3.02 Batido de la emulsión con el material
Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras

Se ha determinado que el agua contenida en la emulsión asfáltica es de 35%; la cual también se está considerando como aportante para llegar al Óptimo Contenido de Humedad del material.

Los resultados obtenidos para los agregados de las Canteras Km. 65+000 y Km. 220+000, con diferentes condiciones de emulsión asfáltica son los siguientes:

ESTABILIZACIÓN CON AGREGADOS DE LA CANTERA Km. 95+000

CANTIDAD DE EMULSIÓN ASFÁLTICA	CBR al 100% de MDS (%)
Sin emulsión, saturado por 4 días (ASTM D 1883)	99
Sin emulsión, no saturado, penetrado a 6 días	104
Con 2% de asfalto residual, no saturado, penetrado a 6 días	97
Con 3% de asfalto res.no saturado, penetrado a 6 días	106

Cuadro N° 3.03: Cbr. Con emulsión asfáltica
Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras

ESTABILIZACIÓN CON AGREGADOS DE LA CANTERA Km. 220+000

CANTIDAD DE EMULSIÓN ASFÁLTICA	CBR al 100% de MDS (%)
Sin emulsión, saturado por 4 días (ASTM D 1883)	33
Con 2% de asfalto residual, no saturado, penetrado a 4 días	32
Con 3% de asfalto residual, no saturado, penetrado a 4 días	29

Cuadro N° 3.04: Cbr. Con emulsión asfáltica

Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras

Al igual que el caso anterior, no se observa que el asfalto, al menos en la cantidad empleada, afecte o modifique al CBR obtenido con el material natural, esto por sus propiedades elásticas.

- **Ensayo Estabilidad Marshall**

Se han moldeado testigos de muestras de agregados de la cantera Km. 220+000 y dosificaciones de 2% y 3% de emulsión asfáltica, con la finalidad de verificar su comportamiento sometido a esfuerzo diametral con el ensayo de Estabilidad Marshall.

Los agregados de esta cantera tienen 15% que pasa la malla N° 200, y un Índice Plástico de 10%, su clasificación en el sistema SUCS es GC y en el AASHTO A-2-4(0); es decir es más sucia de lo que recomiendan las especificaciones para su estabilización con asfalto, sin embargo se han obtenido los siguientes resultados:

ESTABILIZACIÓN CON AGREGADOS DE LA CANTERA Km. 220+000

PARÁMETRO	2% de asfalto residual		3% de asfalto residual	
	M1	M2	M3	M4
ESTABILIDAD (kg)	1 124,8	1 494,5	1 200,8	1 004,0
FLUJO (0,01 pulg)	13	12	8	9

Cuadro N° 3.05: Resultados de Estabilidad Marshall

Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras

Los testigos han sido ensayados luego de un periodo de 7 días de curado a medio ambiente.

A diferencia de los resultados de CBR, la Estabilidad Marshall de los testigos es bastante alta, lo cual se explicaría por lo siguiente:

- La muestra de la cantera ensayada es plástica, y el curado a medio ambiente de los pequeños testigos a producido la cohesión de los finos, a lo cual a contribuido el asfalto.
- Otro aspecto a considerar, es la energía de compactación aplicada (según Marshall), la cual es superior a la empleada en un ensayo de CBR.
- Los testigos estabilizados, no han sido sometidos previamente al baño maría por 30 minutos y a 60°C, como lo señala el método Marshall para mezclas asfálticas.



Figura N° 3.03 Ensayos estabilidad Marshall de muestras estabilizadas

Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras

Los resultados del flujo, indican sin embargo un adecuado comportamiento para la mezcla estabilizada con 2% de asfalto residual.

El comportamiento es aceptable, lo recomendable es verificar la trabajabilidad en campo. Se debe señalar también, de las diferentes mezclas efectuadas, que se

ha obtenido una mejor consistencia, mojando ligeramente los agregados antes de adicionar la emulsión asfáltica.

3.3 PRUEBAS DE ALTERNATIVAS DE CAMBIO DE ESTANDAR

Con los resultados obtenidos en laboratorio se procedió a verificar el comportamiento y dificultad de la aplicación en la estabilización de materiales, en campo.

Se han efectuado 4 tramos de prueba en la carretera: Zúñiga – Dv. Yauyos (Km. 57+000 – Km. 130+000), los cuales se describirán a continuación.

A continuación se efectúa una breve descripción de los tramos estabilizados:

Tramo I:

	DESCRIPCIÓN
UBICACIÓN	Km. 125+500 - Km, 126+000
FECHAS	Estabilización de afirmado con emulsión 30-04-08 Colocación de slurry seal 06-06-08
MATERIALES Y DOSIFICACIÓN	Agregados de cantera Km. 113+600(SM/A-1-a(0)) Emulsión asfáltica cationica de rotura lenta BP-CSE, 0,37 gl/m2
EVALUACIÓN DEL TRAMO	La adherencia obtenida entre el slurry seal y la capa asfáltica estabilizada, es excelente. Buen comportamiento del conjunto

ESTRUCTURA RESULTANTE DE PAVIMENTO:

ESTRUCTURA	SUBTRAMO I-A	SUBTRAMO I-B
	Km. 125+500 - Km,125+850, L = 350 m	Km. 125+850 - Km. 126+000, L = 150 m
Afirmado	7 cm	7 cm
Afirmado estabilizado con Emulsión	5 cm	5 cm
Slurry Seal		1 cm

Cuadro N° 3.06: Resultados del tramo experimental I

Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras



Figura N° 3.04 Panorámica del tramo I experimental, concluido

Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras

Tramo II:

	DESCRIPCIÓN
UBICACIÓN	Km. 126+000 - Km, 126+500
FECHAS	Conformación de afirmado 29-04-08 Colocación de slurry seal 06-06-08
MATERIALES Y DOSIFICACIÓN	Agregados de cantera Km. 113+600(SM/A-1-a(0)) La capa de slurry seal se coloco directamente sobre el afirmado
EVALUACIÓN DEL TRAMO	La adherencia obtenida entre el slurry seal y la capa de afirmado es Buena. Buen comportamiento del conjunto.

ESTRUCTURA RESULTANTE DE PAVIMENTO:

ESTRUCTURA	SUBTRAMO II-A Km. 126+000 - Km,126+350, L = 350 m	SUBTRAMO II-B Km. 126+350 - Km. 126+500, L = 150 m
Afirmado	12 cm	12 cm
Slurry Seal		1 cm

Cuadro N° 3.07: Resultados del tramo experimental II

Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras

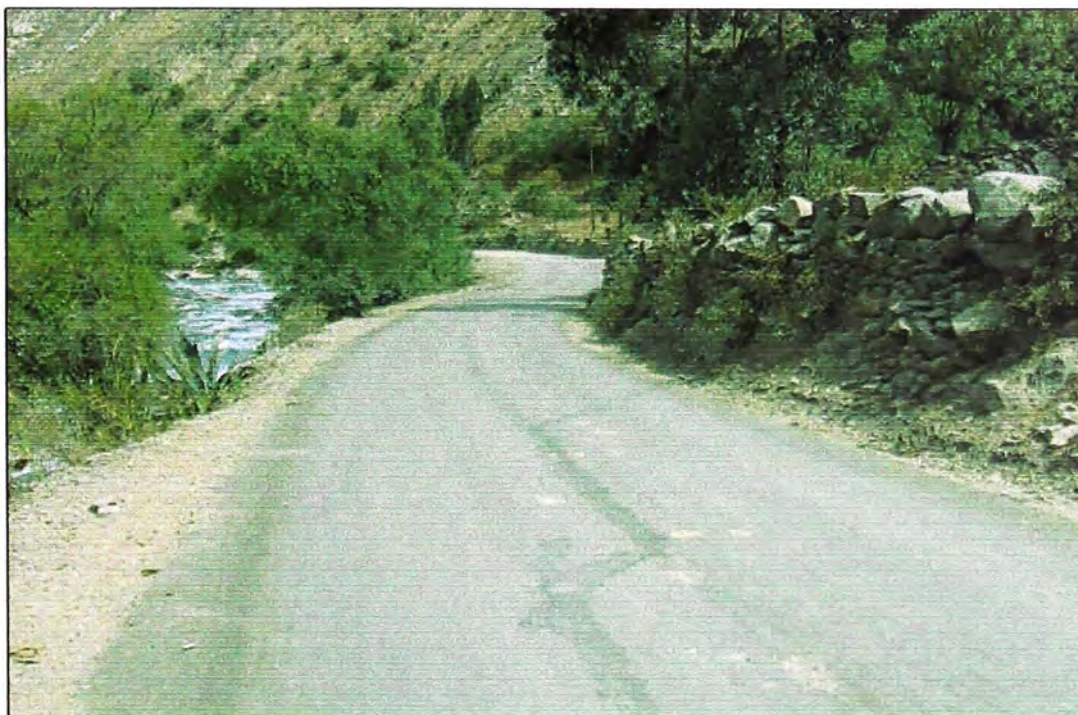


Figura N° 3.05: Cobertura del Slurry Seal

Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras

Tramo III:

	DESCRIPCIÓN
UBICACIÓN	Km. 126+500 - Km, 126+990
FECHAS	Estabilización de afirmado con Roadchem el 28-04-08 Colocación de slurry seal 06-06-08
MATERIALES Y DOSIFICACIÓN	Agregados de cantera Km. 113+600(SM/A-1-a(0) Estabilizador de suelo Roadchem, 0, 0025l/m ²
EVALUACIÓN DEL TRAMO	La adherencia obtenida entre el slurry seal y la capa afirmada estabilizada con Roadchem, no es buena

ESTRUCTURA RESULTANTE DE PAVIMENTO:

ESTRUCTURA	SUBTRAMO III-A	SUBTRAMO III-B
	Km. 126+500 - Km,126+850, L = 350 m	Km. 126+850 - Km. 126+990, L = 140 m
Afirmado estabilizado con Roadchem	12 cm	12 cm
Slurry Seal		1 cm

Cuadro N° 3.08: Resultados del tramo experimental III

Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras

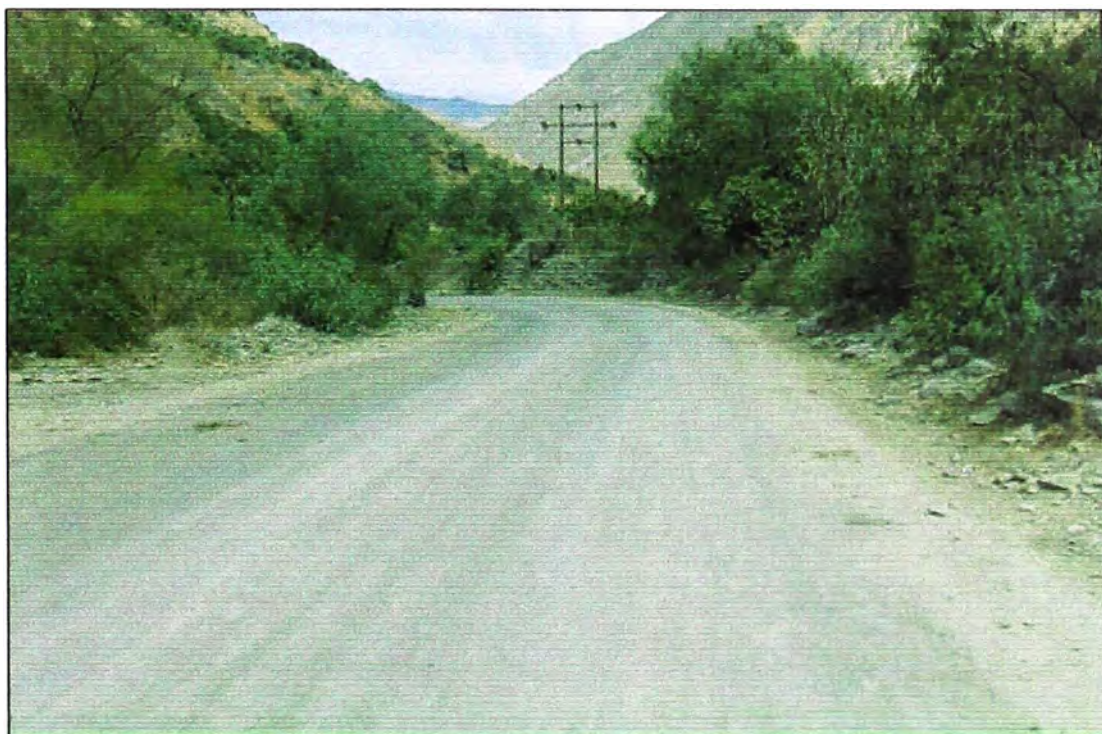


Figura N° 3.06 Panorámica del Tramo Experimental III, que cuenta con cobertura de slurry

Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras

Tramo IV:

	DESCRIPCIÓN
UBICACIÓN	Km. 75+300 - Km, 75+500
FECHAS	Estabilización de afirmado con emulsión el 15-07-08 Colocación de monocapa 24-07-08
MATERIALES Y DOSIFICACIÓN	Agregados de cantera Km. 95+000(GW-GM/A-1-a(0)). Emulsión asfáltica BP-CSE-1 para estabilización Asfalto líquido RC-250 para tratamiento monocapa
EVALUACIÓN DEL TRAMO	El tratamiento monocapa se coloco directamente sobre afirmado estabilizado (sin sello), presentando muy buen adherencia.

ESTRUCTURA RESULTANTE DE PAVIMENTO:

ESTRUCTURA	SUBTRAMO IV-A	SUBTRAMO IV-B
	Km. 75+300 - Km,75+400, L = 100 m	Km. 75+400 - Km. 75+500, L = 100 m
Afirmado	7 cm	7 cm
Afirmado estabilizado con Emulsión	5 cm	5 cm
Tratamiento asfaltico Monocapa		0,9 cm

Cuadro N° 3.09: Resultados del tramo experimental IV

Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras

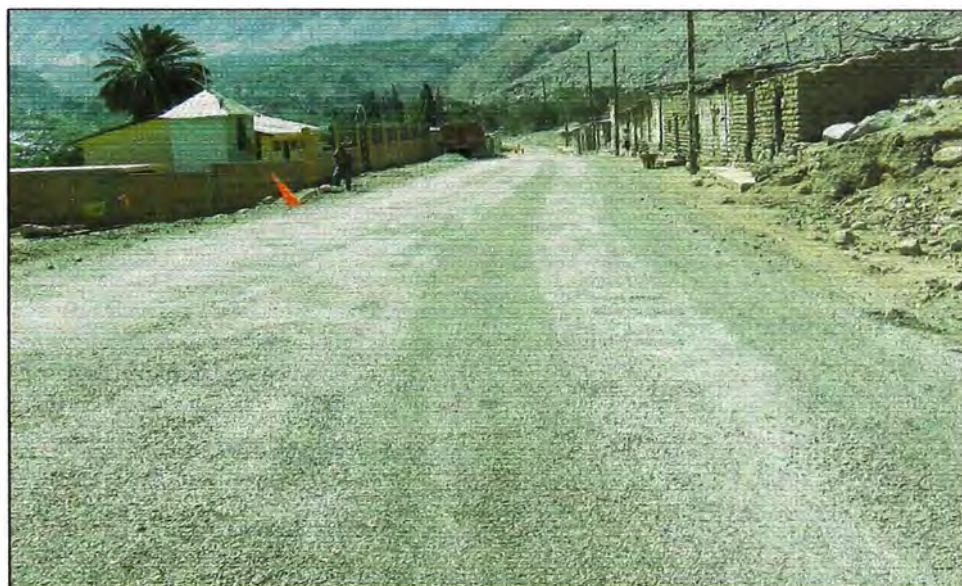


Figura N° 3.07 Cobertura de tratamiento superficial monocapa

Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras

Esta fue la alternativa que se concluyó era la más conveniente, con su cubierta monocapa asfáltica.

3.4 ANALISIS DE RESULTADOS

3.4.1 RESUMEN DE CUADRO DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Los resultados obtenidos en laboratorio y en campo son lo siguiente:

ESTABILIZACION DE SUELOS

ALTERNATIVA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Road Chem	Aumenta la capacidad de soporte de suelo	La adherencia es mínima con un recubrimiento superficial
		Presenta fisuras en corto plazo
		Es recomendable para suelos con alto porcentaje de finos.

ALTERNATIVA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Emulsión Asfáltica	Aumenta la capacidad de soporte de suelo	Presenta fisuras en corto plazo
	La adherencia es buena con un recubrimiento superficial bituminoso	La emulsión asfáltica es un material propenso a romper durante su almacenamiento
	Disminuye la permeabilidad del suelo estabilizado Es recomendable para suelos con plasticidad baja	

Cuadro N° 3.10: Estabilización de suelos

Fuente: Elaboración propia

RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO

ALTERNATIVA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Slurry Seal	El acabado es más uniforme	<p>Refleja inmediatamente las fisuras que provengan de la capa inferior</p> <p>Las dimensiones del equipo que se utiliza para la aplicación del Slurry Seal, dificultan su maniobrabilidad.</p> <p>La interrupción del tránsito después de su colocación debe durar entre 4 y 5 horas</p> <p>La emulsión asfáltica es un material propenso a romper durante su almacenamiento</p> <p>Debido a la irregularidad en los anchos de la vía, se presentaría la necesidad de ejecutar algunas partes manualmente lo que resultaría en acabados diferentes</p> <p>El procedimiento constructivo requiere espacios o playas a lo largo de la vía para el almacenamiento de los agregados. Lo que no se da en muchos tramos de la vía</p>
Monocapa con Emulsión	No refleja las posibles fisuras que se produzcan en la capa inferior	<p>Se presentan problemas de rotura prematura de la emulsión durante la aplicación</p> <p>La interrupción del tránsito después de su colocación debe durar entre 4 y 5 horas.</p> <p>La emulsión asfáltica es un material propenso a romper durante su almacenamiento</p>
Monocapa con Rc-250	<p>La apertura del tránsito después de su colocación es inmediata</p> <p>No refleja las posibles fisuras que se produzcan en la capa inferior</p> <p>El empleo de equipo convencionales garantizan la culminación oportuna de los trabajos</p> <p>La experiencia que se tiene trabajando con este material, influirá en que la calidad de los trabajos sea optima</p>	Tiene restricciones medioambientales en su uso

Cuadro N° 3.11: Recubrimiento superficial bituminoso

Fuente: Elaboración Propia

3.4.2 NORMATIVIDAD Y ESPECIFICACIONES

En el “Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito” del MTC, tratan sobre el tema de estabilización, del cual podemos asimilar estas recomendaciones de uso.

Área	Clase de suelo	Tipo de aditivo estabilizador recomendado	Restricción en LL y IP del suelo	Restricción en el porcentaje que pasa la malla 200	Observaciones
1A	SW o SP	(1) Asfalto			
		(2) Cemento Portland			
		(3) Cal-cemento-cenizas volantes	IP no excede de 25		
1B	SW-SM o SP-SM o SW-SC o SP-PC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		
		(2) Cemento Portland	IP no menor de 30		
		(3) Cal	IP no excede de 12		
		(4) Cal-cemento-cenizas volantes	IP no excede de 25		
1C	SM o SC o SM-SC	(1) Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		(2) Cemento Portland	(b)		
		(3) Cal	IP no excede de 12		
		(4) Cal-cemento-cenizas volantes	IP no excede de 25		
2A	GW o GP	(1) Asfalto			Solamente material bien graduado
		(2) Cemento Portland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la malla N° 4
		(3) Cal-cemento-cenizas volantes	IP no excede de 25		
2B	GW- GM o GP-GM o GW-GC o GP-GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado
		(2) Cemento Portland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la malla N° 4
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-cemento-cenizas volantes	IP no excede de 25		

Cuadro N° 3.12: Recomendaciones para la estabilización

Fuente: Manual de especificaciones técnicas de construcción MTC.

El cuadro nos indica que para las características de los materiales con que cuenta el proyecto, la solución mas factible es el empleo de asfalto, entendiéndose esto como la estabilización de los materiales con asfalto.

3.4.3 CONCLUSIONES DE LOS ENSAYOS

- Las pruebas en laboratorio y campo han permitido establecer, que con el empleo de los estabilizadores de suelos se logra un mejor comportamiento de la capa granular, lo cual conlleva a mejorar o mantener el estándar de la serviciabilidad.
- De los elementos estabilizantes analizados el que mejores resultados ha arrojado es la emulsión asfáltica. Mientras que con el aditivo Roadchem se obtenía una mezcla semirígida y degradable con la fricción de los neumáticos, la emulsión asfáltica permitió una mezcla mucho más flexible y cohesiva, además de presentar mejor afinidad (adherencia) con las superficies asfálticas de rodadura colocadas.
- Como superficie de rodadura se concluye que mejor performance se obtendría con un tratamiento monocapa, ya que el empleo de materiales con plasticidad de todas maneras va a generar fisuras en el afirmado, lo cual se puede controlar con esta capa de rodadura. En cambio el slurry seal, debido a que es una capa cerrada reflejaría inmediatamente la falla, iniciando su proceso de deterioro. Además se tiene también restricciones en la aplicación por las grandes dimensiones de la maquinaria en sectores angostos de la carretera, lo cual la hace inaplicable. En este sentido la aplicación de un monocapa es mucho más versátil y de aplicación más difundida.

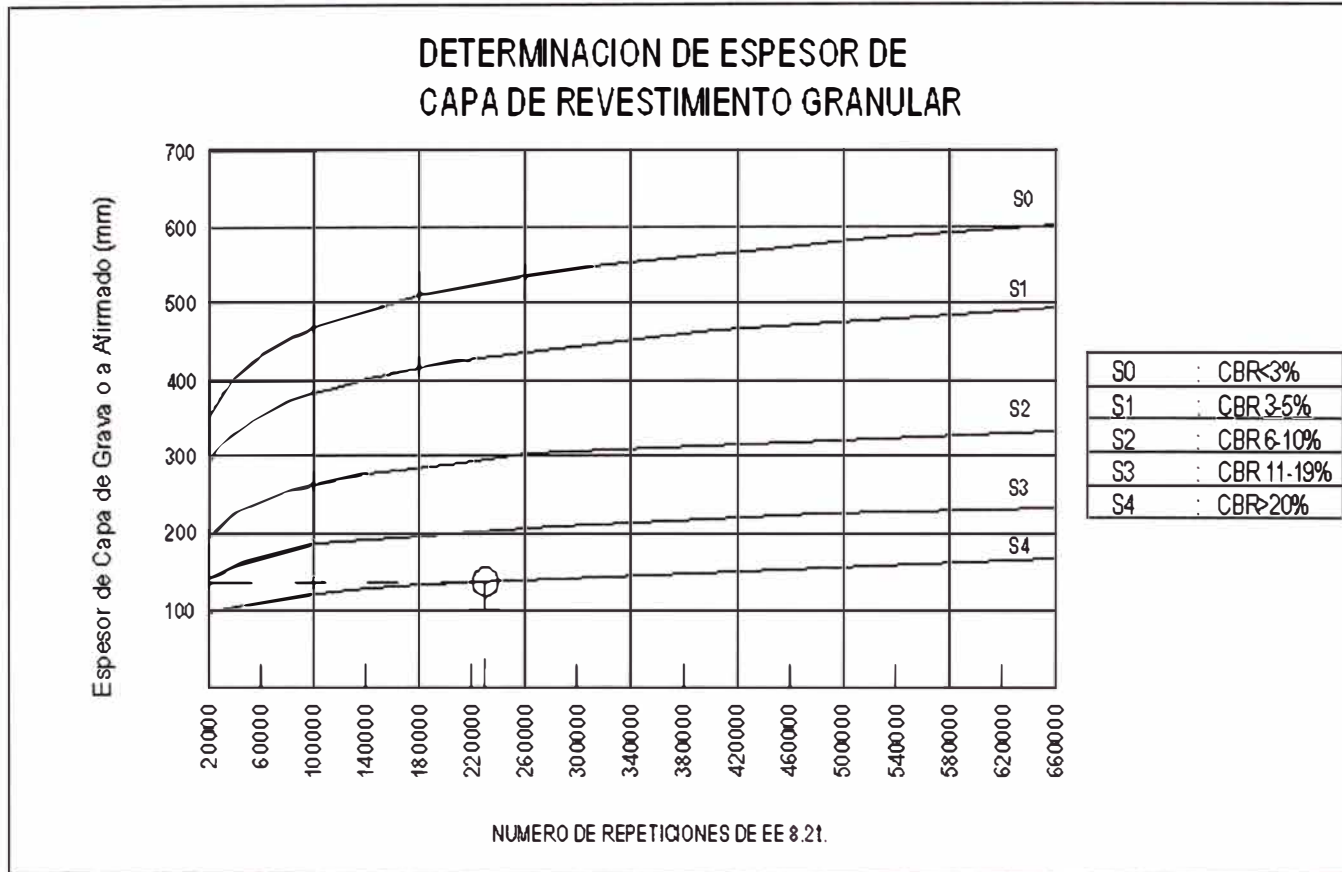
3.4.4 CALCULO DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO

CALCULO DE ESPESOR DEL PAVIMENTO								
CARRETERA:		CAÑETE-YAUYOS						
TRAMO:		KM. 89+000-94+000						
DEL ESTUDIO A NIVEL PERFIL								
IMD 2009:		39						
PERIODO:		7 AÑOS						
IMD 2016:		152						
CBR:		20%						
IMD	VEH.PES.	5 AÑOS Nro. REPETICIONES EE 8,2 Tn.		10 AÑOS Nro. REPETICIONES EE 8,2 Tn.				
.			
.			
150	43	203,473		235,881				
160	45	209,286		242,62				
.			
.			
PROPORCIONALMENTE PARA 7 AÑOS: <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>EE 82,Tn:</td> <td>(204000+236000)/2=</td> <td>220000</td> </tr> </table>						EE 82,Tn:	(204000+236000)/2=	220000
EE 82,Tn:	(204000+236000)/2=	220000						
*DEL CATALOGO ESTRUCTURAL DE SUPERFICIE DE RODADURA DEL MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS PAG.139 *DEL CATALOGO, METODO USACE ESPESOR= 15 CM.								
1 CM			TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA					
5 CM			BASE CON EMULSION ASFALTICA					
10 CM			BASE DE AFIRMADO					
TERRENO DE FUNDACION								

Cuadro N° 3.13: Calculo de espesor del pavimento

Fuente: Elaboración propia

CAMINO: CARRETERA CAÑETE-YAUYOS
 TRAMO: KM. 89+000 - KM. 94+000

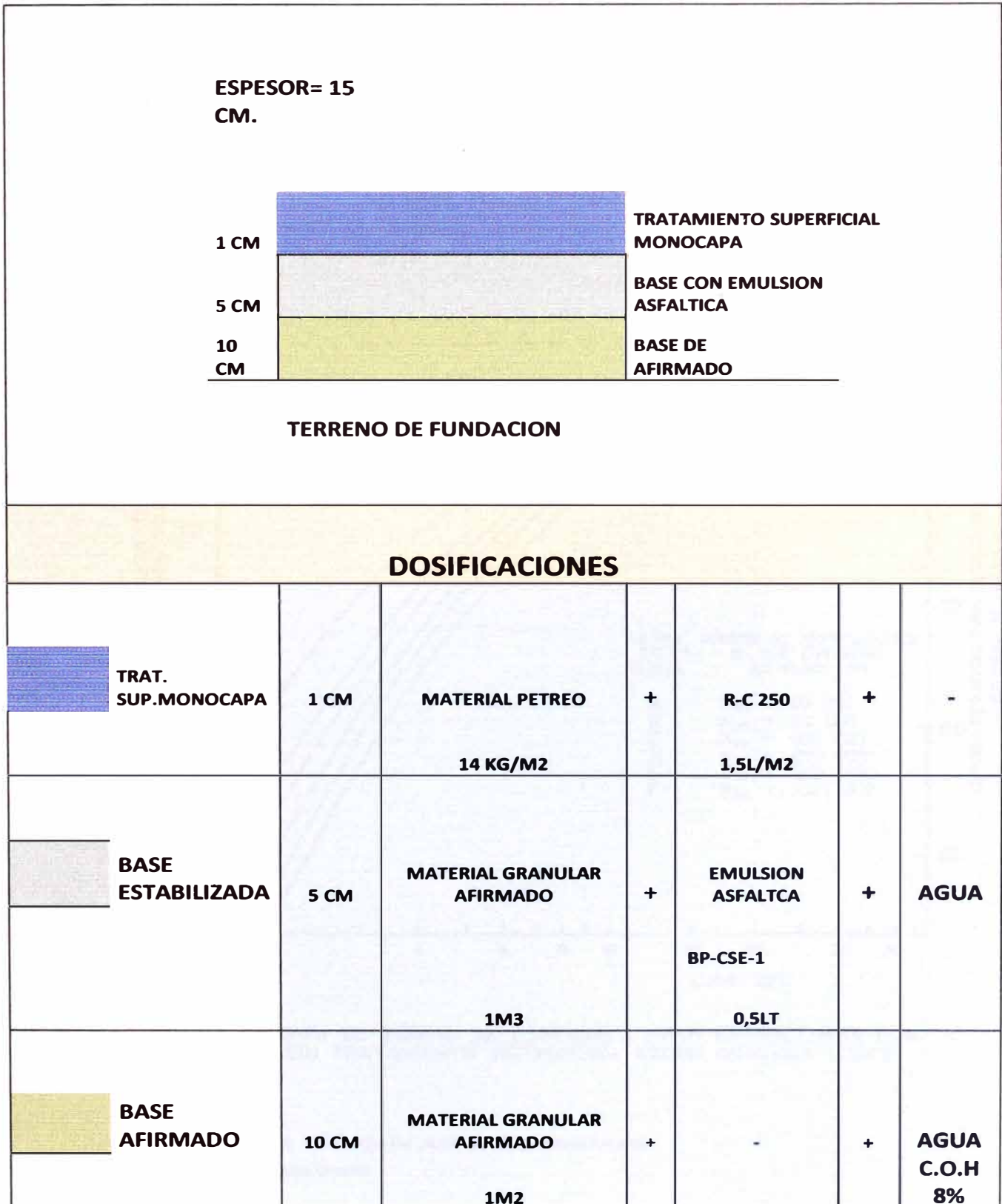


FUENTE: Manual de diseño de carretera no pavimentada. MTC. Pg. 139

CATALOGO ESTRUCTURAL DE SUPERFICIE DE RODADURA

Figura Nº 3.08 Catalogo estructural

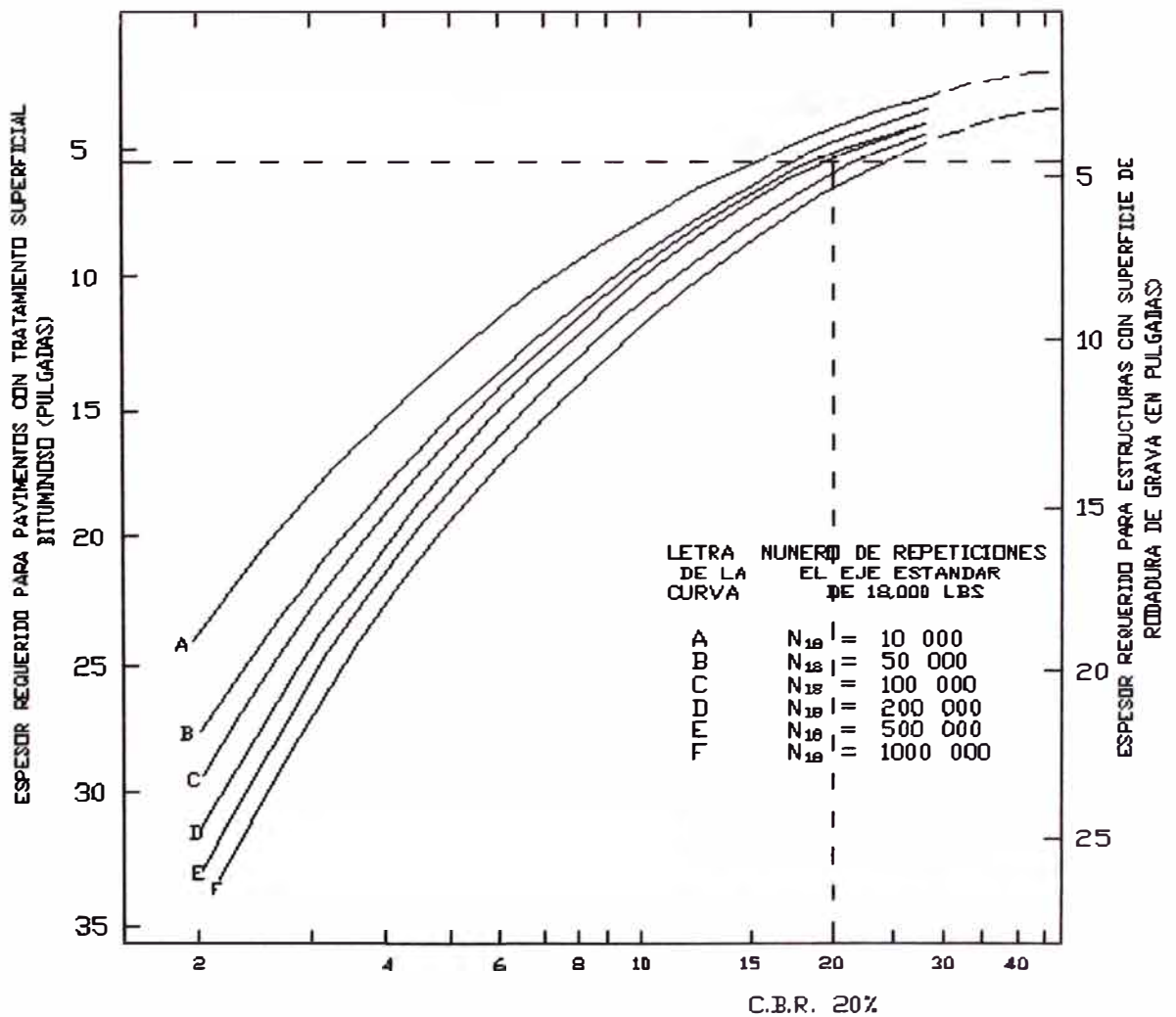
CBR DE DISEÑO: 20%
 CURVA: S4
 ESPESOR DEL AFIRMADO: 15 CM



Cuadro N° 3.14: Cuadro de dosificaciones

Fuente: Elaboración propia

CAMINO: CARRETERA CAÑETE-YAUYYOS
 TRAMO: KM. 89+000 - KM. 94+000
 CBR DE DISEÑO: 20%
 CURVA: D-E
 ESPESOR DEL AFIRMADO: 15 CM



CURVA DE DISEÑO DE ESPESORES PARA ESTRUCTURAS CON Y SIN TRATAMIENTO BITUMINOSO, SEGUN ANALISIS USASE

Figura N° 3.09 Catalogo de espesores, método Usase

Fuente: método Usase

Tramo: Cañete-Dv. Yauyos

Km 89+000-Km 94+000

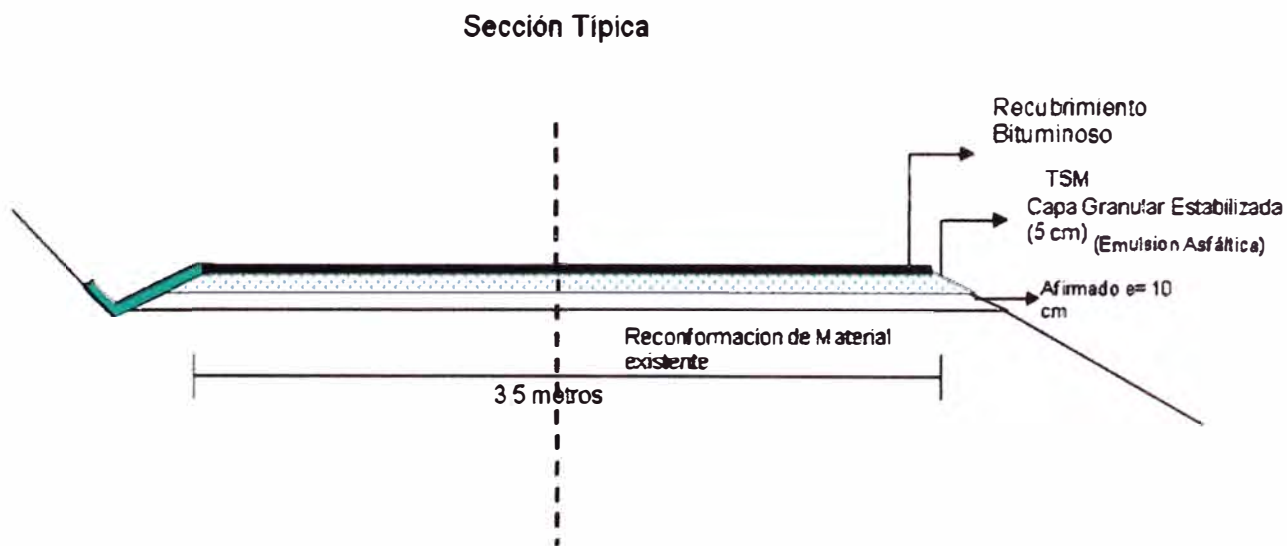


Figura N° 3.10 Sección Típica del tramo en estudio

Fuente: Elaboración propia

CAPITULOS IV: PROPUESTA DE CONSERVACION

El Mantenimiento Vial comprende trabajos, actividades, operaciones, acciones y cuidados rutinarios, periódicos o de emergencia, destinados a lograr que la infraestructura vial preserve la condición superficial, funcional, estructural y de seguridad requerida, a efectos de asegurar la satisfacción de los usuarios y en general atender de manera adecuada el tránsito.

Por razones de operación, el Mantenimiento se subdivide en Mantenimiento Rutinario, Mantenimiento Periódico y Atención de Emergencias Viales.

4.1 MANTENIMIENTO RUTINARIO

Definición

Son todas aquellas actividades y trabajos menores, permanentes y frecuentes, que se realizan con el propósito de proteger y preservar fundamentalmente la condición superficial y funcional de la infraestructura vial, contribuyendo así a que ésta cumpla con el período de vida para la que fue diseñada, sin incidir significativamente en la natural evolución de la disminución de su capacidad estructural, producto de las sollicitaciones de carga previstas en el diseño u otros agentes.

En líneas generales, el mantenimiento rutinario consiste en un conjunto de actividades dirigidas a conservar la vía, sistema de drenaje, señalización y seguridad vial, eliminando todo lo que represente peligro para el usuario y problemas de deterioro de la vía.

Alcances

El mantenimiento rutinario comprende las siguientes áreas de la vía:

a) Calzada.

- Proveer una superficie de rodadura uniforme, libre de defectos que representen peligro para el usuario.
- Corregir los defectos que con el transcurrir del tiempo contribuyan a crear problemas futuros para la vía.
- Evaluación y monitoreo del comportamiento de la superficie de la vía mediante mediciones de rugosidad y deflectometría.
-

b) Bermas

- Mantener uniformidad y estabilidad de modo que sirvan como soporte seguro en caso de emergencia para los vehículos y sus cargas.
- Mantener el alineamiento y pendiente de las bermas para asegurar un drenaje adecuado.

c) Drenaje

- Limpieza del sistema de drenaje superficial (cunetas, alcantarillas) para asegurar su operatividad.
- Reconocimiento y evaluación del funcionamiento de las estructuras y la influencia en ellas de las aguas superficiales.

d) Estructuras

- Inspección periódica y sistemática con el propósito de auscultar cualquier daño en la estructura, evaluando su magnitud para proceder a su mantenimiento y reparación inmediata.

e) Señalización

- Verificación que la señalización horizontal, vertical y de seguridad vial, se encuentren en óptimas condiciones.

Periodo de Ejecución:

El periodo de ejecución de dichas actividades es permanente pero variable, es decir, se realizan diariamente en diferentes tramos de la vía.

4.2 MANTENIMIENTO PERIODICO

Definición

Son todos aquellos trabajos mayores, temporales, de menor frecuencia, y de carácter preventivo, que se ejecutan en forma programada o en respuesta a cierta condición preestablecida, a fin de retardar en forma oportuna la natural evolución de la disminución de la condición estructural, de la condición funcional o calidad de rodadura, y de la condición de los factores de seguridad de la

infraestructura vial, producto de las solicitaciones de carga previstas en el diseño inicial u otros agentes, contribuyendo de esta manera a que ésta pueda extender su vida útil más allá del período para el que fue diseñada. El Mantenimiento Periódico comprende trabajos de tratamiento y de renovación de la superficie de rodadura. En el primer caso, los trabajos se refieren a restablecer algunas características superficiales como la textura o simplemente a mantener la durabilidad de la mezcla asfáltica y prevenir el desarrollo de fisuras y grietas, y se aplican mientras el pavimento aún está en buen estado, no habiendo alcanzado a llegar ni siquiera el estado regular. En el segundo caso, los trabajos se refieren a agregar una capa adicional sobre el pavimento (recapado) sin alterar significativamente la estructura subyacente, o ejecutar trabajos de fresado y/o reciclado del pavimento. Este segundo caso se aplica cuando el pavimento se encuentra en estado regular, antes de llegar a un mal estado.

Los trabajos de recapado indicados, aparte de la función de renovar la superficie de rodadura, deben cumplir con la función de reforzar la estructura del pavimento para alcanzar el objetivo de extender la vida útil de la infraestructura vial, por lo que su cálculo y dimensionamiento debe estar acorde con la actualización de las solicitaciones de carga en la Vía y debe aprovechar además la capacidad remanente de soporte estructural del pavimento existente. El Mantenimiento Periódico también es conocido como "Rehabilitación Superficial", y también debe incluir las reparaciones y mejoras necesarias en zonas específicas o puntuales de la infraestructura vial.

Alcances

El mantenimiento periódico abarca todas las actividades tendientes a mejorar la integridad estructural y calidad de la superficie de rodadura, de acuerdo a una programación pre-establecida y apuntalada con la base de datos obtenida durante el mantenimiento rutinario, en las siguientes áreas:

a) Calzada

- Realizar estudio de deflexiones y rugosidad, con la finalidad de confirmar y/o redefinir el programa de mantenimiento pre-establecido.
- Restablecer los niveles de serviciabilidad originales.
- Bermas
- Restablecer el estado original de las bermas.

b) Drenaje

- Reconstrucción del sistema de drenaje superficial.
- Reconstrucción del sistema de drenaje subterráneo.

c) Estructuras

- Reconstrucción de elementos de protección en alcantarillas y muros.

d) Señalización

- Reposición de la señalización horizontal.
- Reposición de la señalización vertical.
- Reposición de los dispositivos de seguridad vial

4.3 ATENCION DE EMERGENCIAS

Definición

Comprende los trabajos de prevención, tendientes a mitigar los efectos de la naturaleza en determinados puntos de la vía que tienen la condición de vulnerables, y que pudiesen quedar afectados en caso de presentarse algún fenómeno extraordinario (lluvias inusuales, inundación, terremotos, etc.); y además los trabajos de la atención de la emergencia misma, que se ejecutan para remediar el mal estado de la Infraestructura vial después del desastre natural, o para darle transitabilidad durante un tiempo limitado. La atención de emergencias no soluciona a nivel definitivo los problemas en la condición superficial, funcional, estructural y/o de los factores de seguridad de la infraestructura vial, pero permite ejecutar una solución temporal ante una limitación de recursos para implementar la solución definitiva que correspondería ejecutar (Reparación, Rehabilitación o Reconstrucción). En el mejor de los casos la Atención de Emergencias deja la infraestructura vial en estado regular. En líneas generales, el mantenimiento de emergencias es el conjunto de actividades dirigidas a restablecer la normalidad del tránsito vehicular en el tiempo más corto posible ante la ocurrencia de eventos intempestivos que afecten parte de la vía, como huaycos, derrumbes, sismos, aluviones, inundaciones, etc.

Alcances

- Abarca cualquier tipo de actividad destinada a reponer el nivel de transitabilidad de la vía.

- Evaluación de los daños.
- Planteamiento de solución, luego de la evaluación de daños.

4.4 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO.

Se formula un plan de conservación vial, como un conjunto de actividades que se realizan de forma continua y sostenida, periódica o permanente, para mantener en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen la vía y de esta manera garantizar que el transporte terrestre sea cómodo, seguro y económico.

Estas acciones comprenden la conservación vial rutinaria y la conservación vial periódica que nos permitan conservar un nivel adecuado de servicio durante la vida útil de la vía. Este nivel adecuado no depende de cantidades fijas de actividades a realizar, sino de una oportuna ejecución de dichas actividades. Es por esta razón que se deben fijar niveles de servicio que deba mantener el contratista conservador. La programación de actividades que se menciona a continuación es referencial y debe ser considerada como una guía para conseguir los niveles de servicio que más adelante se detallaran. Además sirve para cuantificar y presupuestar estas actividades que por su naturaleza son variables.

Se debe tener presente que es más importante lograr el nivel de servicio deseado antes que ejecutar determinada cantidad de metrado de cualquier partida, puesto que el objetivo de estos mantenimientos es que la vía preste un servicio confortable, económico y sostenible en el tiempo.

4.4.1 MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO

Para el tratamiento del Pavimento, rutinariamente se evaluará la condición estructural y funcional a través de los estudios de rugosidad (IRI) y deflexión, determinando de esta manera los trabajos de tratamientos de fisuras, sellado asfáltico, slurry seal, o recapado asfáltico de la superficie de rodadura.

De la evaluación del pavimento se podrá encontrar lo siguiente:

- Aparición de fisuras menores a 3mm, las que se esperan a partir del 2do año,

para lo cual se esta programando como actividad rutinaria el sellado de fisuras, trabajo que se realizará una vez al mes.

- Si el 5% área de la carretera se encuentra fisurada al 3er año, se tiene programado una actividad periódica llamada sellado asfáltico, que busca rejuvenecer la carpeta de rodadura.



Figura N° 4.01 Acabado del tramo a nivel monocapa
Fuente : Elaboración Propia

-Si al 3er año el área total de la carpeta de rodadura se encuentra fisurada entre un 5% y 10% se plantea el empleo de un mortero asfáltico o Slurry Seal.

- Si al 3er año en el área total de la carpeta de rodadura se encuentra más de un 10% de fisuras se aplicará un recapado asfáltico de 2".



Figura N° 4.02 Acabado del tramo a nivel monocapa
Fuente : Consorcio Gestión de Carreteras

Todas estas actividades dependerán del comportamiento del pavimento, pues si las condiciones estructurales y funcionales se degradan antes del tiempo establecido, se tendrá que acelerar la actividad de mantenimiento periódico.

Así mismo se menciona que rutinariamente se ejecutarán actividades como limpieza de la zona del derecho de vía y roce de la vegetación menor en la zona del derecho de vía que permitan brindar al usuario una vía libre y segura.

4.4.2 ATENCIÓN DE EMERGENCIAS VIALES

Comprende los trabajos de prevención, tendientes a mitigar los efectos de la naturaleza en determinados puntos de la vía que tienen la condición de vulnerables, y que pudiesen quedar afectados en caso de presentarse algún fenómeno extraordinario (lluvias inusuales, inundación, terremotos, etc.); y además los trabajos de la atención de la emergencia misma, que se ejecutan para remediar el mal estado de la Infraestructura vial después del desastre natural, o para darle Transitabilidad durante un tiempo limitado. La atención de Emergencias no soluciona a nivel definitivo los problemas en la condición superficial, funcional, estructural y/o de los factores de seguridad de la infraestructura vial, pero permite ejecutar una solución temporal ante una limitación de recursos para implementar la solución definitiva que correspondería ejecutar (reparación, rehabilitación o reconstrucción). En el mejor de los casos la atención de emergencias deja la infraestructura vial en estado regular. En líneas generales, el mantenimiento de emergencias es el conjunto de actividades dirigidas a restablecer la normalidad del tránsito vehicular en el tiempo más corto posible ante la ocurrencia de eventos intempestivos que afecten parte de la vía, para este informe se considera la remoción de derrumbes como la actividad que engloba estas acciones.

Programación de las actividades de emergencias viales:

Actividad	Rutinario
Remoción de derrumbes menores a 50 m3	1 vez al año

Cuadro N° 4.01: Programación de actividades de emergencia

Fuente: Elaboración propia

4.4.3 NIVELES DE SERVICIO

Se han establecido los siguientes parámetros y tolerancias como una referencia para determinar un adecuado nivel de servicio.

ÁREA DE LA VIA	INDICADOR	FORMA DE MEDICIÓN	TOLERANCIA
Calzada	Limpieza	Visual	Siempre limpia libre de escombros
	Fisuras > 3mm	Odómetro	No hay tolerancia
	Fisuras > 1mm y < 3mm	Odómetro	Máximo 10% del área (según estrategia de mantenimiento).
	Fisuras < 1mm	Odómetro	No se controlan, serán observadas por la supervisión para evitar el incremento
Berma	Limpieza	Visual	Siempre limpia libre de escombros
	Baches	Visual	Sin baches
Drenaje	Cunetas	Visual	20% de su capacidad, siempre que no impida el libre escurrimiento de las aguas
	Alcantarillas	Visual	20% de su capacidad, siempre que no impida el libre escurrimiento de las aguas
	Bajadas de Agua	Visual	20% de su capacidad, siempre que no impida el libre escurrimiento de las aguas
Señalización	Verticales	Retroreflectómetro vertical	Completas y limpias. Blanco: 70cd/ux*m2; Amarillo: 100cd/lux*m2
	Horizontal	Retroreflectómetro horizontal	Blanco: 175 cd/lux*m2; Amarillo: 100cd/lux*m2
	Hitos	Visual	Completos, limpios y pintados
Elementos de seguridad	Guardavías	Visual	Completos y limpios
	Delineadores	Visual	Completos y limpios
Derecho de vía	Roce	Visual	Altura Máxima. 0,20 M
	Talud inferior	Visual	Solo erosión causada por naturaleza, no se aceptara erosión relacionada con el incumplimiento del nivel de servicio de l vía
Atención de emergencias	Derrumbes	Visual	Siempre limpia libre de derrumbes

Cuadro N° 4.02: Niveles de servicio

Fuente: Elaboración propia

CAPITULOS V: EXPEDIENTE TECNICO

5.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

El estudio consiste en la elaboración del expediente técnico del cambio de estándar de afirmado a solución básica de la Carretera Cañete-Yauyos en el tramo comprendido entre las progresivas Km.89+000 al Km.94+000, con una longitud de 5.00 Km, que forma parte de la Ruta Nacional 22.

El proyecto contempla cambio de estándar de afirmado a solución básica y mejorar la transitabilidad a través de la conservación por niveles de servicio.

Para definir una **Solución Básica** que cambie el estándar de la serviciabilidad existente, se ha propuesto la base de afirmado de 15 cm, de la cual los últimos 5 cm. son estabilizada con emulsión asfáltica de rotura lenta, cuyas propiedades resultantes del aglomerante e impermeabilizante, es excelente, para luego proteger con un tratamiento superficial monocapa.

Con la estabilización se mejoran las propiedades del suelo, que permiten mejorar su resistencia mecánica y aumentar su permanencia en el tiempo, con una adecuada serviciabilidad; por lo tanto estos trabajos se emplean en los lugares que poseen baja capacidad de soporte o donde su trabajabilidad en estado natural es pésima. Este mejoramiento se puede lograr inclusive con la adición de otro suelo seleccionado, o la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Para todo proceso de estabilización, el elemento que decidirá su buena o mala performance es la compactación, ya que esto facilitará la interacción de las partículas de suelos con el agua y el aditivo empleado.

En el país, de la poca experiencia que se tiene en la aplicación de estos estabilizadores, nos permite concluir que sin un adecuado análisis de laboratorio de los suelos, y una aplicación correcta, por muy bueno que sea este aditivo, no se lograrán óptimos resultados. En el mercado nacional se cuenta con diversos productos químicos, siendo en la mayoría de los casos formulas patentadas. Gran parte de estos estabilizadores trabajan o tienen óptimos resultados sobre suelos cuya matriz es arcillosa.

Para estabilización de suelos se propone, emulsiones asfálticas del tipo rotura lenta, debido a que ésta permite el tiempo suficiente como para efectuar el batido de los materiales para su homogenización, antes de su rotura.

Es importante destacar la significación que tiene el contar con los ensayos de laboratorio que permiten obtener las propiedades y aptitud del suelo estabilizado para soportar las cargas del tránsito, y de la misma manera el hecho de construir tramos estabilizados para verificar el buen resultado in situ y garantizar la durabilidad y performance adecuada de la obra.

Además, se debe garantizar que tanto la aplicación del cambio de estándar así como su mantenimiento, pueda realizarse en forma sencilla, económica y con el equipamiento disponible.

5.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS

Son especificaciones aprobadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para ser aplicadas de manera general y repetitiva en la conservación de carreteras.

5.3 PARTIDA PARA EL CAMBIO DE ESTANDAR

5.3.1 BASE GRANULAR E=10 cm.

DESCRIPCION

Este trabajo consiste en el suministro, colocación y compactación de una capa de material de base granular aprobado, compuesto de finos y piedra fracturada por trituración, sobre la sub base preparada, perfilada y compactada, en conformidad con las dimensiones, alineamientos, rasantes, pendientes y secciones transversales típicas.

MATERIALES

Los materiales para la base granular deberán provenir de canteras autorizadas y será obligatorio el empleo de agregado conteniendo una fracción producto de trituración mecánica. Las partículas de los agregados consistirán de piedra triturada compacta, resistente y durable, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables, sin materia orgánica, trozos de arcilla o sustancias perjudiciales, y un rellenedor de arena u otro material partido en partículas finas.

La grava deberá ser aprobada por el Supervisor antes de ser tamizada y triturada.

La composición final de la mezcla de agregado presentará una granulometría (AASHTO T88, T27, ASTM D 422).

- Granulometría de los Materiales

La granulometría deberá estar dentro del rango dado por las tolerancias. Si la granulometría sale de la "Banda de Trabajo" no se permitirá su colocación en la obra.

- Granulometría

La composición final de la mezcla de agregados presentará una granulometría continua y bien graduada (sin inflexiones notables) según una fórmula de trabajo de dosificación aprobada por el Supervisor y según uno de los requisitos granulométricos que se indican a continuación:

Requerimientos Granulométricos para Base Granular

Malla Abertura Cuadrada Tamiz	Porcentaje que pasa en Peso (Fuente: ASTM D 1241)		
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C
50 mm (2")	100	100	-
25 mm (1")	-	75 - 95	100
9,5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85
4,75 mm (N° 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65
2,0 mm (N° 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50
4,25 mm (N° 40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30
75 mm (N° 200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15

Cuadro N° 5.01: Requerimientos Granulométricos para Base Granular

Fuente: Elaboración propia

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

- Agregado Gueso

Se denominará así a los materiales retenidos en la Malla N° 4, de partículas pétreas durables y trituradas, capaces de soportar los efectos de manipuleo, extendido y compactación sin producción de finos contaminantes. Deberán cumplirse con las siguientes características:

Ensayo	Norma	Norma	Norma	Requerimientos	
	ASTM	ASTM	AASHTO	< 3000 msnm	> 3000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% mín	80% mín
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% mín	50% mín
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx	40% máx
Partículas chatas y alargadas (1)	MTC E 221	D 4791		15% máx	15% máx
Sales solubles totales	MTC E 219	D 1888		0.5% máx	0.5% máx
Pérdida con sulfato de sodio	MTC E 209	C 88	T 104	-	12% máx
Pérdida con sulfato de magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	-	18% máx

Cuadro N° 5.02 : Requerimientos Agregado Grueso

Fuente: Elaboración propia

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

- Agregado Fino

Son los materiales pasantes por la malla N° 4 provenientes de fuentes naturales, de procesos de trituración o combinación de ambos. Deberán cumplirse con las siguientes características:

Ensayo	Norma ASTM/MTC	Norma AAHSTO	Requerimientos	
			< 3,000 msnm	> 3,000 msnm
Limite Liquido	D 4318	T 89	25% máx	25% máx
Indice Plástico	D 4318	T 90	4% máx	2% máx
Equivalente de arena	D 2419	T 176	35% mín	45% mín
Sales solubles totales	D 1888		0.55 máx	0.50 máx
Indice de Durabilidad	MTC E 214		35% mín	35% mín
Pérdida con sulfato de sodio	C 88	T 104	-	12% máx
Pérdida con sulfato de magnesio	C 88	T 104	-	18% máx

Cuadro N° 5.03: Requerimientos Agregado Grueso

Fuente: Elaboración propia

Acopio de materiales

Los agregados para base granular acopiados se cubrirán con plásticos o lona para evitar que el material particulado sea dispersado por el viento y contamine la atmósfera y cuerpos de agua cercanos.

Transporte y colocación de 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 los 1,500 m de las operaciones de mezcla, conformación y compactación del material de la base. Durante esta labor se tomarán las medidas para el manejo del material, evitando los derrames de material y por ende la contaminación de fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

Compactación

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

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando en los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho mínimo de 1/3 del ancho del rodillo compactador. En zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

Durante el progreso de la operación, el Supervisor deberá efectuar ensayos de control de densidad-humedad de acuerdo con alguno de los métodos ASTM D 1556 ó AASHTO T 191, efectuando un ensayo por cada 75 m³ de material colocado en pista, y si el mismo comprueba que la densidad resulta inferior al 100% de la densidad máxima determinada en el Laboratorio en el ensayo método D AASHTO T-180, el Contratista deberá completar con el rodillado o apisonado adicional, en la cantidad que fuese necesario para obtener la densidad señalada.

A efectos de un control adicional y después de obtener las densidades determinados por el método AASHTO T-238 y T-239, se podrán utilizar otros tipos de ensayos para determinar la densidad en Obra.

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

MEDICION

La unidad de medida será el metro cúbico (m³) de material o mezcla suministrado, colocado y compactado, aprobado por el Supervisor y en conformidad a las especificaciones y dimensiones indicadas en planos o modificaciones ordenadas por el Supervisor.

PAGO.

El pago se hará por metro cúbico al respectivo precio unitario de Contrato, por toda obra ejecutada y aceptada a satisfacción por el Supervisor.

5.3.2 BASE ESTABILIZADA CON EMULSION ASFALTICA E=5 cm.

DESCRIPCION

Consiste en dar estabilidad a la capa de afirmado, constituida por material seleccionado, mediante la adición de emulsión asfáltica.

El objetivo es implementar una solución básica de conservación conformando una capa resistente que permita adecuadas condiciones para la circulación del tránsito vehicular durante un periodo determinado.

MATERIALES

Los Materiales requeridos para la ejecución de esta actividad son: agregados pétreos con las características de afirmado, material estabilizador y agua, con las siguientes condiciones :

AFIRMADO

El material de afirmado por estabilizar podrá provenir de la escarificación de la capa de afirmado existente o proveniente de: excavaciones o zonas de préstamo, agregados locales y mezcla de ellos.

Cualquiera que sea el material a emplear para el afirmado, deberá estar libre de material orgánica u otra sustancia que pueda perjudicar la estabilización.

ESTABILIZADOR

Se puede utilizar:

Emulsión Asfáltica : La Emulsión Asfáltica para estabilización deberá cumplir especificado en la Sección 421 de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG -2000.

AGUA

El agua deberá ser limpia y estará libre de material orgánica, álcalis y otras sustancias deletéreas. Su Ph, medido según norma ASTM D – 1293 , deberá estar comprendido entre cinco y medio y ocho (5,5 – 8 , 0) y el contenido de sulfatos, expresados como SO₄ y determinado según norma ASTM D -516 , no podrá ser superior a un gramo por litro (1 g/l).

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Los equipos y herramientas necesarios, en general, para la ejecución de esta actividad son: retroexcavadora o equipo similar para la explotación de materiales y clasificación, cargador, volquetes, motoniveladora, carrotanque irrigador, compactador carrotanque para transporte de la emulsión, herramientas manuales y una cámara fotográfica, etc.

PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

El procedimiento general a seguir para la ejecución de los trabajos de elaboración de la Estabilización con el Material estabilizador, es el siguiente:

- 1.- Colocar señales preventivas, dispositivos de seguridad y adoptar las medidas necesarias para el ordenamiento del tránsito sin riesgo de accidentes.
- 2.- El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial de acuerdo con las normas establecidas.
- 3.- Tomar fotografía de los casos más relevantes y/o representativos en la situación inicial y en las posteriores actividades de avance.
- 4.- Elaborar el programa detallado del trabajo para la ejecución de los trabajos de estabilización y distribuir los equipos y el personal a emplear.
- 5.- Preparar un tramo de ensayo para verificar el estado de los equipos y ajustarlos en caso necesario, determinar el método definitivo de preparación, transporte, colocación y compactación del material estabilizado, de manera que se cumplan los requisitos especificados. En este tramo de ensayo se establecerá la dosificación definitiva para la mezcla material – emulsión.

En la construcción del tramo de ensayo se debe aplicar lo establecido en la Sub Sección 400.06 de la Sección 400 o Sub Sección 306.16 de la Sección 306 de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG -2000.

- 6.- Para la ejecución de los trabajos de estabilización se debe verificar que las condiciones climáticas sean favorables, sin lluvias y que la temperatura atmosférica a la sombra sea de 10° C o superior durante todo el proceso.

La capa del material de afirmado se mezclara con el material estabilizador, se deberá extender uniformemente y compactar con el equipo aprobado hasta obtener las condiciones especificadas en el proyecto.

Los procedimientos que se utilicen para realizar estos trabajos no deberán afectar, en forma alguna, otras áreas del pavimento, de las bermas y demás elementos de la vía no incluidos en el trabajo; cualquier daño deberá ser reparado por el Contratista como parte de esta actividad.

Para el caso de emplearse emulsión asfáltico deberá evitarse todo tipo de tránsito sobre la capa recién ejecutada durante veinticuatro (24) horas siguientes a su terminación. Si ello no es factible, se deberá dejar el tiempo de curado de la emulsión. Posteriormente, durante los 45 minutos iniciales, la velocidad no debe ser mayor de quince kilómetros por hora (15 km/h) y luego, deberán tomarse medidas para que los vehículos no circulen a una velocidad superior a treinta kilómetros por hora (30 km/h)

Par el caso de Cemento Portland se deberá seguir lo indicado en la sección 306 de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG – 2000 o lo indicado en las especificaciones especiales del proyecto.

7.- Hacer limpieza general del sitio de trabajo y los materiales extraídos o sobrantes deberán trasladarse a los depósitos de excedentes autorizados por la Supervisión.

8.- Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.

9.- Tomar fotografías de casos sobresalientes y/o representativos de la situación.

ACEPTACION DE LOS TRABAJOS

La Supervisión aceptara los trabajos cuando compruebe que se ha realizado a satisfacción la Estabilización de Material cumpliendo con esta especificación y que como resultado se tiene la capa de material debidamente estabilizada.

MEDICION

La unidad de medida para la Estabilización de los Materiales es: metro cuadrado (m²) de material estabilizado.

PAGO

El pago de la estabilización se hará de acuerdo al precio unitario del contrato por metro cuadrado y constituirá la plena compensación por todos los recursos

involucrados para su ejecución, equipo, mano de obra, materiales, herramientas, señalización y cualquier otro imprevisto necesario para su adecuada y correcta realización.

5.3.3 TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la ejecución de una capa o de capas múltiples de tratamiento asfáltico de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con los alineamientos, cotas y secciones indicadas en los planos y documentos del proyecto o determinados por el Supervisor.

Los distintos tratamientos superficiales asfálticos comprenden en el caso de un tratamiento simple la aplicación inicial de un revestimiento de imprimación, un revestimiento de liga y un revestimiento de agregado pétreo.

MATERIALES

Los materiales para ejecutar estos trabajos serán:

Agregados Pétreos

Los agregados pétreos para la ejecución del tratamiento superficial deben cumplir con las exigencias de calidad siguientes:

Ensayos	Especificaciones
Partículas fracturadas del agregado grueso con Una cara fracturada (MTC E 210)	85% mín.
Partículas del agregado grueso con dos caras fracturadas (MTC E 210)	60% mín.
Partículas Chatas y alargadas (MTC E-221)	15% máx
Abrasión (MTC E 207)	40% máx.
Pérdida en sulfato de sodio (MTC E 209)	12% máx.
Pérdida en sulfato de magnesio (MTC E 209)	18% máx.
Adherencia (MTC E 519)	+95
Terrones de Arcilla y Partículas Friables (MTC E212)	3% máx.
Sales solubles Totales (MTC E 219)	0.5% máx.

Cuadro N° 5.04: especificaciones de los agregados

Fuente: Manual especificaciones técnicas MTC.

Además, los agregados triturados y clasificados deberán presentar una gradación uniforme, que se ajustará a alguna de las franjas granulométricas que se indican en el cuadro N° 5.05.

Rangos de Gradación para Tratamientos Superficiales

Tamiz	Porcentaje que pasa			
	Tipo de Material			
	A	B	C	D
25,0 mm. (1")	100	-	-	-
19,0 mm. (3/4")	90 – 100	100	-	-
12,5 mm. (1/2")	10 – 45	90 – 100	100	-
9,5 mm. (3/8")	0 – 15	20 – 55	90 – 100	100
6,3 mm. (1/4")	-	0 – 15	10 – 40	90 – 100
4,75 mm. (N° 4)	0 – 5	-	0 – 15	20 – 55
2,36 mm. (N° 8)	-	0 – 5	0 – 5	0 – 15
1,18 mm. (N° 16)	-	-	-	0 – 5

Cuadro N° 5.05: Gradación de agregados

Fuente: Manual especificaciones técnicas MTC.

El tipo de material y su respectiva gradación corresponderá a la establecida en los estudios del proyecto o será la que determine el Supervisor.

Material Bituminoso

El material bituminoso a ser aplicado de acuerdo a lo indicado en los planos y documentos del proyecto, podrá ser, asfaltos Diluidos que cumplan los requisitos de calidad establecidos en los cuadros N° 5.05 y 5.07.

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

Características	Ensayo	RC-70		RC-250		RC-800	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad Cinemática a 60°C, mm ² /s	MTC E 301	70	140	250	500	800	1600
Punto de Inflamación (TAG, Capa abierta) °C	MTC E 312	-	-	27	-	27	-
Destilación, volumen Total destilado hasta 360°C, %Vol. A190°C	MTC E 313	10	-	-	-	-	-
A 225°C		50	-	35	-	15	-
A 260°C		70	-	60	-	45	-
A 316°C		85	-	80	-	75	-
Residuo de la destilación a 360°C		55		65	-	75	-
Pruebas sobre el residuo de la destilación							
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min., cm.	MTC E 306	100	-	100	-	100	-
Penetración a 25°C, 100 gr., 5 seg.	MTC E 304	80	120	80	120	80	120
Viscosidad absoluta a 60°C, Pa.s		60	240	60	240	60	240
Solubilidad en tricloetileno, %	MTC E 302	99	-	99	-	99	-
Contenido de agua, % del volumen		-	0.2	-	0.2	-	0.2

Cuadro N° 5.06: Especificaciones del material bituminoso

Fuente: Manual especificaciones técnicas MTC.

El material bituminoso de acuerdo a la aplicación y al tipo de tratamiento establecido será distribuido dentro de los rangos de temperatura determinados en la carta viscosidad – temperatura.

EQUIPO

Para la ejecución del tratamiento superficial se requieren, básicamente, equipos para la explotación de agregados, una planta de trituración y clasificación de agregados, equipo para la limpieza de la superficie, distribuidor del material bituminoso, esparcidor de agregado pétreo, compactadores neumáticos y herramientas menores.

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

DOSIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA

La tasa de aplicación de material bituminoso y agregado pétreo serán las que se determinen de acuerdo a diseño.

En el cuadro N° 5.07 se dan cantidades aproximadas de los materiales, que deben ser ajustados para las condiciones locales de cada proyecto y aprobados por el Supervisor antes de su aplicación, de acuerdo a la secuencia de operaciones.

Cantidades aproximadas de material para tratamiento sup. simple (TS)

Secuencia de Operaciones	Tipo de Tratamiento	
	TS1	TS2
Aplicación de material bituminoso (L/m ²)		
• Emulsión Asfáltica	1,5 – 1,7	1,0 – 1,25
• Cemento Asfáltico o Asfalto Diluido	1,0 – 1,2	0,8 – 1,0
Distribución de agregado (Kg/m ²)	14,0 – 16,0	10,0 – 12,0
Gradación del agregado pétreo	B	C

Cuadro N° 5.07: dosificaciones

Fuente: Manual especificaciones técnicas MTC.

ACABADO, LIMPIEZA Y ELIMINACIÓN DE SOBRES

Una vez terminada la compactación de cada capa, se barrerá la superficie del tratamiento para eliminar todo exceso de agregados que haya quedado suelto sobre la superficie, operación que deberá continuarse aún después de que el tramo con el tratamiento haya sido abierto al tránsito.

El material sobrante deberá ser recogido por el Contratista, quien lo dispondrá en los sitios que indique el Supervisor.

APERTURA AL TRÁNSITO

Siempre que sea posible, deberá evitarse todo tipo de tránsito sobre la capa recién ejecutada durante las veinticuatro (24) horas siguientes a su terminación. Si ello no es factible, deberán tomarse medidas para que los vehículos no circulen a una velocidad superior a treinta kilómetros por hora (30 Km/h). Durante los 45 minutos iniciales después de concluida la compactación, la velocidad no debe ser mayor de quince kilómetros por hora (15 Km/h).

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Controles

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

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.
- Verificar que las plantas de asfalto y de trituración 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).
- Efectuar ensayos de control de mezcla, extracción de asfalto y granulometría en lechadas asfálticas.
- Ejecutar ensayos para verificar las dosificaciones de agregados y ligante en tratamientos superficiales, así como la granulometría de aquellos.

- Efectuar ensayos para verificar las dosificaciones de ligante en riegos de liga e imprimaciones.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezclas o lechadas asfálticas durante el período de ejecución de las obras.
- Efectuar pruebas para verificar la eficiencia de los productos mejoradores de adherencia, siempre que ellos se incorporen.
- Realizar las medidas necesarias para determinar espesores, levantar perfiles, medir la textura superficial y comprobar la uniformidad de la superficie, siempre que ello corresponda.

CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO

El pavimento terminado 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 zona pavimentada no podrá ser, en ningún punto, inferior a la señalada en los planos o la determinada por el Supervisor.

Se considerará como "lote" que se aceptará o rechazará en bloque, la obra ejecutada por jornada de trabajo, en la cual el Supervisor efectuará los controles indicados a continuación:

MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²), aproximado al entero, de todo trabajo ejecutado a satisfacción del Supervisor, de acuerdo a lo exigido en la especificación respectiva.

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.

El material bituminoso se medirá de acuerdo a lo indicado en la especificación respectiva.

No se medirá ninguna área por fuera de tales límites.

PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cuadrado, para toda obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación y aceptada a satisfacción por el Supervisor.

Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Agregado	Granulometría	MTC E 204	250m ³	Pista Dist. Agregado
	Tasa de aplicación		250m ³	Pista Dist. Agregado
	Partículas fracturadas	MTC E 210	250m ³	Cantera
	Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 221	250m ³	Cantera
	Abrasión	MTC E 207	1000 m ³	Cantera
	Pérdida en Sulfato de Sodio	MTC E 209	1000 m ³	Cantera
	Adhesividad		1000 m ³	Cantera
Tratamiento Superficial	Resistencia al Deslizamiento (1)	MTC E 1004	por día	Pista Compactada
	Profundidad de textura (1)	MTC E 1005	1 por día	Pista Compactada
Material Bituminoso	Según tipo de material.		\sqrt{N} (2)	Tanque térmico al llegar a obra

Cuadro N° 5.08: Ensayos y frecuencia

Fuente: Manual especificaciones técnicas MTC.

(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.

(1) Solo en la última capa.

(2) N representa el número de tancadas de 30,000 L de material bituminoso requerido en la obra.

5.4 PARTIDAS PARA CONSERVACION

Se describe las especificaciones técnicas de las partidas de conservación y se ubican en la parte de anexos.

5.5 METRADOS

Item	Partidas de Cambio de Estándar	Und.	Longitud	Ancho	Espesor	Metrado
1	TRABAJOS PRELIMINARES					
1,01	Movilización y desmovilización de equipos.	Gbl.	-	-	-	1.00
2	PAVIMENTOS					
2,01	Reconformación de subrasante.	m2	5000	3,5	-	17500,0
2,02	Base granular e=10 cm.	m2	5000	3,5	-	17500,0
2,03	Base estabilizada con emulsión asfáltica. Espesor=5 cm.	m2	5000	3,5	-	17500,0
2,04	Tratamiento Superficial Monocapa.	m2	5000	3,5	-	17500,0
2,05	Transporte de material menor a 1 km.	m3	5000	3,5	0,15	2625,0
2,06	Transporte de material mayor a 1 km.	m3	5000	3,5	0,01	175,0

Cuadro N° 5.09: Metrados de Cambio de estándar

Fuente: Elaboración propia

5.6 PRESUPUESTO

	Partidas de Cambio de Estándar	Und.	Cantidad	Precio U.	Parcial
				S/.	S/.
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1,01	Movilización y desmovilización de equipos.	Gbl.	1,0	8000,0	8000,0
1,02	Control de niveles topográficos	Gbl.	1,0	4000,0	4000,0
2	PAVIMENTOS				
2,01	Reconformación de subrasante.	m2	17500,0	3,0	52500,0
2,02	Base granular e=10 cm.	m2	17500,0	3,8	66500,0
2,03	Base estabilizada con emulsión asfáltica. Espesor=5 cm.	m2	17500,0	3,0	52500,0
2,04	Tratamiento Superficial Monocapa.	m2	17500,0	5,0	87500,0
2,05	Transporte de material menor a 1 km.	m3	2625,0	9,0	23625,0
2,06	Transporte de material mayor a 1 km.	m3	175,0	27,0	4725,0

COSTO DIRECTO		S/.	299350,00
GG Y UTILIDAD	20%	S/.	59870,00
SUB TOTAL		S/.	359220,00
IGV	19%		68251,8
COSTO TOTAL		S/.	427471,80

Cuadro N° 5.10: Presupuesto de Cambio de estándar

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- Los estudios se direccionaron hacia la búsqueda de una estructura de pavimento adecuada a nivel de solución básica, que permita una serviciabilidad superior a la ofrecida por el afirmado convencional. Para tal efecto se efectuaron los estudios de los materiales en laboratorio y su aplicación en campo para evaluar su real comportamiento ante condiciones de tráfico y medio ambiente.
- Las pruebas en laboratorio y campo han permitido establecer, que con el empleo de los estabilizadores de suelos se logra un incremento del CBR del 13% al 17% y un mejor comportamiento de la capa granular, lo cual conlleva a mejorar o mantener el estándar de la serviciabilidad.
- De los elementos estabilizantes analizados el que mejores resultados ha arrojado es la emulsión asfáltica. Mientras que con el aditivo Roadchem se obtenía una mezcla semirrígida y degradable con la fricción de los neumáticos, la emulsión asfáltica permitió una mezcla mucho más flexible y cohesiva, además de presentar mejor afinidad (adherencia) con las superficies asfálticas de rodadura colocadas.
- Los agentes climáticos como la lluvia y la temperatura son responsables por un 30% a 45% del deterioro de la vía en el rango climático de árido a húmedo. El tránsito vehicular y en especial el tránsito de vehículos pesados, es responsable del resto de deterioro.
- Como superficie de rodadura se concluye que mejor performance se obtendría con un tratamiento monocapa, ya que el empleo de materiales con plasticidad de todas maneras va a generar fisuras en el afirmado, lo cual se puede controlar con esta capa de rodadura. En cambio el Slurry Seal, debido a que es una capa cerrada reflejaría inmediatamente la falla, iniciando su proceso de deterioro. Además se tiene también restricciones en la aplicación por las grandes dimensiones de la maquinaria en sectores angostos de la carretera, lo cual la hace inaplicable. En este sentido la aplicación de un monocapa es mucho más versátil y de aplicación más difundida.

RECOMENDACIONES

- Los ingenieros que participan en estos proyectos viales, deben recabar toda la información disponible de las experiencias de pavimentación con soluciones básicas, respecto a metodologías de diseño, dosificaciones, rendimientos de construcción, costos, comportamiento del pavimento a las solicitaciones de tráfico y del ambiente, y de continuar obteniéndose buenos resultados en el tiempo, masificar su uso en mayor escala y proponer se incluya estos procedimientos y técnicas, en la actualización de la normativa de Diseño de Caminos Pavimentados de Bajo Trafico del MTC.
- Los buenos resultados obtenidos en los proyectos piloto del MTC y en el Proyecto Perú en la conformación del pavimento, demuestra que las soluciones básicas de pavimentación es una buena alternativa en la rehabilitación y mantenimiento de nuestras carreteras si este se ejecuta bajo un estricto control de calidad de los materiales y siguiendo los procedimientos establecidos por la normativa nacional e internacional.
- La permanencia de la estructura Vial también está condicionada por la implementación de sistemas de drenaje y subdrenaje adecuados, que no permitan la exposición del pavimento al agua.

BIBLIOGRAFIA

- Cusato, Antonio y Pastor, Cintia, Instituto Peruano de Economía - IPE, Lecciones del Mantenimiento de Carreteras en el Perú 1992-2007, Lima, Perú, Mayo 2008.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras. Lima, Perú, 2007.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tráfico, Lima, Perú, Marzo de 2008.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, Manual para la conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tráfico, Lima, Perú, Marzo de 2008.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, Manuales de diseño de Carreteras de bajo volumen de tráfico, Lima, Perú, Marzo de 2008.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, Plan Nacional Seguridad Vial 2007-2011, Lima, Perú, 2006.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, Manual técnico de Mantenimiento Periódico para la Red Vial No Pavimentada, Lima, Perú, 2006.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, Manual técnico de Mantenimiento Rutinario para la Red Vial No Pavimentada, Lima, Perú, 2006.

ANEXOS 01 PANEL FOTOGRAFICO



Figura N° 6.01 Estabilización del tramo con emulsión
Fuente : Consorcio Gestión de carreteras



Figura N° 6.02 Estabilización del tramo con emulsión
Fuente : Consorcio Gestión de carreteras



Figura N° 6.03 Visita del tramo, Km. 89+00-Km. 94+000. Personal a realizar la calicata
Fuente : Elaboración Propia



Figura N° 6.04 Visita del tramo, Km. 89+00-Km. 94+000
Fuente : Elaboración Propia



Figura N° 6.05 Visita del tramo, Km. 93+000
Fuente : Elaboración Propia



Figura N° 6.06 Visita del tramo, Km. 94+000
Fuente : Elaboración Propia

ANEXOS 02

5.4 PARTIDAS PARA CONSERVACION

5.4.1 LIMPIEZA DE LA ZONA DEL DERECHO DE VÍA

DESCRIPCIÓN

Consiste en la remoción de todo material extraño de la zona del derecho de vía, de tal manera que ella permanezca libre de basuras, escombros, papeles, desechos y demás objetos que caigan y/o sean arrojados sobre ella por los usuarios, de igual manera limpiar las señales existentes en la vía.

OBJETIVO

El objetivo es mantener el derecho de vía libre de basuras y de más elementos extraños, para dar una agradable apariencia visual de la vía, contribuir ambientalmente con la preservación del entorno y evitar posibles obstrucciones eventuales del drenaje, así como de limpiar las señales verticales, marcas en el pavimento, guardavías y postes delineadores.

PERIODO DE EJECUCIÓN

Los trabajos se deben ejecutar semanalmente por un grupo de trabajadores viales destinados para el efecto. El estado de limpieza de la zona del derecho de vía se debe inspeccionar permanentemente.

MATERIALES

Para la ejecución de esta actividad no se requiere el suministro de materiales.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Para la ejecución de esta actividad se requieren de equipos y herramientas tales como lampas, picos, rastrillos, escobas, bolsas de recolección, carretillas y/o volquete y una cámara fotográfica, etc.

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

El procedimiento a seguir para la ejecución de los trabajos es el siguiente:

- Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad.
- El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial de acuerdo con las normas establecidas.
- Inspeccionar, delimitar los tramos y definir la programación de limpieza a ejecutar.
- Distribuir los trabajadores viales de acuerdo con el área a limpiar.

- Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación inicial y en actividades de avance.
- Retirar de la zona del derecho de vía basuras, papeles, plásticos, botellas, latas, piedras, sedimentos, vegetación, y todo material de desecho, así como también la limpieza de las señales verticales y marcas en la calzada.
- Limpiar las señales verticales existentes, guardavías y postes delineadores, así como lavar las marcas en el pavimento.
- Trasladar el material extraño del derecho de vía al botadero ubicado en el Km. 181 +000 margen derecha. Los residuos sólidos no degradables serán clasificados en papel o cartón, vidrios y plásticos serán trasladados a las zonas de acopio del basurero Municipal de Alis. Los materiales vegetales o suelos orgánicos se deben incorporar a la propia vegetación existente. En caso de suelos orgánicos o materiales vegetales, éstos pueden ser incorporados a los taludes de coite y de terraplén con el fin de propiciar el crecimiento de la vegetación que pueda protegerlos contra la erosión. En ningún caso se permitirá la incineración de las basuras.
- Inspeccionar visualmente que el derecho de vía haya quedado libre de materiales, piedras, basuras, palos, etc. Inspeccionar también las señales verticales y marcas en la calzada.
- Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

La Supervisión aceptará los trabajos cuando compruebe que se ha realizado a satisfacción la Limpieza de la Zona del Derecho de Vía cumpliendo con esta especificación y que como resultado, la zona del derecho de vía esté completamente limpia de basuras, desechos, escombros y demás materiales extraños y que su estado refleje una condición de agradable apariencia estética para el usuario.

MEDICIÓN

La unidad de medida para la Limpieza de la Zona del Derecho de Vía es: metro lineal (m) aproximado al primer decimal.

PAGO

La Limpieza de la Zona del Derecho de Vía se pagará al precio unitario del contrato por todo trabajo ejecutado satisfactoriamnte de la presente especificación y aceptado por parte de la Supervisión.

5.4.2 TRATAMIENTO DE FISURAS

DESCRIPCIÓN

El sello de fisuras (aberturas iguales o menores a 3 mm) consiste en la colocación de un sellante elastomérico dentro de las fisuras.

OBJETIVO

El objetivo del sello de fisuras es impedir la entrada de agua y la de materiales incompresibles como piedras o materiales duros dentro de ellas y, de esta manera, minimizar y/o retardar la formación de agrietamientos más severos como los de piel de cocodrilo y la posterior aparición de baches.

PERIODO DE EJECUCIÓN

La actividad de sellado de fisuras debe ser realizada en el menor tiempo posible después de que ellas se han desarrollado y han hecho su aparición visible en el pavimento. Lo anterior requiere de inspecciones permanentes de la calzada con el fin de identificar su presencia prontamente después de su aparición. Especial atención se debe tener antes de las estaciones o períodos de lluvia.

MATERIALES

Los materiales para ejecutar esta actividad serán:

material bituminoso.- Se empleará una emulsión asfáltica cuya fluidez garantice su adecuada penetración en la fisura. De preferencia, se usará una emulsión de curado lento que cumpla con los requisitos establecidos en la norma ASTM D2397 para emulsiones catiónica.

arena.- La arena será la porción de agregado pétreo seco, de granulometría que pase el tamiz N° 4. La arena podrá ser natural o de trituración, los granos serán densos, limpios y duros, libre de terrones de arcilla y de cualquier material que pueda impedir la adhesión de éstos con el material bituminoso.

Sellante elastomérico

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

El procedimiento a seguir para la ejecución de los trabajos es el siguiente:

- Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad.

-
- El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial de acuerdo con las normas establecidas.
 - Identificar las zonas de fisuras y grietas a sellar, procediendo a marcarlas directamente sobre el pavimento con yeso, tiza u otro material de color visible (preferiblemente blanco). Estas marcas indican el inicio y final de cada grieta.
 - Tomar fotografías de los casos más relevantes y/o representativos en la situación inicial y en las posteriores actividades de avance.
 - Elaborar el programa detallado del trabajo para el sellado y distribuir el personal a emplear.
 - Realizar la limpieza de la superficie objeto de trabajo utilizando escobillado y un chorro de aire a presión (presión mínima 120. psi), limpio y seco (sin aceite ni humedad), generado por un compresor móvil. Tanto el espacio de la fisura como el área adyacente a la misma, en un ancho no menor de 20cm deberá estar libre de polvo, arcilla ó cualquier otro material contaminante, previo a continuar con la siguiente operación.
 - No se utilizarán barretas, cinceles, equipos neumáticos de percusión, ni tampoco solventes que puedan degradar, disolver o transportar a los contaminantes más hacia el interior de la fisura y que impidan una adecuada adherencia del material de sello. Aplicación del Material Bituminoso y del Sellante Elastomérico
 - Aplicar el material sellante tomando especial cuidado de producir una adherencia efectiva del riego de liga con las paredes de la fisura y/o grieta. Al tender el sellante sobre la grieta, no debe permitirse la formación de charcos o exceso de material sellante sobre la misma o que fluya por la superficie circundante, debido principalmente a que afecta negativamente la estética de la vía y ocasiona un leve impacto negativo en la comodidad y en la seguridad de conducción del usuario de la carretera porque disminuye la resistencia al deslizamiento.
 - El mezclado o preparación de las mezclas deberá realizarse por medio de equipos mecánicos adecuados que aseguren productos homogéneos y que sean muy maniobrables ya que es un trabajo que debe hacerse bastante rápido en la carretera. Asimismo, se reitera la importancia de contar con la suficiente señalización para evitar accidentes con los vehículos.

- El trabajo de sellado sólo se debe realizar cuando la temperatura ambiente sea superior a 50 C e inferior a 30°C.
- Las técnicas constructivas para el sellado comprende la limpieza del área afectada, la colocación de un riego de liga con emulsión asfáltica y el esparcido y compactación de arena en la superficie tratada. En estos casos se debe tratar toda el área afectada y hasta unos 150 mm más afuera de ella. Mediante mangueras o las barras del camión distribuidor de asfalto se aplicará un riego de liga en toda el área previamente limpiada, a razón de 1,4 hm² a 2,3 hm². Inmediatamente después de aplicado el asfalto, se esparcirá uniformemente la arena que cumpla con las bandas granulométricas Tipo A o B, indicadas en la DG200I, y en lo posible con un equipo esparcidor, a razón de 10l/m². La arena debe fijarse mediante un rodillo neumático, asegurando un mínimo de tres pasadas por cada punto.
- Hacer la limpieza general del sitio de trabajo y los materiales extraídos o sobrantes deberán trasladarse a los depósitos de excedentes autorizados por la Supervisión.
- Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.
- Tomar fotografías de casos sobresalientes y/o representativos de la situación final.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

La Supervisión aceptará los trabajos cuando compruebe que se ha realizado el Sellado de Fisuras y/o Grietas a satisfacción, cumpliendo la presente especificación y demás requerimientos técnicos especificados.

MEDICIÓN

La unidad de medida de esta actividad es: el metro cuadrado (m²) con aproximación a la décima.

PAGO

El Pago de los trabajos descritos se hará de acuerdo al metro cuadrado con aproximación a la décima del área tratada a la actividad que constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución, equipo, mano de obra, materiales, herramientas, señalización y cualquier otro imprevisto necesario para su adecuada y correcta realización.

5.4.3 SELLO ASFALTICO (incluye riego de liga)

DESCRIPCIÓN

Los Sellos Asfálticos consisten en recubrimientos sobre pavimentos flexibles con un riego asfáltico combinado con algún agregado, cualquiera fuera la extensión de la superficie por tratar.

OBJETIVO

El objetivo de los Sellos Asfálticos es la protección oportuna de pequeñas fisuras y resquebrajamientos que se presentan en la superficie y que normalmente son precursores de daños graves cuando no hay una intervención a tiempo. Asimismo, se utilizan para recuperar las condiciones superficiales de calzadas desgastadas o pulidas y, de esta manera, contribuir a una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez y economía. Además, para minimizar y/o retardar la formación de daños más severos en el pavimento. En este sentido, las técnicas de sellado asfáltico tienen por finalidad aplicar medidas que pueden ser preventivas, correctivas o ambas.

PERIODO DE EJECUCIÓN

La actividad de los Sellos Asfálticos se debe realizar en el menor tiempo posible después que las fisuras y los daños superficiales se han desarrollado y su presencia es visible en el pavimento. Lo anterior requiere de inspecciones permanentes de la calzada con el fin de identificar su aparición prontamente para proceder a su reparación. Especial atención se debe tener antes de las estaciones o períodos de lluvia.

MATERIALES

Para sellos con emulsión asfáltica se deberán utilizar emulsiones catiónica de rotura lenta tipo CSS-1, CSS-1 h que se ajusten a los requerimientos de la Sección 400. Disposiciones, Generales y de la Sección 421. Emulsiones Asfálticas, de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras-EG-200 0.

Los áridos para la emulsión asfáltica deberán ser limpios, angulares, durables y bien graduados, provenientes del chancado de rocas, de arena natural o de una mezcla de ambos. Deberán cumplir con los requerimientos de la Sección 407. Lechadas Asfálticas, de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras-EG-2000.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Los sellos de emulsión se aplicarán con distribuidor a presión y asegurándose que se produzca un recubrimiento uniforme. Cuando el área por recubrir sea grande se utilizará la barra de riego del distribuidor de asfalto, a la que se le colocará una pantalla perpendicular, inmediatamente contigua a la boquilla externa (borde exterior del pavimento), de manera de lograr un riego más uniforme y proteger las áreas contiguas a la superficie por tratar. Para superficies pequeñas se podrá emplear una barra manual.

Además, se debe contar con una cámara fotográfica para llevar el registro de las actividades principales y/o representativas que fueron realizadas.

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

El procedimiento general a seguir para la ejecución de los trabajos de colocación de los Sellos Asfálticos, es el siguiente:

- Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad.
- Identificar las zonas deterioradas y proceder a delimitarlas para el trabajo diario.
- Preparar la superficie para aplicar el sello asfáltico haciendo bacheo, si es del caso, y efectuar la limpieza de la superficie a sellar haciendo un barrido cuidadoso hasta eliminar toda basura, polvo, barro y otros materiales sueltos.
- Verificar que las condiciones climáticas sean favorables, sin lluvias y que la temperatura atmosférica y de la superficie por sellar, sea 10°C o superior durante todo el proceso. Asimismo, verificar las condiciones de los equipos para lograr que los recubrimientos sean uniformes.
- Sello con emulsión asfáltica. El riego se debe hacer con distribuidor a presión en que la emulsión, diluida en agua en razón de 1:1, se aplique a razón de 0,5 kg/m² a 1,0 kg/m², dependiendo del estado en que se encuentre la superficie por tratar. La dosis mayor se aplicará sobre superficies muy abiertas y oxidadas. La dosis definitiva por aplicar será determinada en terreno. En el caso de sellos en superficies pequeñas se podrán utilizar barras regadoras manuales. Las emulsiones diluidas se aplicarán a una temperatura comprendida entre 500 y 85°C.
- No se debe transitar sobre el área tratada hasta que la emulsión haya alcanzado la rotura completamente y, en ningún caso, antes de 2 horas.

- El área tratada sólo podrá entregarse al tránsito cuando la lechada esté lo suficientemente firme, como para que no se levante por la acción de los neumáticos.
- El procedimiento utilizado para realizar estos trabajos no deberán afectar, en forma alguna, otras áreas del pavimento, las bermas y demás elementos de la vía no incluidos en el trabajo; cualquier daño deberá ser reparado por el Contratista como parte de esta actividad.
- Hacer la limpieza general del sitio de trabajo y los materiales extraídos, o sobrantes deberán trasladarse a los depósitos de excedentes autorizados por la Supervisión.
- Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

La Supervisión aceptará los trabajos cuando compruebe que se ha realizado el Sello Asfáltico a satisfacción, cumpliendo la presente especificación y demás requerimientos técnicos especificados.

MEDICIÓN

La unidad de medida de esta actividad es: metro cuadrado (m²) aproximado al número entero de área de pavimento reparada con sello asfáltico

PAGO

El Pago de los trabajos descritos se hará de acuerdo al precio unitario del contrato por metro cuadrado de pavimento reparado con sello asfáltico actividad que constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución, equipo, mano de obra, materiales, herramientas, señalización y cualquier otro imprevisto necesario para su adecuada y correcta realización.

5.4.4 COLOCACIÓN DE SLURRY SEAL (INCLUYE RIEGO DE LIGA)

OBJETIVO

El objetivo de la Colocación de Slurry Seal o mortero asfáltico es recuperar las condiciones superficiales del pavimento para alcanzar una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez y economía.

DESCRIPCIÓN

Mortero asfáltico ó llamado también en inglés, Slurry Seal es una mezcla de finos, agregados con granulometría densa mezclados con emulsión asfáltica, agua, filler y aditivos los cuales pueden ser aplicados en capas delgadas sobre la superficie desgastada del pavimento. Normalmente es preparada y aplicada por una mezcladora-pavimentadora especialmente diseñada, pero pueden ser mezclados en mezcladores portátiles simples y aplicados manualmente.

Morteros asfálticos pueden ser aplicados a superficies nuevas o negras existentes (pavimento asfáltico), concreto, para estabilizar bases y sobre tratamientos superficiales nuevos o antiguos. Normalmente se requiere de riego de liga con excepción de pavimentos de concreto.

MATERIALES

Los materiales para ejecutar estos trabajos serán:

Agregados pétreos y polvo mineral

Los agregados pétreos y el polvo mineral para la construcción del mortero asfáltico deberán estar compuestos por partículas limpias, angulosas durables bien graduadas y uniformes.

La mezcla de agregados y polvo deberá ajustarse a alguna de las gradaciones que se indican a continuación:

Tamiz	Porcentaje				
	LA-1	LA-2	LA-3	LA-4	LA-5
12.5mm (1/2")	100	-	-	-	-
9.5 mm (3/8")	85-100	100	100	-	-
4.75mm (Nº 4)	60-85	70-90	85-100	100	100
2.36mm (Nº 8)	40-60	45-70	65-90	95-100	95-100
1.18mm (Nº 16)	28-45	28-50	45-70	65-90	85-98
600 mm (Nº 30)	19-34	19-34	30-50	40-60	55-90
300 mm (Nº 50)	12-25	12-25	18-30	24-42	35-55
180 mm (Nº 80)	7-18	7-18	10-20	15-30	20-35
75 mm (Nº 200)	4-8	5-15	5-15	10-20	15-25

Cuadro N° 6.01: Gradaciones agregadas para Slurry Seal

Fuente: Consorcio Gestión de carreteras

Material bituminoso

Será una emulsión catiónica de rotura lenta y superestable del tipo CSSI-h.

Agua

El agua para la pre envuelta deberá ser blanda, potable y exenta de materia orgánica. Su calidad deberá ser tal, que no afecte el proceso normal de elaboración, rotura y curado de la lechada.

Aditivos para control de rotura

Cuando las características del proyecto exijan un control especial de los tiempos de rotura y apertura al tránsito, se emplearán aditivos cuyas características se definirán en las especificaciones particulares de construcción.

Equipo

El equipo deberá incluir elementos para la explotación y elaboración de agregados pétreos; una mezcladora móvil para la fabricación y extensión del mortero; elementos para la limpieza de la superficie y herramientas menores para correcciones localizadas durante la extensión del mortero.

La mezcladora móvil será de tipo continuo, dotada de las tolvas, tanques y dispositivos necesarios, sincronizados para dosificar los agregados, el llenante, el agua, la emulsión y los aditivos que requiera la lechada; tendrá, además, un mezclador y una capa repartidora provista de dispositivos para evitar pérdidas laterales y de una maestra regulable de caucho que permita el correcto reparto, extensión y buena terminación de la lechada.

ACTIVIDADES DEL PROCEDIMIENTO

Al inicio de cada jornada laboral:

Los operadores deberán revisar sus equipos asignados.

Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad. Asimismo, se deben adoptar todas las medidas necesarias para garantizar el ordenamiento y la seguridad del tránsito vehicular. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas. Asimismo, se deben adoptar todas las medidas necesarias para garantizar la seguridad del tránsito vehicular.

Con la finalidad de evitar poner en peligro a los usuarios de la vía, cuando se realicen estos trabajos en tramos en los que el ancho útil de la vía sea reducido, se podrá interrumpir el tránsito de vehículos. Estas medidas, se realizarán en coordinación con los usuarios.

Preparación de la superficie existente- Antes de proceder a la aplicación del mortero asfáltico (slurry seal), la superficie que habrá de recibirla se limpiará de polvo; barro seco o cualquier material suelto que pueda ser perjudicial, utilizando barredoras mecánicas o máquinas sopladoras.

Sólo se permitirá el uso de escobas manuales en lugares inaccesibles a los equipos mecánicos.

Elaboración y aplicación del mortero asfáltico (slurry seal)- Una vez preparada y antes de iniciar la extensión del mortero, la superficie por trabajar deberá estar limpia, ser uniforme.

El mortero asfáltico preparado en el cajón mezclador de la máquina pasará a través de una compuerta vertedero a la caja repartidora, la cual se encargará de distribuirla de manera uniforme sobre la superficie.

El avance del equipo se hará paralelamente al eje de la vía delimitada por el topógrafo y su velocidad se ajustará para garantizar una aplicación correcta del mortero y una superficie uniforme.

No se permitirá la elaboración y aplicación de mortero asfáltico si la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie son inferiores a diez grados Celsius (10°C) o haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra.

Los procedimientos que se utilicen para realizar estos trabajos no deberán afectar, en forma alguna, otras áreas del pavimento, de las bermas y demás elementos de la vía no incluidos en el trabajo; cualquier daño deberá ser reparado por el Contratista como parte de esta actividad.

Hacer la limpieza general del sitio de trabajo y los materiales extraídos o sobrantes deberán trasladarse a los depósitos de excedentes autorizados por la Supervisión. Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.

Tomar fotografías de casos sobresalientes y/o representativos de la situación final.

Juntas de trabajo.- Las juntas de trabajo longitudinales no podrán presentar traslapos ni áreas sin cubrir y las acumulaciones que se produzcan serán alisadas manualmente de manera inmediata, antes de la rotura de la emulsión. Los traslapos de las juntas transversales serán igualmente alisados antes de la rotura de la emulsión, de modo que no se presenten cambios apreciables en la uniformidad de la superficie.

Apertura al tránsito.- Deberá impedirse la circulación de todo tipo de tránsito sobre las capas que no hayan curado completamente. El tiempo requerido para dicho curado depende del tipo de emulsión, las características de la mezcla y las condiciones climáticas y será definido en el proyecto por el Ing. Especialista.

Reparaciones.- Todos los defectos que se presenten durante la ejecución del mortero asfáltico, tales como juntas irregulares, deficiencias o excesos de dosificación, irregularidades en el alineamiento, huellas del tránsito sobre el mortero sin curar, etc., deberán ser corregidos por el Contratista-Conservador, a plena satisfacción del Supervisor.

CONTROL DE CALIDAD

(a) Controles

Se controlará la mezcla de mortero asfáltico colocada en pista al inicio de la jornada. Se realizará en laboratorio ensayos de lavado asfáltico y granulometría del agregado.

b) Calidad de la emulsión

La calidad de emulsión deberá ser sustentada para cada tanque de transporte, por un certificado de calidad del fabricante.

(c) Calidad del agua

Siempre que el Supervisor tenga alguna sospecha en relación con la calidad del agua empleada, verificará su pH y su contenido de sulfatos.

(d) Calidad de los agregados pétreos y el polvo mineral

Los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, serán muestreados y analizados en el laboratorio. El listado y frecuencia de los ensayos de laboratorio que se realizarán es el siguiente:

ARENA

ENSAYOS A REALIZAR

Material o Producto	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Granulometría	2 x día	Cantera
Durabilidad	1 cada 750m ³	Cantera
Equivalente de arena	1 x día	Cantera
Gravedad específica	Por lote	Cantera
Peso unitario suelto	1 x día	Cantera
Sales solubles totales	Por lote	Cantera
Riedel Weber	Por lote	Cantera

Cuadro 6.02: Ensayos a realizar en arena para Slurry Seal
Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras

SLURRY SEAL

ENSAYOS A REALIZAR

Material o Producto	Propiedades y Características	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Slurry Seal	Granulometría	2 x día	Pista
	% de Asfalto Residual (lavado asfáltico)	2 x día	Pista

Cuadro 6.02: Ensayos a realizar en Slurry Seal
Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

La Supervisión aceptará los trabajos cuando compruebe que se ha realizado la Colocación de Slurry Seal (incluye riego de liga) a satisfacción, cumpliendo la presente especificación y demás requerimientos técnicos especificados.

MEDICIÓN

La unidad de medida de esta actividad es: metro cuadrado (m²) con aproximación al número entero, de área de pavimento reparada con Slurry Seal, bajo cualquier técnica de aplicación.

PAGO

El Pago de los trabajos descritos se hará de acuerdo al precio unitario del contrato por metro cuadrado de Colocación de Slurry Seal (incluye riego de liga) actividad que constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución, equipo, mano de obra, materiales, herramientas, señalización y cualquier otro imprevisto necesario para su adecuada y correcta realización.

ANEXOS 03**Valor Actual Neto del Proyecto de Mejoramiento (Alternativa 2)**

Factor de Conversión Económico	
Inversión	0,79
Mantenimiento	0,75

Tasa de Descuento	11,00%
Longitud del Tramo (Km)	5,00

Valor Actual Neto del Proyecto de Mejoramiento (Alternativa 2)

Año	Ahorro por Costos Manten.	Ahorro por reducción de COV	Flujo Neto del Proyecto
2010	-707.500,00	-	-707.500,00
2011	63.750,00	109.928,88	173.678,88
2012	-18.750,00	122.539,63	103.789,63
2013	26.250,00	135.150,38	161.400,38
2014	63.750,00	147.761,13	211.511,13
2015	-18.750,00	160.371,88	141.621,88
2016	26.250,00	172.982,63	199.232,63

VAN	-18.887,48
------------	-------------------

TIR	10,11%
------------	---------------

ANEXOS 04**ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS**

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM-2216

PROYECTO : CARRETERA CAÑETE-LUNAHUANA-PACAÑAN-CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUNIGA
: DV. YUYOS -RONCHAS

SOLICITANTE : BACH. ING. ANDRES ALTAMIRANO HUAYTA

UBICACIÓN : YUYOS

HECHO POR : ING. ALBERTO JOSE MARTINEZ VARGAS **FECHA:** SEPTIEMBRE 2009

MUESTRAS

CALICATA		C - 1
MUESTRA N°		M - 1
PROGRESIVA		89+340
PROFUNDIDAD (m)		0.00 - 1.00
FRASCO No		25
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs	120,500
2. Peso recipiente + suelo seco	grs	113,550
3. Peso de agua	1) - (2) grs	6,950
4. Peso de recipiente	grs	14,200
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs	99,35
6. Contenido de humedad	3) / (5) * 100 %	7,00

Alberto José Martínez Vargas
M.I.M.S Ing° Alberto José Martínez Vargas CIP-582



Observaciones:

SEGÚN SU CLASIFICACION (SISTEMA SUCS), PARA CALICATA C-1 LA MUESTRA ES UNA ARENA LIMOSA "SM".

LA MUESTRA FUE REMOLDEADA, NO SE ENCONTRARON OBSERVACIONES DE NINGUN TIPO.

ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

**METODO DEL CONO DE ARENA
ASTM-1556**

PROYECTO : CARRETERA CAÑETE-LUNAHUANA-PACANAN-CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

SOLICITANTE : BACH. ING. ANDRES ALTAMIRANO HUAYTA

UBICACIÓN : YAUYOS

HECHO POR : ING. ALBERTO JOSE MARTINEZ VARGAS FECHA: SEPTIEMBRE 2009

CALICATA		C - 1
MUESTRA		M - 1
PROFUNDIDAD		1,00
1. Peso del frasco + arena	grs	8520,00
2. Peso del frasco + arena que queda	grs	852,00
3. Peso de arena empleada	(1) - (2) grs	7668,00
4. Peso de arena en el cono	grs	1324,00
5. Peso de arena en excavación	(3) - (4) grs	6344,00
6. Densidad de la arena	gr/cc	1,35
7. Volumen de material extraído	(5) / (6) cc	4699,26
8. Peso de la muestra	grs	9100,00
9. Densidad húmeda	(8) / (7) grs/cc	1,94
10. Humedad	%	7,00
11. Densidad seca	(9) / (1+(10/100)) grs/cc	1,81

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARA N°		25
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs	120,500
2. Peso recipiente + suelo seco	grs	113,550
3. Peso de agua	(1) - (2) grs	6,950
4. Peso de recipiente	grs	14,200
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs	99,35
6. Contenido de humedad	(3) / (5) * 100 %	7,00

Observaciones:

ANDRES

SEDE EN LIMA: MZA. B LOTE. 25 URB. LOS JAZMINES DEL NARANJAL LIMA - LIMA - LOS OLIVOS

TELÉFONO 998478327-992910295-997888074

<http://sigingenieros.com>

lmartinez@sigingenieros.com

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO: CARRETERA CAÑETE-LUNAHUANA-PACAÑAN-CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS - RONCHAS

OBRA: ESTUDIO GEOECNICO CON FINES DE PAVIMENTACION FECHA: SEPTIEMBRE

SOLICITADO: BACH. ING. ANDRES ALTAMIRANO HUAYTA REVISADO: AMV

UBICACIÓN: YAUYOS PROGRESIVA: 89+340

CALICATA: C - 1 MUESTRA: M - 1 PROFUND (m.): 0.00 - 1.00

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%) :	7,000
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr) :	5260,000
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr) :	4062,000
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr) :	1198,000

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA (%)
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,400	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,050	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,700	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,525	0,00	0,00	0,00	100,00
1/4"	6,350	0,00	0,00	0,00	100,00
N° 4	4,760	428,00	8,14	8,14	91,86
N° 10	2,000	352,00	6,69	14,83	85,17
N° 20	0,840	125,00	2,38	17,21	82,79
N° 30	0,590	800,00	15,21	32,41	67,59
N° 40	0,426	800,00	15,21	47,62	52,38
N° 60	0,250	650,00	12,36	59,98	40,02
N° 100	0,149	850,00	16,16	76,14	23,86
N° 200	0,074	32,00	0,61	76,75	23,25
Fondo	-	25,00	0,48	77,22	22,78

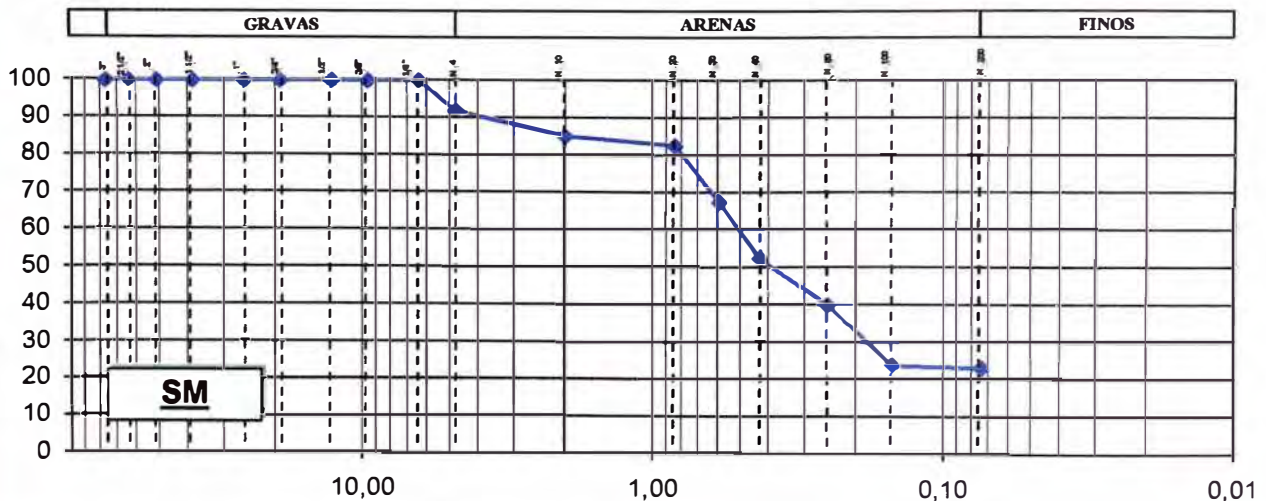


D60	0,613
D30	0,212
D10	
Cu	
Cc	

Gravas	8,14
Arenas	68,61
Finos	23,25

Gruesa	0,00
Fina	8,14
Gruesa	6,69
Media	32,79
Fina	29,13

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO



PROYECTO: **CARRETERA CAÑETE-LUNAHUANA-PACANAN-CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYOS -RONCHAS**

SOLICITADO: **BACH. ING. ANDRES ALTAMIRANO HUAYTA** CALICATA: **C - 1**

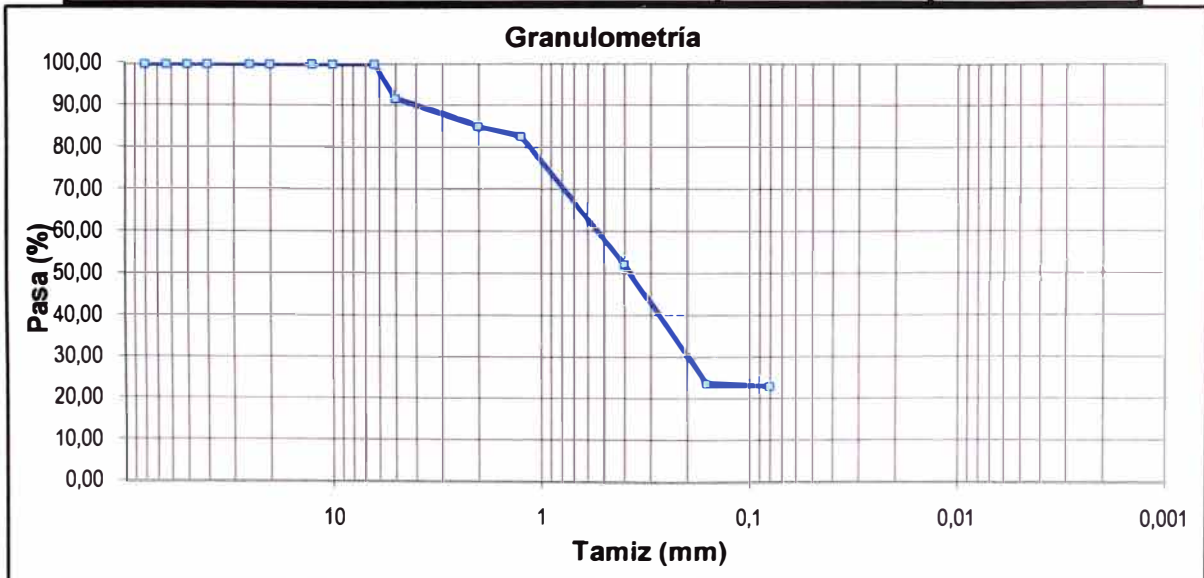
UBICACIÓN: **YAUYOS** MUESTRA: **M-1**

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)

Tamiz (mm)	Pasa (pulg)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
		100,00	100,00	0,00	0,00
80,000	3"	100,00	100,00	0,00	0,00
63,000	2 1/2"	100,00	100,00	0,00	0,00
50,000	2"	100,00	100,00	0,00	0,00
40,000	1 1/2"	100,00	100,00	0,00	0,00
25,000	1"	100,00	100,00	0,00	0,00
20,000	3/4"	100,00	100,00	0,00	0,00
12,500	1/2"	100,00	100,00	0,00	0,00
10,000	3/8"	100,00	100,00	0,00	0,00
6,300	1/4"	100,00	100,00	0,00	0,00
5,000	Nº4	91,86	91,86	8,14	8,14
2,000	Nº10	85,17	85,17	14,83	6,69
1,250	Nº20	82,79	82,79	17,21	2,38
0,400	Nº40	52,38	52,38	47,62	30,42
0,160	Nº100	23,86	23,86	76,14	28,52
0,080	Nº200	23,25	23,25	76,75	0,61

Límite líquido LL	0,00	%
Límite plástico LP	0,00	%
Índice plasticidad IP	0,00	%

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	91,86	%
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	23,25	%
D60:	0,613	mm
D30:	0,212	mm
D10 (diámetro efectivo):		mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):		
Grado de curvatura (Cc):		



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio). Arena limosa SM
Sistema de clasificación de suelos (AAHSTO)
Clasificación AAHSTO A-2-4 (arena con grava limosa o racillosa)