

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN CARACTERÍSTICA DE LAS BASES  
ESTABILIZADAS CON EMULSIÓN, MANTENIMIENTO Y  
COLOCACIÓN DEL SLURRY SEAL – CARRETERA SANTIAGO  
DE CHUCO - SHOREY**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**JOSÉ RAÚL INGALUQUE ARAPA**

**Lima- Perú**

**2013**

## DEDICATORIA

A mis Padres, Ernesto y Margarita, porque creyeron en mí, por su apoyo incondicional que me brindan, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, dando un gran paso en mi vida profesional, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final, durante todo este tiempo que duro mi carrera.

A mi hermano Juan Ernesto, a mis tíos Tadeo y Reyna, a mis primos que en todo momento siempre me apoyaron, fomentándome en mí deseos de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

A mis hermanos y hermanas quienes desde lejos siempre me tuvieron en consideración, dándome todo lo que está a su alcance para poder surgir en mi vida profesional. Gracias a sus buenos ejemplos, que hoy puedo decir que me veo reflejado en ellos.

A mi novia, por su comprensión, que a pesar de estar lejos siempre me apoyo en los momentos más difíciles de vida, dándome valiosos consejos, y anhelo de seguir siempre adelante.

A todos ustedes, mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles. A todos, espero no defraudarles y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I: GENERALIDADES</b>	<b>10</b>
1.1 ANTECEDENTES	10
1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO	11
1.2.1 Objetivo General	11
1.2.2 Objetivos Específicos	11
<b>CAPÍTULO II: PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA OBRA REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SANTIAGO DE CHUCO SHOREY</b>	<b>12</b>
2.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO	12
2.1.1 Objetivo del Proyecto	12
2.1.2 Alcances del Proyecto	12
2.1.3 Características Generales de la Zona del Proyecto	13
2.1.4 Memoria Descriptiva del Proyecto	14
2.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CARRETERA SANTIAGO DE CHUCO – SHOREY	16
2.2.1 Movilización y Desmovilización de Equipos	16
2.2.2 Campamento para la Obra	16
2.2.3 Ubicación de Canteras y Botaderos	17
2.2.4 Topografía y Georeferenciación	18
2.2.5 Charlas de Seguridad y Medio Ambiente	19
2.2.6 Conformación de la Subrasante	20
2.2.7 Afirmado Granular	21
2.2.8 Base Estabilizada con Emulsión	29
<b>CAPÍTULO III: IDENTIFICACION DE LOS PROBLEMAS OCASIONADOS POR FACTORES EXTERNOS</b>	<b>35</b>
3.1 FACTORES NATURALES	35
3.1.1 Régimen de Agua Caída	35
3.1.2 Efectos Producidos por la Temperatura	36
3.1.3 Agua y Temperatura	37

3.2	FACTOR TRÁNSITO	37
3.2.1	Volumen del Tránsito	37
3.2.2	Peso por eje de los vehículos	38
3.2.3	Presión de inflado	38
<b>CAPITULO IV: SOLUCIONES Y ACCIONES ANTE CADA TIPO DE PROBLEMA IDENTIFICADO</b>		<b>40</b>
4.1	CONSIDERACIONES A TOMAR EN CUENTA POR EL FACTOR CLIMA	40
4.2	CONSIDERACIONES A TOMAR EN CUENTA POR EL FACTOR TRÁFICO	41
4.2.1	Variación económica por el incremento del ancho de la calzada	42
4.2.2	Planteamiento legal al incremento del ancho de la calzada	45
4.3	ACCIONES A TOMAR EN CUENTA BAJO LAS FALLAS PRODUCTO DEL DETERIORO	46
4.3.1	Falla del pavimento P1	46
4.3.2	Solución a la falla Tipo P1	47
4.3.3	Solución alternativa de reparación de la falla tipo P1	48
4.3.4	Falla del pavimento P2	48
4.3.5	Solución a la falla Tipo P2	49
4.3.6	Falla de pavimento P3	50
4.3.7	Solución a la falla tipo P3	51
4.3.8	Solución alternativa de reparación de la falla tipo P3	52
4.3.9	Falla del Pavimento P4	53
4.3.10	Solución a la falla tipo P4	53
4.4	VENTAJAS Y DESVENTAJAS SOBRE EL USO DE LA EMULSIÓN FRENTE AL ASFALTO EN CALIENTE	54
<b>CAPITULO V: MANTENIMIENTO PREVIO A LA COLOCACION DEL SLURRY SEAL</b>		<b>56</b>
5.1	CONSIDERACIONES GENERALES	56
5.2	EL DETERIORO DEL PAVIMENTO	57
5.3	CARACTERISTICAS Y USOS DE LA SUPERFICIE CON SLURRY SEAL	57
5.4	MATERIALES	58
5.4.1	Agregado	58
5.4.2	Emulsión Asfáltica	59
5.4.3	Agua	59
5.4.4	Filler Mineral	60
5.5	AFINIDAD DEL ARIDO LIGANTE	61

5.6	DOSIFICACION DE LA MEZCLA	62
5.7	EQUIPO PARA LA FABRICACION Y PUESTA EN OBRA DEL SLURRY SEAL	63
<b>CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>67</b>
6.1	CONCLUSIONES	67
6.2	RECOMENDACIONES	68
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		<b>70</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>71</b>

## RESUMEN

El presente Informe se desarrolló con el propósito de resolver los problemas que puedan presentarse cuando se trabaja con bases estabilizadas con emulsión, esto se refiere a la correcta forma de preparado, extendido, colocación y compactación.

Así mismo identificar los diferentes tipos de fallas que se presentan por factores climáticos, y deficiencias en el preparado.

El informe contiene el proceso constructivo general de la Carretera Santiago de Chuco – Shorey, dándose importancia a los capítulos en lo que respecta a la partida de “Base estabilizada con Emulsión”, con lo cual se tuvo problemas que posteriormente se identificaron la causa de los mismos, así mismo se plantea las posibles soluciones que se podrían tomar para cada uno de estos problemas.

El informe termina con las recomendaciones y limitaciones del uso de las bases estabilizadas con emulsión, y sobre todo con su principal aplicación en nuestro país.

En el Capítulo I, se describen los antecedentes sobre la emulsión y la evolución de este, en el uso de las carreteras.

En el Capítulo II, se describe el proceso constructivo de las principales partidas de la obra: “Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Santiago de Chuco Shorey”

En el Capítulo III, se hace una identificación de los problemas ocasionados por factores externos, en las bases estabilizadas con emulsión.

En el Capítulo IV, se plantean soluciones y acciones ante los problemas ocasionados por los factores externos, descritos en el Capítulo anterior.

En el Capítulo V, se describe la colocación del Slurry Seal, sobre la base estabilizada, como la última capa de la estructura del pavimento.

En el Capítulo VI, se dan las especificaciones y recomendaciones para este presente informe.

## LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 2.1 Usos Granulométricos del Afirmado a utilizar	21
Cuadro N° 2.2 Ensayos y Frecuencias del Afirmado Granular	28
Cuadro N° 2.3 Especificaciones generales agregados de base estabilizada	31
Cuadro N° 2.4 Granulometría de los Agregados de la Base estabilizada	31
Cuadro N° 2.5 CBR mínimo para Bases	32
Cuadro N° 2.6 Requerimientos del agregado grueso	32
Cuadro N° 2.7 Requerimientos del agregado fino	32
Cuadro N° 4.1 Comparativo de costos con anchos de calzada de 4m y 6m	43
Cuadro N° 4.2 Ventajas y desventajas de las Bases con emulsión vs Mezclas asfálticas en caliente	55
Cuadro N° 5.1 Especificaciones Granulométricas para Slurry Seal	59
Cuadro N° 5.2 Pruebas y usos de la Emulsión	60
Cuadro N° 5.3 Usos principales de los Cementos Asfálticos para Pavimentación	62

## LISTA DE FIGURAS

Figura N° 2.1: Ubicación Campamento Km. 18+840	16
Figura N° 2.2: Patio de máquinas Km. 18+840	17
Figura N° 2.3: Ubicación de Canteras para extracción de Material – Chorro Negro Km 28+400 Lado Izquierdo Acceso 100m	17
Figura N° 2.4: Ubicación de Botadero Km 6+810 a Km 6+860 Lado Izquierdo Acceso 100m	18
Figura N° 2.5: Ubicación de los BM's para empezar el trabajo	18
Figura N° 2.6: Nivelación y Replanteo de la obra	19
Figura N° 2.7: Charlas diarias de seguridad al personal en cada frente de trabajo	19
Figura N° 2.8: Mejoramientos en los lugares en que requiera (Suelo inadecuado)	20
Figura N° 2.9: Corte en Taludes de Acuerdo a las secciones del proyecto	20
Figura N° 2.10: Perfilado y refine con motoniveladora	21
Figura N° 2.11: Conformación y compactación de afirmado e=0.20m	28
Figura N° 2.12: Afirmado granular conformado km 4+500 Santiago de Chuco - Shorey	29
Figura N° 2.13: Colocación de la mezcla con emulsión e=0.05m	33
Figura N° 2.14: Compactación de la base estabilizada con emulsión con rodillo neumático.	34
Figura N° 3.1 Mayor tráfico y mayor número de ejes equivalentes por aumento de la calzada	38
Figura N° 4.1 Solución propuesta con mezcla asfáltica en caliente	42
Figura N° 4.2: Falla tipo piel de cocodrilo	47
Figura N° 4.3: Falla tipo agrietamiento profundo piel de cocodrilo	49

Figura N° 4.4: Falla tipo agrietamiento profundo piel de cocodrilo con desplazamiento lateral	51
Figura N° 4.5: Falla tipo juntas y grietas por repavimentaciones	53
Figura N° 5.1: Carguio De Agua A La Planta Móvil Extendedora De Micropavimento.	64
Figura N° 5.2: Carguio De Emulsión	64
Figura N° 5.3: Carguio De Material Petreo	65
Figura N° 5.4: Extendido del Slurry Seal	65
Figura N° 5.5: Extendido del Slurry Seal con el Camión Slurry	66

## LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

A.C:	Antes de Cristo.
AASHTO:	American Association of State Highway and Transportation Officials Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transporte.
ASTM:	American Society for Testing and Materials Sociedad Americana para Pruebas de Material.
MTC:	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
TMN:	Tamaño Máximo Nominal.
EAL:	Número de ejes equivalentes a 8.2 toneladas en el periodo de diseño
IMD:	Índice medio diario
CSS:	Cationic Slow Setting Catiónica de Rotura Lenta
CMS:	Cationic Medium Setting Catiónica de Rotura Media
CRS:	Cationic Rapid Setting Catiónica de Rotura Rápida
TMC:	Tubería de Metal Corrugado

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo al sistema de Contrataciones del Estado, se suscribe el contrato de obra entre Provias Nacional y Consorcio Vial Perú (Contrato suscrito el 15 Abril del 2008), para la ejecución de la Obra: "Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Santiago de Chuco – Shorey"

El expediente técnico plantea un pavimento con emulsión asfáltica de 2" (5cm), y una capa de Slurry Seal (1cm), con un ancho de calzada de 4m.

Posteriormente y de acuerdo a las reuniones sostenidas con Provias Nacional, el Contratista, y el Alcalde de Santiago de Chuco, se acordó en ampliar el ancho de la calzada de 4m a 6m, incluyendo para ello una Resolución Especial para esta obra ya que el monto de dicho adicional superaba el 15%, como lo establece la Ley de Contrataciones del Estado (Decreto Legislativo N° 1017 que aprueba la Ley de Contrataciones del Estado D.S. N° 184-2008-EF vigente a partir del 01 Enero 2009).

En el proceso constructivo de la ejecución de obra, en la etapa de colocación de base estabilizada con emulsión se presentan problemas no considerados, en el Expediente Técnico, debido al incremento de tráfico durante el proceso constructivo, y también los problemas ocasionados debido a factores externos, principalmente el clima.

Con el fin de garantizar la vida útil de servicio de la Obra, es necesario tener un serio Control de Calidad, ya que este juega un papel muy importante para garantizar la correcta preparación, extendido y compactación de la Base Estabilizada con Emulsión.

Así mismo se debe considerar mientras dure el proceso constructivo de la obra, un mantenimiento periódico, que garantice, el no deterioro de la vía hasta que se termine la obra.

# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES

### 1.1 ANTECEDENTES

En las últimas dos décadas, mucho esfuerzo científico y tecnológico se ha dedicado al desarrollo de materiales asfálticos para la construcción de carreteras, ya que las especificaciones de éstas son cada día más estrictas.

La tecnología en materia asfáltica se ha enfocado al desarrollo de este tipo de carpeta, buscando que cumpla con: una mayor duración, menor ahuellamiento al paso de vehículos, significativa repelencia al agua (alta hidrofobicidad), resistencia a la radiación ultravioleta, resistencia a la lluvia, aumento al agarre con los neumáticos, mejor adhesión entre el asfalto y el material pétreo, facilidad para la reparación de baches, etc. Todas estas condiciones impuestas al asfalto, dan como resultado una intensa investigación en este campo, llevando al desarrollo de nuevos materiales asfálticos así como nuevas formas en las cuales éste puede ser aplicado al substrato pétreo.

El asfalto tiene varios nombres como: asfalto o bitumen, nafta-betunes, betún, cemento asfáltico. Este producto fue conocido alrededor del año 2500 A.C. en Egipto, aunque en esa época no se usaba en la construcción de caminos.

En la actualidad tienen una gran variedad de aplicaciones; las que podemos mencionar: carpetas asfálticas, adhesivos, sellantes, impermeabilizantes, entre otros. Los volúmenes de uso son muy grandes, sobre todo en lo referente a la fabricación de carpetas de rodadura en donde es, sin duda el material más importante. El amplio uso de los asfaltos en la construcción de carreteras, es debido en gran medida, a su bajo costo y a sus propiedades de hidrofobicidad y una relativa resistencia al intemperismo. Una de las formas de aplicar el asfalto en una mezcla es a través de altas temperaturas, sin embargo otra forma de usarlo es por medio de emulsiones, comúnmente llamadas "**Emulsiones Asfálticas**" las cuales son trabajadas en frío.

Las emulsiones del tipo asfáltico aparecieron en el mercado a principios del siglo XX en diferentes lugares y con usos muy diversos. A principios de 1900

(en 1905) se empleó por primera vez una emulsión asfáltica en la construcción de carreteras en la ciudad de Nueva York.

Actualmente los países con mayor producción de emulsiones asfálticas son, en orden de importancia: Estados Unidos, Francia, España y Japón. Entre estos cuatro países se fabrica un 40% aproximadamente de la producción mundial de emulsión asfáltica, que se estima actualmente próxima a los dieciséis millones de toneladas, de la que más del 85% es del tipo catiónico.

## **1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO**

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL**

El objetivo principal del presente informe es dar a conocer el funcionamiento y las reacciones a los cambios externos de la mezcla de bases con emulsión, desde las características de los agregados, preparación de la mezcla, extendido y compactación en pista; así mismo darle el mantenimiento necesario mientras dure el proceso de ejecución de la obra.

### **1.2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Evaluar las posibles fallas no previstas (por factores externos) desde la preparación, extendido y compactación e identificar la causa que los origina.
- Proponer una solución a los problemas que se presentan cuando se trabaja con bases estabilizadas con emulsión.
- Plantear una solución para el incremento del tráfico ocasionado por el aumento del ancho de calzada.
- Ver las limitaciones del uso de este tipo de pavimentos.

## CAPÍTULO II

### PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CARRETERA "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SANTIAGO DE CHUCO – SHOREY"

#### 2.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO:

##### 2.1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo del estudio en el Expediente Técnico inicial del Proyecto, que tenía un ancho de 4m, adecuarlo a un ancho de 6m, para la ejecución de las obras de Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Ruta 3N tramo Santiago de Chuco – Shorey, a nivel de superficie de rodadura Emulsión Asfáltica – Slurry Seal, con base estabilizada de 5 cm de espesor, sobre afirmado granular de 20 cm de espesor.

El diseño de pavimento debe tener en cuenta el proceso constructivo así como el monitoreo del mismo durante su puesta en servicio, dentro del periodo de vida previamente establecido, a fin de obtener información que permita evaluar el performance del tipo de pavimento recomendado y masificar su uso en mayor escala para carreteras similares.

##### 2.1.2 ALCANCES DEL PROYECTO

Dentro de los alcances del presente proyecto, tenemos los siguientes:

- Elaborar el Expediente Técnico para la ejecución del proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Santiago de Chuco - Shorey, de 41.53 km de longitud, que garantice una buena transitabilidad de la vía una vez terminada.
- Optimizar el trazo actual de la vía, minimizando el movimiento de tierras.
- Realizar estudios de ingeniería básica: trazo y topografía, tráfico, hidrología, drenaje, geología y geotecnia, suelos, canteras y fuentes de agua.
- Diseños de ingeniería: diseño geométrico, diseño de drenaje y obras de arte, diseño geotécnico y diseño de señalización.
- Establecer los procedimientos de ejecución de la obra.

- Elaborar especificaciones técnicas especiales de construcción y mantenimiento
- Elaborar el presupuesto y programación de obras.

### 2.1.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE PROYECTO

Dentro de las características geográficas y climatológicas que presenta la carretera objeto del estudio, tenemos:

#### **Ubicación**

La Carretera Santiago de Chuco- Shorey se ubica políticamente en la provincia de Santiago de Chuco departamento de La Libertad, geográficamente, el tramo en estudio está ubicado en la parte nor-oriental del país en la región sierra. La carretera en mención forma parte de la Ruta Nacional 03N.

El tramo en estudio se inicia a la salida de Santiago de Chuco y culmina al ingreso al poblado de Shorey.

#### **Accesibilidad:**

Se accede a la zona desde Lima, por la carretera Panamericana Norte hasta la ciudad de Trujillo, desde donde se toma la salida a Laredo, luego la ruta 10A en el tramo Shiran-Otuzco, se prosigue hasta Agallpampa, se llega a Shorey (punto final del proyecto), y se continúa por la ruta 03N hasta llegar a Santiago de Chuco.

El poblado de Shorey se encuentra a 41.53 km de la ciudad de Santiago de Chuco. Por esta ruta circulan unidades de transporte de pasajeros interprovinciales y camionetas que hacen la ruta Santiago de Chuco – Trujillo, siendo los primeros los más usados en la zona.

#### **Altitud:**

La totalidad del trazo de la carretera Santiago de Chuco – Shorey, se desarrolla a una altitud por encima de los 3000 m.s.n.m. El trazo se inicia a la salida de Santiago de Chuco a una altitud aproximada de 3109.78 m.s.n.m. para luego continuar en ascenso hasta el punto más alto, ubicado a una altitud de 4180.23 m.s.n.m, para después continuar en descensos continuos y serpenteantes,

para finalmente llegar hacia el poblado de Shorey y alcanzar una cota de 3934.75 m.s.n.m. en su progresiva final.

### **Clima**

La zona de proyecto en donde se desarrolla el trazo de la carretera presenta un clima frío característico de las zonas pertenecientes a la sierra propia del Perú. Con lluvias de enero a marzo y una temperatura que oscila entre los 11°C a 16°C.

### **Actividades Económicas**

Las principales actividades económicas de la zona de proyecto son las actividades agropecuarias, siendo los principales cultivos el maíz, papa, habas. Y por otra parte la ganadería es vacuna, ovina, porcina y equina.

#### **2.1.4 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO:**

Los términos de Referencia del Contrato de Servicios de Consultoría para la ejecución del Estudio Definitivo para el Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Santiago de Chuco-Shorey, servirán para la ejecución de la Obra en mención.

Por la naturaleza accidentada de propia de la Sierra del Perú, la mayoría de las vías que conectan al país se ven constantemente afectadas por fenómenos naturales. Por ello el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través del Proyecto Especial de Infraestructura de Transportes, Proviás Nacional, con la finalidad de cumplir su finalidad; convoca la Licitación Pública bajo el Sistema de Suma Alzada y la modalidad de Concurso Oferta LP N° 0024-2007-MTC/20, para seleccionar a la Empresa Consultora o Consorcio que se encargue de prestar los servicios para elaborar el Estudio Definitivo y ejecución de la obra: Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Santiago de Chuco-Shorey.

Teniendo como resultado del Concurso convocado, se otorga la Buena Pro al Consorcio Vial Perú, suscribiéndose el 15 de Abril del 2008 el Contrato N°0111-2008-MTC/20, comprometiéndose a prestar los

servicios de elaboración del Estudio Definitivo y la ejecución de la obra: Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Santiago de Chuco-Shorey, por el monto de S/. 23'089,460.53, distribuido de acuerdo a su oferta de la siguiente manera:

CONCEPTO	MONTO (S/.)
1.- Elaboración del Expediente Técnico (a Suma Alzada)	1'046,711.62
2.- Ejecución de la Obra (a Suma Alzada)	22'042,748.91
Monto Total Ofertado	23'089,460.53

El cual comprendía las actividades de Rehabilitación y Mejoramiento de 41.53 Km de Carretera a nivel de superficie de rodadura Emulsión Asfáltica – Slurry Seal, con base estabilizada de 5.00 cm. de espesor sobre afirmado de 20 cm. de espesor, con una superficie de rodadura de 4.00 m. sin bermas y obras de drenaje.

Iniciado el proceso de elaboración del estudio, la población organizada hace sentir su inconformidad sobre el ancho de superficie de rodadura, indicando que esta no es la adecuada para su servicio, exigiéndose que esta sea proyectada a 6 m., en vista de los acontecimientos en fecha 16 de julio de 2008, la Minera Barrick Misquichilca comunica su disposición en contribuir económicamente con S/. 22'400,000.00 con la finalidad de cubrir los sobrecostos que este ensanche acarrearía. Así mismo el Gobierno Regional de la Libertad hace su contribución con S/. 1'300,000.00. En vista de lo acontecido Consorcio Vial Perú hace la reestructuración del Proyecto inicial sin costo alguno de reestructuración del Expediente Técnico, bajo este nuevo Presupuesto Base. Quedando como nuevo monto total de la obra:

CONCEPTO	MONTO (S/.)
1.- Elaboración del Expediente Técnico (a Suma Alzada)	1'046,711.62
2.- Ejecución de la Obra (a Suma Alzada)	45'742,748.91
Monto Total Ofertado	46'789,460.53

El Gobierno Central con la finalidad de regularizar el proceso administrativo de ampliación presupuestaria al proyecto, emite en fecha

13 de Febrero 2009, la Ley N° 29321 que exonera a la L.P. referida del Control del SNIP, permitiendo de este modo elevar el marco presupuestal de la Obra.

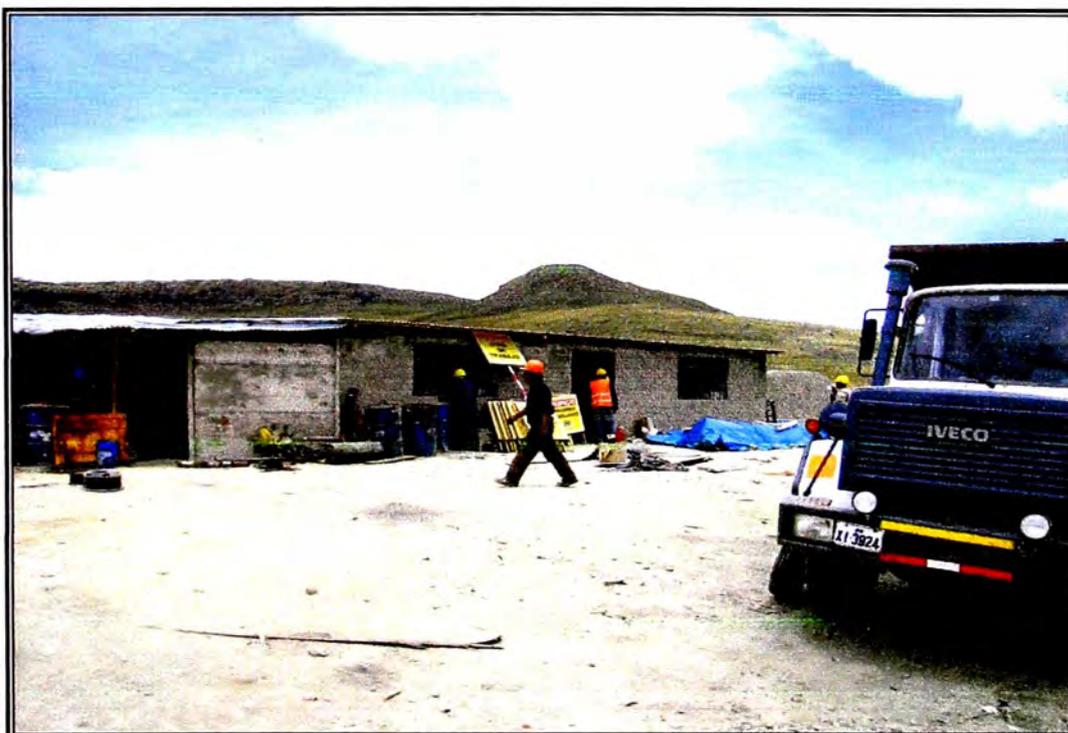
## 2.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CARRETERAS SANTIAGO DE CHUCO - SHOREY

### 2.2.1 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS

Consiste en todo el trabajo requerido para suministrar, transportar y montar oportunamente la organización completa del equipo de construcción en el lugar de la obra y su posterior desmovilización una vez terminada la obra.

### 2.2.2 CAMPAMENTO PARA LA OBRA

Consiste en todo el trabajo necesario para instalar los lugares donde vivirá todo el personal de obra, entre empleados y obreros, mientras dure el proceso de ejecución de la obra. Así mismo también comprende la ubicación y equipamiento del taller y patio de máquinas para los equipos necesarios para la ejecución de la obra.



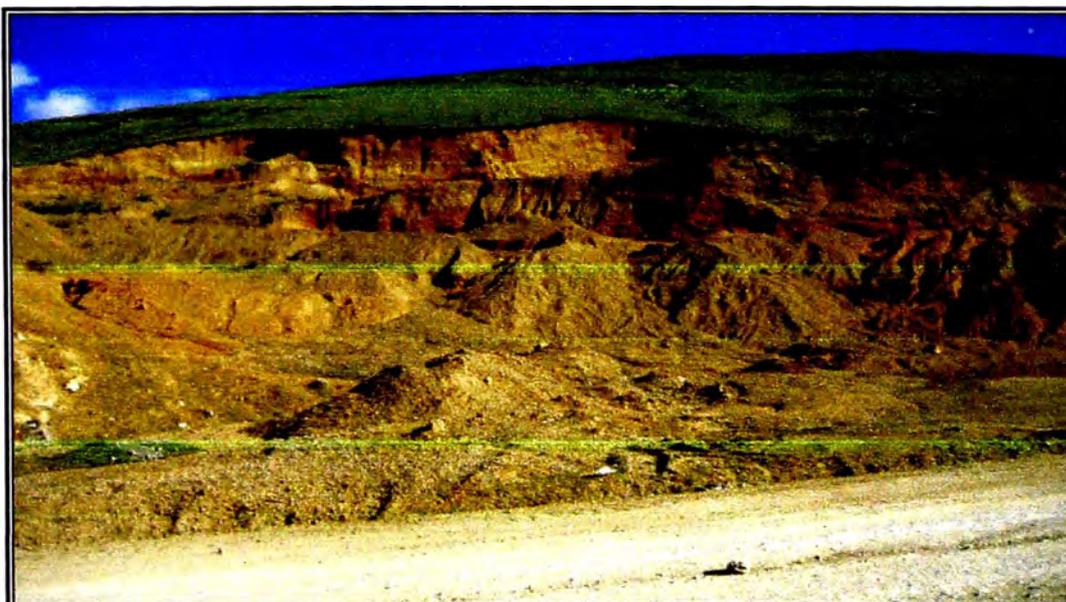
*Figura 2.1: Ubicación Campamento Km. 18+840*



**Figura 2.2: Patio de máquinas Km. 18+840**

### 2.2.3 UBICACIÓN DE CANTERAS Y BOTADEROS

Consiste en la ubicación y reconocimiento de las canteras, y botaderos, que manda el expediente técnico, y confirmar la libre disponibilidad que tienen, la potencia necesaria de cada uno de ellos de acuerdo al requerimiento.



**Figura 2.3: Ubicación de Canteras para extracción de Material – Chorro Negro Km 28+400 Lado Izquierdo Acceso 100m**



**Figura 2.4: Ubicación de Botadero Km 6+810 a Km 6+860 Lado Izquierdo  
Acceso 100m**

#### 2.2.4 TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION

Sobre la base de los planos y levantamientos topográficos del Proyecto, sus referencias y BMs, el Contratista procederá al replanteo general de la obra, en el que de ser necesario se efectuarán los ajustes necesarios a las condiciones reales encontradas en el terreno. El Contratista será el responsable del replanteo topográfico que será revisado y aprobado por el Supervisor, así como del cuidado y resguardo de los puntos físicos, estacas y monumentación instalada durante el proceso del levantamiento del proceso constructivo.



**Figura 2.5: Ubicación de los BM's para empezar el trabajo**



*Figura 2.6: Nivelación y Replanteo de la obra*

### 2.2.5 CHARLAS DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Esta partida comprende las charlas diarias sobre seguridad en cada una de las actividades que los obreros y personal en general, han sido asignados, sobre las prevenciones y cuidados que se debe tener para que no ocurran ningún incidente, ni mucho menos una accidente.



*Figura 2.7: Charlas diarias de seguridad al personal en cada frente de trabajo*

## 2.2.6 CONFORMACIÓN DE SUBRASANTE

Este trabajo comprende mejoramientos de suelos inadecuados (suelos saturados o inapropiados), cortes de explanaciones y corte de taludes, relleno con material propio y/o material de cantera.



*Figura 2.8: Mejoramientos en los lugares en que requiera (Suelo inadecuado)*



*Figura 2.9: Corte en Taludes de Acuerdo a las secciones del proyecto*



**Figura 2.10: Perfilado y refine con motoniveladora**

### 2.2.7 AFIRMADO GRANULAR

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de afirmado sobre la subrasante terminada, de acuerdo con la presente especificación:

#### **Materiales:**

Los agregados para la construcción del afirmado deberán ajustarse a alguna de las siguientes franjas granulométricas:

**Cuadro N° 2.1 Usos Granulométricos del Afirmado a utilizar**

Tamiz	Porcentaje que pasa	
	A-1	A-2
50 mm ( 2" )	100	—
37.5mm(1½")	100	—
25 mm ( 1" )	90 - 100	100
19mm(¾")	65 - 100	80 - 100
9.5 mm ( 3/8" )	45 - 80	65 - 100
4.75mm(N°4)	30 - 65	50 - 85
2.0mm(N°10)	22 - 52	33 - 67
4.25 um (N° 40 )	15 - 35	20 - 45
75 um (N° 200 )	05 - 20	05 - 20

*Fuente: AASHTO M – 147*

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste Los Ángeles: 50% máx. (MTC E 207)
- Límite Líquido: 35% máx. (MTC E 110)
- Índice de Plasticidad : 4 – 9 (MTC E 111)
- CBR (1) : 40% mín. (MTC E 132)
- Equivalente de Arena : 20% mín. ( MTC EE 114 )

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

### **Equipo:**

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

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

Los principales impactos causados por el equipo y su tránsito, tienen que ver con emisiones de ruido, gases y polvo expedidos a la atmósfera. El equipo deberá estar ubicado adecuadamente en sitios donde no perturbe a la población y al medio ambiente y contar además, con sistemas de silenciadores (especialmente el equipo de compactación de material, plantas de trituración y de asfalto), sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturba la tranquilidad, lo cual contará con autorización del Supervisor.

Se tendrá cuidado también con el peligro de derrame de aceites y grasas de la maquinaria, para lo cual se realizarán revisiones periódicas a la maquinaria, así como la construcción de rellenos sanitarios donde depositar los residuos.

Se cuidará que la maquinaria de excavación y de clasificación de agregados no se movilice fuera del área de trabajo especificada a fin de evitar daños al entorno.

Los equipos a utilizar deben operar en adecuadas condiciones de carburación y lubricación para evitar y/o disminuir las emanaciones de gases contaminantes a la atmósfera.

El equipo deberá estar ubicado adecuadamente en sitios donde no perturbe a la población y al medio ambiente. Además, mantener en buen estado los sistemas de carburación y silenciadores a fin de evitar la emisión de gases contaminantes a la atmósfera, así como ruidos excesivos, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturbe la tranquilidad, los cuales contarán con autorización del supervisor.

Es necesario instruir al personal para que por ningún motivo se lave los vehículos o maquinarias en cursos de agua o próximos a ellos. Por otro lado, cuando se aprovisiona de combustible y lubricantes, no deben producirse derrames o fugas que contaminen suelos, aguas o cualquier recurso existente en la zona.

Estas acciones deben complementarse con revisiones técnicas periódicas. Guardar herméticamente los residuos de las maquinarias y equipos, para luego transportarlos a lugares adecuados para la disposición final de estos tipos de residuos.

Se debe evitar que la maquinaria se movilice fuera del área de trabajo especificada a fin de evitar daños al entorno. Además, diseñar un sistema de trabajo para que los vehículos y maquinarias no produzcan un innecesario apisonamiento de suelos y vegetación y el disturbamiento o el incremento de la turbiedad del suelo.

### **Explotación de materiales y elaboración de agregados:**

Se debe evaluar las canteras establecidas en el proyecto, el volumen total a extraer de cada cantera, así mismo estimar la superficie que será explotada y proceder al estacado de los límites.

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

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

Luego de la explotación de canteras, se deberá readecuar de acuerdo a la morfología de la zona, ya sea con cobertura vegetal o con otras obras para recuperar las características de la zona antes de su uso.

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

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

Se deberán establecer controles para la protección de taludes y humedecer el área de operación o patio de carga a fin de evitar la emisión de material particulado durante la explotación de materiales. Se aprovecharán los materiales de corte, si la calidad del material lo permite, para realizar rellenos o como fuentes de materiales constructivos. Esto evitará la necesidad de explotar nuevas canteras y disminuir los costos ambientales.

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

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

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

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

#### **Preparación de la Superficie existente:**

El material para el afirmado se descargará cuando se compruebe que la superficie sobre la cual se va a apoyar tenga la densidad no menor de 95% de la Máxima Densidad Seca del material y las cotas indicadas en los planos. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias admitidas en la especificación respectiva deberán ser corregidas.

Esta actividad, para efectos de pago está cubierto bajo los precios unitarios de las partidas Excavación para Explanaciones y Explanaciones.

#### **Transporte y colocación del material:**

Se deberá transportar y depositar el material de modo, que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente.

La colocación del material sobre la capa subyacente se hará en una longitud que no sobrepase mil quinientos metros (1500 m) de las operaciones de mezcla, conformación y compactación del material del sector en que se efectúan estos trabajos.

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

#### **Extensión, mezcla y conformación del material:**

El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si es necesario construir combinando varios materiales, se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, que luego se unirán para lograr su mezclado. Si fuere necesario humedecer o airear el material, para lograr la humedad de compactación, el

Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos.

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

### **Compactación:**

Cuando el material tenga la humedad apropiada, se compactará con el equipo aprobado hasta lograr la densidad especificada. En áreas inaccesibles a los rodillos, se usarán apisonadores mecánicos hasta lograr la densidad requerida con el equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen, no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

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

No se extenderá ninguna capa de material, mientras no se haya realizado la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente o en instantes en que haya lluvia.

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación. Los residuos generados por esta y las dos actividades mencionadas anteriormente, deben ser colocados en lugares de disposición de desechos adecuados especialmente para este tipo de residuos.

### **Apertura al tránsito:**

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no fuere posible, el tránsito que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá en forma tal que no se concentren huellas de rodaduras en la superficie.

### **Calidad de los agregados:**

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro (4) muestras con las frecuencias que se indican en el cuadro N° 2.2

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

Las determinaciones de la densidad de la capa compactada se realizarán de acuerdo a lo indicado en el Cuadro N° 2.2 y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar

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

$$D_i > \% D_e$$

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

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

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

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

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor no sea inferior a 0.15 m.

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, se comprobará con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como

normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a diez milímetros 10 mm) para asegurar buena adherencia, será obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada.

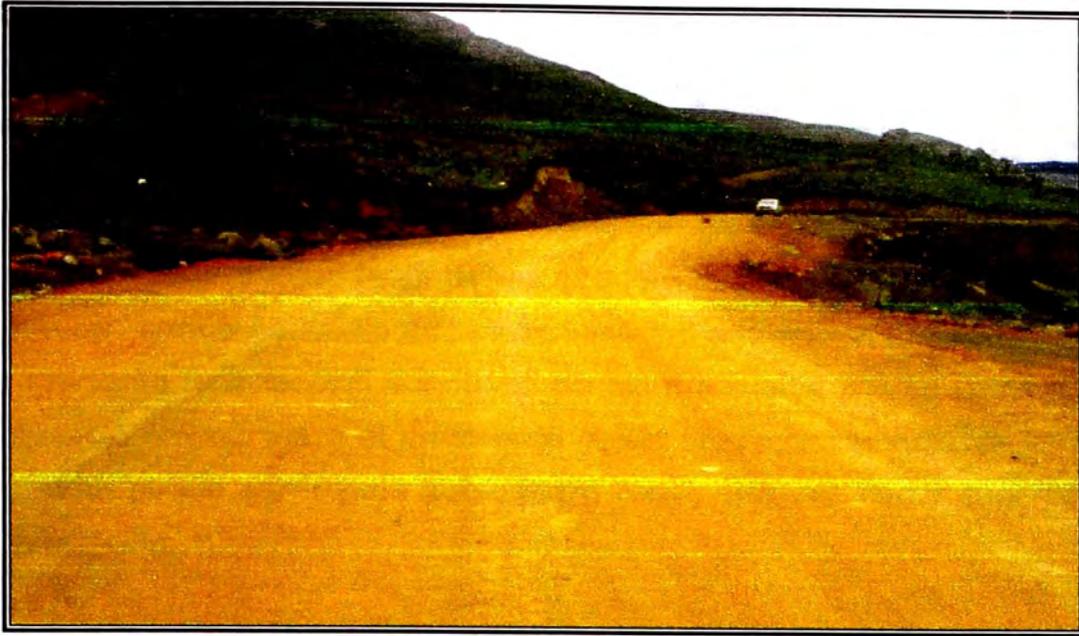
### Cuadro N° 2.2 Ensayos y Frecuencias del Afirmado Granular

Material o Producto	Propiedades Características y	Método de Ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Afirmado	Granulometría	MTC E 204	D 422	T 27	1 cada 750 m <sup>3</sup>	Cantera
	Límites de Consistencia	MTC E 111	D 4318	T 89	1 cada 750 m <sup>3</sup>	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	1 cada 2000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	1 cada 2000 m <sup>3</sup>	Cantera
	CBR	MTC E 132	D 1883	T 193	1 cada 2000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Densidad -Humedad	MTC E 115	D 1557	T 180	1 cada 750 m <sup>2</sup>	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 124	D 1556 D 2922	T 191 T 238	1 cada 250 m <sup>2</sup>	Pista

(1) O antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico - mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada Propiedad y/o Característica.



**Figura 2.11: Conformación y compactación de afirmado  $e=0.20m$**



**Figura 2.12: Afirmado granular conformado km 4+500 Santiago de Chuco - Shorey**

### **2.2.8 BASE ESTABILIZADA CON EMULSION**

Se define como suelo estabilizado con un producto bituminoso, la mezcla íntima, convenientemente compacta, de suelo, agua, ligante bituminoso y eventualmente adiciones, cuyo fin es mejorar las características resistentes del suelo, disminuyendo su capacidad de absorción de agua y/o aumentando su cohesión, por efecto de la incorporación de ligante bituminoso.

Esta especificación se refiere al suministro de una emulsión asfáltica, del tipo y características de rotura apropiados, en el sitio de ejecución de riegos de imprimación y liga, sellos de arena-asfalto, tratamientos superficiales y lechadas asfálticas, construidos de acuerdo con lo establecido en la especificación correspondiente al ítem en ejecución y conforme a las exigencias de la presente especificación.

Las Bases Estabilizadas con emulsiones asfálticas constituyen la solución lógica y natural para poner en obra cementos asfálticos a temperatura ambiente sin miedo a la presencia de humedad ni los problemas que produce una mala adhesividad con los áridos.

La modificación de suelos o agregados mediante la incorporación de materiales, incrementa la capacidad portante, la firmeza y la resistencia al desplazamiento por la acción del clima.

Los materiales pétreos que se usan en sub-base y bases de un pavimento, son materiales seleccionados, que se emplean en la construcción de estas capas; ya sea que se establezcan o no, con un producto natural o elaborado.

La estabilización de suelos, es la consolidación de una capa del pavimento o del material de terracería, tanto desde el punto de vista de la resistencia a la deformación por carga, como de la insensibilidad a la acción del agua. Esto se logra mediante la selección adecuada de los materiales por su estructura, la compactación mecánica o el empleo de algún producto cementante. El suelo así tratado, puede servir para sub-base o base; rara vez como superficie de rodadura.

Los suelos empleados en las estabilizaciones, son aquellos materiales pétreos que se estabilizan empleando métodos tales como:

- Acción mecánica.
- Cementantes naturales.
- Productos asfálticos.
- Productos químicos.

En este aspecto, todas las definiciones están de acuerdo en un punto: los agregados pétreos para cada capa de terracería, base de un pavimento, para ser admitidos como materiales en cada caso, deberán cumplir con las especificaciones establecidas previamente para ellos; sea mejorando o no sus propiedades mecánicas.

Debido a las propiedades cementantes e impermeabilizantes la emulsión asfáltica puede ser excelente para estabilizaciones, el empleo de mezclas con Emulsiones que tienen una amplia variedad de aplicaciones en construcción, rehabilitación y mantenimiento de pavimentos.

## **VENTAJA**

- Al mejorar la calidad del material, su comportamiento mecánico también se mejora; por lo tanto, con un menor espesor de la capa se tendrán iguales o mejores valores-soporte. Este menor espesor reduce el acarreo de materiales pétreos, además de quedar insensibilizados a la acción del agua.

## Dosificación de la Mezcla.

Los métodos existentes se basan en un ensayo de estabilidad, que se hace con distintas cantidades de ligante, otro ensayo de absorción de agua y, a veces, un tercero de cambio de volumen. Otros métodos caracterizan la acción del agua, no solo por la absorción, sino por la estabilidad conservada después de sumergir las probetas en agua durante un periodo de tiempo prolongado.

La emulsión adecuada para cada suelo se determina previamente mediante ensayos sobre la granulometría de los agregados, estabilidad o tiempo de manejabilidad de la mezcla. En los suelos de grano fino, y cuanto menores sean las partículas, más importante será la estabilidad de la emulsión y la necesidad de formar una mezcla homogénea y resistente, una vez compactado el suelo. Esta resistencia debe conservarse en proporción importante después de periodos prolongados de inmersión en agua. Estos resultados deben ser obtenidos en laboratorio.

Los áridos deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

Cuadro N° 2.3 Especificaciones generales agregados de base estabilizada

CONDICION	SUBRASANTE
TAMANO MAXIMO	75 mm
% MAX. PIEDRA	-
INDICA PLASTICIDAD	<10%
ABRASION. LOS ANGELES	<60%
TIPO MATERIAL	A-1-a,A-1-b,A-2-4,A-2-6 Y A-3

Fuente: AASHTO M-147

Cuadro N° 2.4 Granulometría de los Agregados de la Base estabilizada

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO			
	GRADACION A	GRADACION B	GRADACION C	GRADACION D
2"	100	100	-	-
1"	-	75 – 95	100	100
3/8"	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
#4	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
#10	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
#40	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
#200	5 - 8	5 - 15	5 - 15	8 – 15

Fuente: AASHTO

Además:

### Cuadro N° 2.5 CBR MÍNIMO PARA BASES

<b>VALOR RELATIVO DE SOPORTE, CBR (1)</b>	<b>TRAFICO LIGERO Y MEDIO</b>	MIN 80%
	<b>TRAFICO PESADO</b>	MIN 100%

(1) Referido al 100% de la máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1".

Los requerimientos para el Agregado Grueso (ret. Malla#4) son los siguientes:

### Cuadro N° 2.6 Requerimientos del agregado grueso

<b>ENSAYO</b>	<b>&lt; 3000 m.s.n.m.</b>	<b>&gt;= 3000 m.s.n.m.</b>
Partículas Con Una Cara Fracturada	80% MIN	80% MIN
Partículas Con Dos Caras Fracturadas	40% MIN	50% MIN
Abrasión. Los Angeles	40% MIN	40% MIN
Partículas Chatas Y Alargadas (1)	15% MIN	15% MIN
Sales Solubles Totales	0.5% MIN	0.5% MIN
Perdida Con Sulfato De Sodio	-	12% MIN
Perdida Con Sulfato De Magnesio	-	18% MIN

Fuente: AASHTO

Los requerimientos para el Agregado Fino (pasa malla#4) son los siguientes:

### Cuadro N° 2.7 Requerimientos del agregado fino

<b>ENSAYO</b>	<b>&lt; 3000 m.s.n.m.</b>	<b>&gt;= 3000 m.s.n.m.</b>
Indice Plástico	4% MAX	2% MAX
Equivalente De Arena	35% MIN	45% MIN
Sales Solubles Totales	0.55% MAX	0.5% MAX
Indice De Durabilidad	35% MIN	35% MIN

Fuente: AASHTO

### Puesta en Obra.

La mezcla del suelo con la emulsión puede hacerse in situ o en una planta fija. En el segundo caso, El sistema de fabricación y el equipo es análogo al que se usa en mezclas para carpeta de rodadura.

En la mezcla in situ pueden presentarse dos casos: que el suelo existente reúna las características adecuadas para su estabilización o que sea necesario

aportar previamente otro suelo de características complementarias, que debe mezclarse homogéneamente con el primero antes de la aportación del ligante.

La operación puede hacerse distribuyendo en cordón o en capa de espesor uniforme, mediante la maquinaria adecuada, el suelo de aportación para seguidamente mediante una motoniveladora o grada de disco conseguir la mezcla uniforme con el suelo existente y la disgregación adecuada de los mismos.

El suelo deberá tener un contenido de agua superior a un mínimo determinado. Es preferible que la humedad del suelo exista previamente a la extensión del ligante, y que la distribución sea uniforme, por lo que el agua debe añadirse al suelo antes de proceder al reparto del ligante y a la realización de la mezcla. En muchos casos, es conveniente proceder a la aireación de la mezcla mediante varias pasadas de la motoniveladora.

El aspecto anterior humedad-densidad-energía de compactación, es más importante en un suelo estabilizado con asfalto que en un suelo solo, ya que las características mecánicas finales y la susceptibilidad de la acción del agua en el tiempo, dependen en gran parte de la densidad alcanzada.



**Figura 2.13: Colocación de la mezcla con emulsión  $e=0.05m$**



***Figura 2.14: Compactación de la base estabilizada con emulsión con rodillo neumático.***

## CAPÍTULO III

### IDENTIFICACION DE LOS PROBLEMAS OCASIONADOS POR FACTORES EXTERNOS

#### 3.1 FACTORES NATURALES

Para los efectos de diseño de un pavimento flexible debemos considerar todos los factores que inciden en forma prioritaria en la estructuración de un pavimento, éstos son:

**3.1.1 Régimen de agua caída:** como es de conocimiento general no puede existir un buen diseño, cualquiera que éste sea, si no se tiene un correcto drenaje y evacuación de aguas lluvias. Como regla general podemos indicar que una vez resuelto, el escurrimiento superficial, debe mantenerse la napa freática a una distancia mínima de 1,5 m de la superficie del pavimento.

De acuerdo a esta condicionante, se debe proceder a evaluar cuidadosamente los datos estadísticos entregados por las diversas instituciones nacionales que se han especializado en las mediciones pluviométricas para las distintas zonas del país. Se deberá analizar los antecedentes en forma apropiada para los distintos usos que estos cálculos sean necesarios. Por ejemplo se necesita conocer el total de agua caída máxima por hora, día o mes, según se trate de diseñar cunetas, fosos, obras de arte, sub-drenes, etc. Antecedentes, que pueden estudiarse en el Manual de Carreteras.

Otro punto que debe estudiarse en relación al agua caída, es la calidad de los terrenos naturales y capas estructurales, ya que el efecto de capilaridad puede hacer variar la humedad de las capas (material de sub-rasante, base y sub-base), más allá de sus límites de humedad óptima, pudiendo ésta aumentar (zonas lluviosas) hasta la saturación o disminuir (zonas desérticas) hasta perder la totalidad de ella. Como puede fácilmente comprenderse, la pérdida o aumento de la estabilidad en un pavimento flexible, estará directamente ligado al régimen de agua caída. Debe tenerse en mente al proyectar un pavimento asfáltico que la carpeta

asfáltica impide la evaporación superficial, aumentando con ello la posibilidad de saturación por capilaridad.

Por último debemos mencionar la caída de nieve y posteriores heladas. Este tipo de precipitaciones lo tenemos en ciertas zonas del país como las regiones de la sierra y zonas cordilleranas. Las precipitaciones a baja temperatura afecta a los pavimentos superficialmente (pavimentos resbalosos) y en su resistencia estructural por la penetración de heladas en las distintas capas componentes del pavimento. El efecto destructor se manifiesta durante el período de deshielo.

**3.1.2 Efectos producidos por la temperatura:** la temperatura es el segundo factor climático que afecta en forma relevante a un pavimento flexible con capas asfálticas.

Los cambios de temperatura afectan al comportamiento de las capas asfálticas ya que éstas varían su estabilidad de acuerdo a las variaciones que producen los cambios de temperatura en la viscosidad del asfalto. Por esta razón las capas asfálticas se denominan termoplásticas y viscoelásticas.

Así tenemos que el Módulo de Elasticidad de una capa asfáltica de rodado puede variar entre 10.000 kg/cm<sup>2</sup> a 150.000 kg/cm<sup>2</sup> de verano a invierno y la capa asfáltica de base de 20.000 kg/cm<sup>2</sup> a 100.000 kg/cm<sup>2</sup> para las mismas condiciones.

Los efectos de temperatura obligan a una buena elección del material asfáltico, para que éste pueda tener un comportamiento adecuado bajo las condiciones imperantes. En general podemos afirmar que el uso de cementos asfálticos de baja penetración se tornan quebradizos con temperaturas muy bajas y que la utilización de cementos asfálticos de alta penetración pierden estabilidad (cohesión) con altas temperaturas.

De lo dicho anteriormente, se puede apreciar la enorme dificultad que significa el estudio del comportamiento de un pavimento, ya que en su estructuración inciden en forma importante las estabilidades que

presentan las mezclas asfálticas debido a su comportamiento termoplástico y viscoelástico.

**3.1.3 Agua y temperatura:** el efecto combinado de agua y calor se traduce en un deterioro de la parte asfáltica superficial por oxidación del asfalto. La oxidación del asfalto significa la pérdida de su poder cohesivo y su elasticidad, llegando finalmente a manifestarse como un fenómeno de agrietamiento en la superficie de la carretera. Este agrietamiento conducirá a una destrucción más acelerada al pavimento según sea el régimen de agua caída de la zona. Es así como en la zona desértica norte, tiene poca relevancia; en cambio en la zona lluviosa sur, el agua se infiltra por las grietas disminuyendo el soporte de bases y sub-bases.

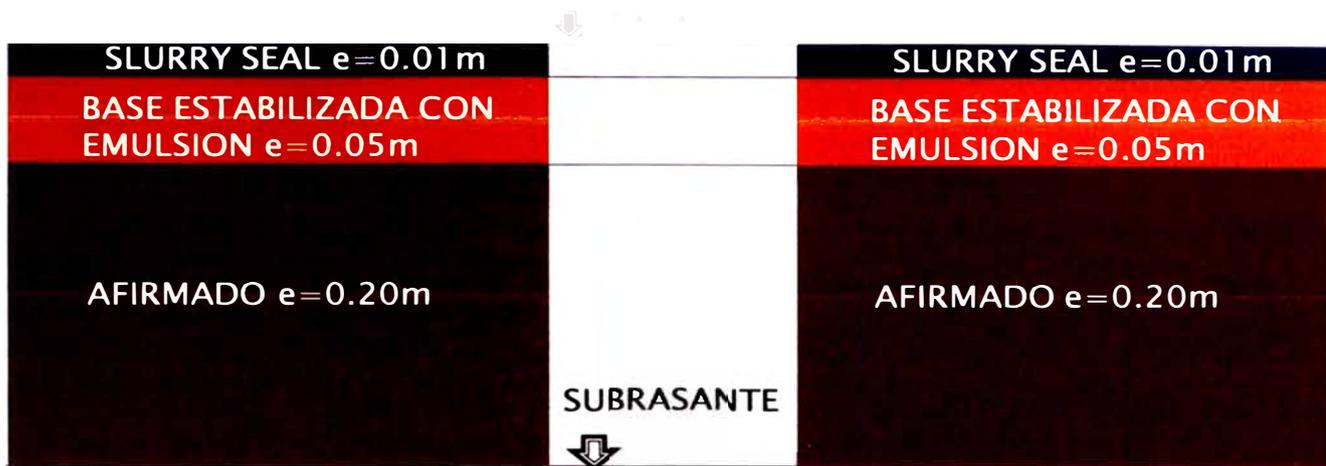
El efecto del agua y baja temperatura (bajo 0°C) producen un rápido deterioro en bases y sub-bases, motivo por el cual en las zonas que se espera tener penetración de heladas deben considerarse capas granulares drenantes, en forma especial, para evacuar en forma expedita el agua, evitando de esta manera que dichas bases y sub-bases sean dañadas por el hielo.

## **3.2 FACTOR TRÁNSITO**

Las solicitaciones del tránsito que recibe el pavimento dependen fundamentalmente de dos factores que afectan a la fatiga del terreno natural y a la fatiga producida en las distintas capas componentes del pavimento. Estas son:

### **3.2.1 Volumen del tránsito**

Este es el principal factor que se debe tomar en cuenta en el estudio. En el Expediente Técnico inicial se planteaba un ancho de calzada de 4m, que posteriormente por aspectos socios económicos, se amplió el ancho de calzada a 6m; lo cual este incremento en la calzada ocasionaría un tráfico inducido mucho mayor al considerado en el diseño, tal como observa en la figura 3.1



### ESTRUCTURA PAVIMENTO INICIAL

Ancho de Calzada = 4m  
IMD=79 veh/día  
EAL=4.12\*10<sup>5</sup>

### ESTRUCTURA PAVIMENTO FINAL

Ancho de Calzada = 6m  
IMD=167veh/día  
EAL=1.20\*10<sup>6</sup>

**Figura N° 3.1: Mayor tráfico y mayor número de ejes equivalentes por aumento de la calzada**

Se observa que la estructura para el ancho de 6m no corresponde ya que tiene otro EAL de diseño, por tanto, visto este aumento de calzada se debe considerar otro diseño del pavimento que plantearemos en el siguiente capítulo.

#### 3.2.2 Peso por eje de los vehículos

Es de práctica generalizada en todos los países usar la equivalencia del tránsito a un sólo tipo de Eje Estándar. El uso más común, es el propuesto por la AASHTO correspondiente a un eje de 18.000 libras de peso (18 kip, equivalen a 8.193 kg).

#### 3.2.3 Presión de inflado

Con respecto a la presión de inflado de los neumáticos, la carga es transmitida del vehículo al pavimento a través de los neumáticos. Cada neumático reparte la carga que le corresponde a través de su presión de inflado, siendo ésta la presión unitaria que recibe el pavimento.

Para un mismo tipo de neumático dependerá de su presión de inflado la carga unitaria que transmita. Comercialmente, los fabricantes de neumáticos fijan la presión de inflado correcta que corresponde a cada tipo de neumático. La carga unitaria transmitida, por lo tanto, puede ser muy variable dependiendo de

la presión de inflado usada en un determinado neumático. La presión de inflado por el área de contacto del neumático da el peso total de la carga sobre el pavimento.

Este peso es el que llega al terreno natural, disminuido de forma tal, que este terreno puede soportar las repeticiones de tránsito estimadas para una vida útil del pavimento. Pero al mismo tiempo las distintas capas del pavimento van absorbiendo esta carga unitaria a través de sus capas componentes. Así tenemos que en la interface de la primera capa con la segunda capa se producirán las mayores tensiones en la cara inferior de la primera capa y ésta deberá soportarla dentro de su rango "elástico" sin que se produzcan agrietamientos que hagan fallar esta primera capa. Podemos entonces distinguir claramente dos problemas separados.

La primera capa soporta perfectamente bien la carga directa, por ser ésta muy baja con relación a la estabilidad de dicha capa (calidad de la capa). Esta primera capa debe ser capaz de absorber las tensiones que se producen en su capa inferior sin agrietarse (espesor mínimo de la capa).

Los criterios aquí planteados indican que cualquier tipo de capa estructural colocado en la parte superior deberá tener un dimensionamiento mínimo que debe calcularse. La presión de inflado del neumático influye directamente a la superficie de la primera capa, siendo su efecto rápidamente disipado en ella, de manera que a las capas siguientes sólo son influenciadas por el peso total del eje cargado. En todo caso el fenómeno descrito entre la primera y la segunda capa debería en teoría efectuarse en todas las interfases siguientes de manera que pueda comprobar la efectividad del espesor de cada una de ellas.

Todos estos factores, deberán ser considerados en todos los métodos de diseño de pavimento, para conocer la respuesta de la capacidad estructural del pavimento y del suelo de fundación con relación al número de pasadas y peso vehicular.

## CAPITULO IV

### SOLUCIONES Y ACCIONES ANTE CADA TIPO DE PROBLEMA IDENTIFICADO

#### 4.1 CONSIDERACIONES A TOMAR EN CUENTA POR EL FACTOR CLIMA

La lluvia, al escurrir sobre una superficie asfáltica, forma una delgada película de agua. Esta película de agua tiende a producir resbalamiento en la superficie de la carretera, razón por la cual se deberá considerar el tipo de textura superficial para evitar este fenómeno (aqua planning). Especial cuidado se deberá tener para evitar exudaciones de asfalto hacia la superficie del camino, por cuanto este defecto tiende a aumentar el resbalamiento por lisura superficial y que en la presencia de agua hace poco seguro el tránsito en la carretera, llegándose a límites de peligro, si las velocidades de éste son altas.

Existen dos aspectos que deben considerarse con relación al clima que inciden en la construcción de un pavimento asfáltico. El primero de ellos es el referente a la imposibilidad de efectuar mezclas asfálticas por limitantes de temperatura y humedad. Estas limitantes están indicadas en todas las especificaciones, de manera que no se hace necesario volverlas a repetir. En todo caso, es conveniente cumplirlas fielmente, si se quiere obtener un resultado satisfactorio. El segundo aspecto se refiere al tiempo de duración de las limitantes mencionadas. Al diseñar un pavimento asfáltico se deberá conocer previamente las posibilidades de su construcción, evitando con esto los errores tan comunes, de tener que efectuar un pavimento asfáltico bajo condiciones adversas sólo para cumplir con el plazo indicado para un determinado contrato.

Citaremos como ejemplo, si en una determinada época del año se quiere construir un tratamiento asfáltico simple, se deberá contar con por lo menos 20 días de buen tiempo (seco y caluroso) en que este tratamiento simple deberá estar en servicio para obtener un buen resultado. Si no se dispone de este lapso de tiempo, deberá cambiarse el tratamiento simple a uno doble. Este último sólo requiere de 8 días de buen tiempo, dado que el

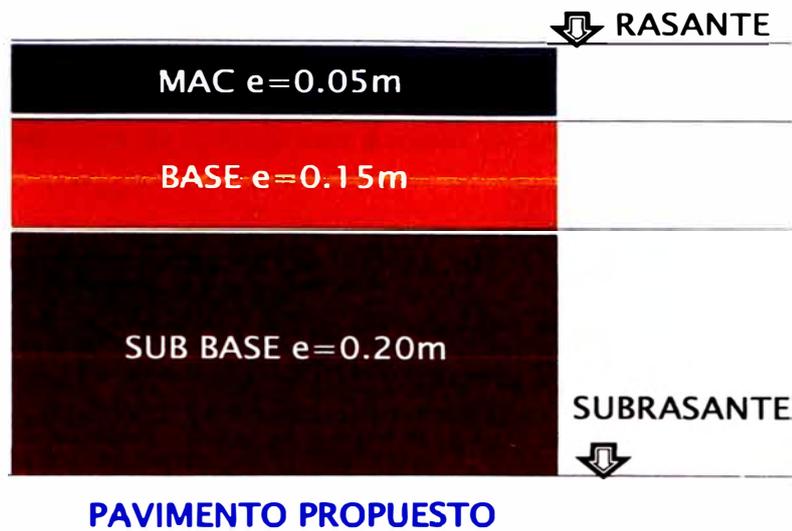
primer riego de gravilla (capa base) tiene un doble recubrimiento lo que le da una mayor sujeción a la piedra en la base estabilizada.

De acuerdo a este criterio de tiempo útil trabajable, se ve la conveniencia económica que representa el construir pavimentos de alto rendimiento (tratamientos superficiales, mezclas en frío o capas delgadas de mezclas en caliente) a efectuar diseños tradicionales que no consideran los factores externos, ni el tráfico inducido que genera sobre todo en este caso particular de ampliar el ancho de calzada de 4m a 6m; como sucede en la mayoría de contratos en el Perú. Desde este punto de vista se hace recomendable hacer un mapa de tiempo disponible para trabajar en mezcla asfáltica para las distintas regiones del país, de esta manera se podrá programar en forma más eficiente el plazo de ejecución de un contrato determinado para una zona en particular.

#### **4.2 CONSIDERACIONES A TOMAR EN CUENTA POR EL FACTOR TRÁFICO**

En el estudio del tráfico, se considera un tráfico generado y un tráfico inducido, pero que para nuestro caso este tráfico inducido, se hizo bajo el criterio de hacer una ancho de calzada de 4m (1 solo carril), lo cual al ampliarse a 6m en ancho de calzada (2 carriles), el tráfico inducido ya no corresponde al mismo considerado para un carril, por lo que se debió hacer el estudio para dos carriles como debería ser, además que con el aumento del IMD, y por consiguiente del EAL, es que es necesario cambiar la estructura del pavimento ya que corresponde a un EAL mucho mayor al diseñado para un solo carril.

Se plantea utilizar un diseño que comprenda una Mezcla de Asfalto en Caliente, de acuerdo a la estructura que se muestra en la figura 3.2, para el mismo CBR promedio de subrasante de 10%.



**Figura N° 4.1: Solución propuesta con Mezcla Asfáltica en Caliente**

Además mientras dure el proceso de ejecución de obra es inevitable interrumpir el tráfico normal de los vehículos, y para que esto no perjudique las capas inferiores ni la capa de base con emulsión hasta no poner la última capa de sello como lo es el Slurry Seal, se debe realizar un mantenimiento periódico, consistente en riego de MC-30 o una mezcla de agua emulsión que varían de 8 a 15 días, acuerdo al desgaste de la vía, este proceso como ya se dijo culmina cuando se le aplica la última capa en este caso el Slurry Seal.

#### **4.2.1 VARIACIÓN ECONÓMICA POR EL INCREMENTO DEL ANCHO DE LA CALZADA**

Al incrementar el ancho de la calzada de 4m a 6m se vieron afectadas la mayoría de los metrados de las partidas contractuales, produciéndose un aumento en casi la mayoría de estas, se presenta el cuadro N° 4.1 donde se plasma el aumento en soles de las partidas genéricas del presupuesto.

Así mismo se aprovechó la reformulación del presupuesto, para incluir nuevas partidas y mejoras como por ejemplo de la construcción de puentes de madera se pasó a la construcción de puentes de concreto armado; aumento de metrados en señalización, entre otras cosas.

**Cuadro N° 4.1: Comparativo de Costos con anchos de calzada de 4.00m. y calzada de 6.00m.**

ITEM	DESCRIPCION	CALZADA = 4m	CALZADA = 6m	DIFERENCIA (S/.)
		PRESUPUESTO INICIAL (S/.)	PRESUPUESTO FINAL (S/.)	
01	OBRAS PRELIMINARES	746,675.10	954,604.88	207,929.78
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	1,483,143.22	2,953,000.28	1,469,857.06
03	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE	27,085.25	3,699,431.97	3,672,346.72
04	PAVIMENTO	4,134,405.77	6,927,546.48	2,793,140.71
05	OBRAS DE DRENAJE	3,293,445.77	4,596,507.35	1,303,061.58
06	ESTRUCTURAS MENORES ( PONTONES, ALC MCA Y SUPER SPAM)	370,968.26	432,761.45	61,793.19
07	TRANSPORTE	3,879,021.25	10,252,764.56	6,373,743.31
08	SEÑALIZACION	293,049.61	680,822.48	387,772.87
09	COSTOS AMBIENTALES	426,734.68	728,624.56	301,889.88
	<b>Costo Directo</b>	<b>14,654,528.91</b>	<b>31,226,064.01</b>	<b>16,571,535.10</b>
	<b>Gastos Generales</b>	<b>2,403,336.61</b>	<b>5,117,951.89</b>	<b>16,571,535.10</b>
	<b>Utilidad</b>	<b>1,465,452.89</b>	<b>2,095,268.90</b>	<b>629,816.01</b>
		=====	=====	=====
	<b>Sub Total</b>	<b>18,523,318.41</b>	<b>38,439,284.80</b>	<b>19,915,966.39</b>
	<b>I.G.V.</b>	<b>3,519,430.50</b>	<b>7,303,464.11</b>	<b>3,784,033.61</b>
		=====	=====	=====
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>22,042,748.91</b>	<b>45,742,748.91</b>	<b>23,700,000.00</b>

Fuente: Elaboración propia, Carretera Santiago de Chuco - Shorey

A continuación se detallan las causas del incremento presupuestal, para cada una de las partidas:

Las obras preliminares aumentan debido al mantenimiento de tránsito que se le dará en el tiempo adicional que dure la obra, así mismo aumenta la movilización de algunas maquinarias extra, necesarias para el corte del ensanche de los 2 metros adicionales.

Las partidas de movimiento de tierras aumentan notablemente debido al incremento de corte de talud de los 2 metros adicionales.

La partida de mejoramiento de subrasante aumenta notablemente debido a que el ancho inicial de la trocha existente era en promedio de 4 metros y no requería de mejoramiento, posteriormente debido al incremento de los 2m adicionales de ancho, se encontró material orgánico (tierras de chacra), que necesariamente tiene que ser mejorado.

La partida de pavimentos que comprende, el afirmado granular, la base estabilizada con emulsión, y la colocación del Slurry Seal; aumenta simplemente en 2 metros constantes a nivel de rasante terminada.

Las partidas de obras de drenaje, que comprenden las 154 alcantarillas de TMC, se vieron aumentadas en 2 metros a más cada una de ellas (3 cuerpos de TMC de 0.81m cada uno).

Las estructuras menores como son: pontones, alcantarillas marco de concreto y alcantarillas abovedadas, también fueron rediseñadas, ya que consideraban inicialmente estribos de madera, que después fueron cambiados por concreto armado.

El transporte de material granular del volumen adicional que genera el incremento de ancho de 2 metros en todas las capas del pavimento, depende directamente de la ubicación de canteras, que en este caso se encontraba con distancias promedio de 45 Km. Lo mismo sucede con la eliminación de material excedente y la ubicación de botaderos. En general el transporte siempre es variable para cada obra específica, teniendo como variables la distancia media y la potencia de las canteras y botaderos.

La señalización tuvo lugar a un aumento en el presupuesto debido a nuevas partidas consideradas como son: postes delineadores, tachas reflectivas, pintura de parapetos; así mismo también se tuvo un aumento de metrado notable en la partida de guardavías metálico.

Por último la partida de Costos Ambientales también tuvo un alza presupuestal debido a la readecuación de mayores volúmenes de material eliminado en los botaderos (compactación del material excedente).

De lo expuesto anteriormente se puede observar, que la relación para un incremento de ancho de la vía no es estrictamente proporcional al presupuesto, depende de muchos factores, por lo que cada obra debe ser estudiada independientemente, de acuerdo a las condiciones encontradas las partidas más variables de una a otra obra en general son las siguientes:

En la partida genérica movimiento de tierras, el presupuesto depende de si se encuentra roca fija, roca suelta, o material suelto, y el volumen que el ancho de calzada requiera.

En la partida de mejoramientos, el presupuesto depende de si encontramos en parte del ancho de la vía material orgánico que necesariamente amerita ser reemplazado.

La otra partida que varía notablemente es el transporte que depende del volumen de material granular a ser transportado y la distancia a ser recorrida. Lo mismo ocurre para la eliminación de material excedente, esta depende del volumen a eliminar y la distancia hasta el botadero.

#### **4.2.2 PLANTEAMIENTO LEGAL AL INCREMENTO DEL ANCHO DE LA VÍA**

De acuerdo al nuevo presupuesto obtenido para una calzada de 6 metros, frente al presupuesto original (a la firma de contrato, 15 Abril 2008), se observó que el presupuesto aumentaba en casi el 100%; la diferencia presupuestal que origina este incremento no se puede considerar como una prestación adicional, ya que supera el monto permitido por el Reglamento de Contrataciones del Estado (Decreto Legislativo N° 1017 que aprueba la Ley de Contrataciones del Estado D.S. N° 184-2008-EF vigente a partir del 01 Enero 2009), que en su Artículo N° 208 dice: *“Las prestaciones adicionales de obras cuyos montos, restándole los presupuestos deductivos vinculados, superen el quince por ciento (15%) del monto del contrato original, luego de ser aprobadas por el Titular de la entidad, requieren previamente, para su ejecución y pago, la autorización expresa de la Contraloría General de la República”*.

Así mismo el último párrafo de dicho Artículo menciona: *“Las prestaciones adicionales de obra no podrán superar el cincuenta por ciento (50%) del monto del contrato original. En caso que superen este límite se procederá a la resolución del contrato, no siendo aplicable el último párrafo del artículo 209°, debiéndose convocar a un nuevo proceso por el saldo de obra por ejecutar, sin perjuicio de las responsabilidades que pudieran corresponder al proyectista”*.

Visto esta consideración el Congreso de la República mediante Ley N° 29321 del 12 de Febrero del 2009, autoriza al Ministerio de Transportes y Comunicaciones para que a través de Proviás Nacional adecue el contrato suscrito para la ejecución del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Santiago de Chuco – Shorey, a fin de que se incluya la ampliación de la vía a 6 metros de ancho; dichos gastos adicionales serán cubiertos por la donación que efectuará la Minera Barrick Misquichilca S.A.

Por consiguiente este aumento presupuestal no es considerado como una prestación adicional de obra, sino más bien como una readecuación del presupuesto y la modificación del contrato original de obra.

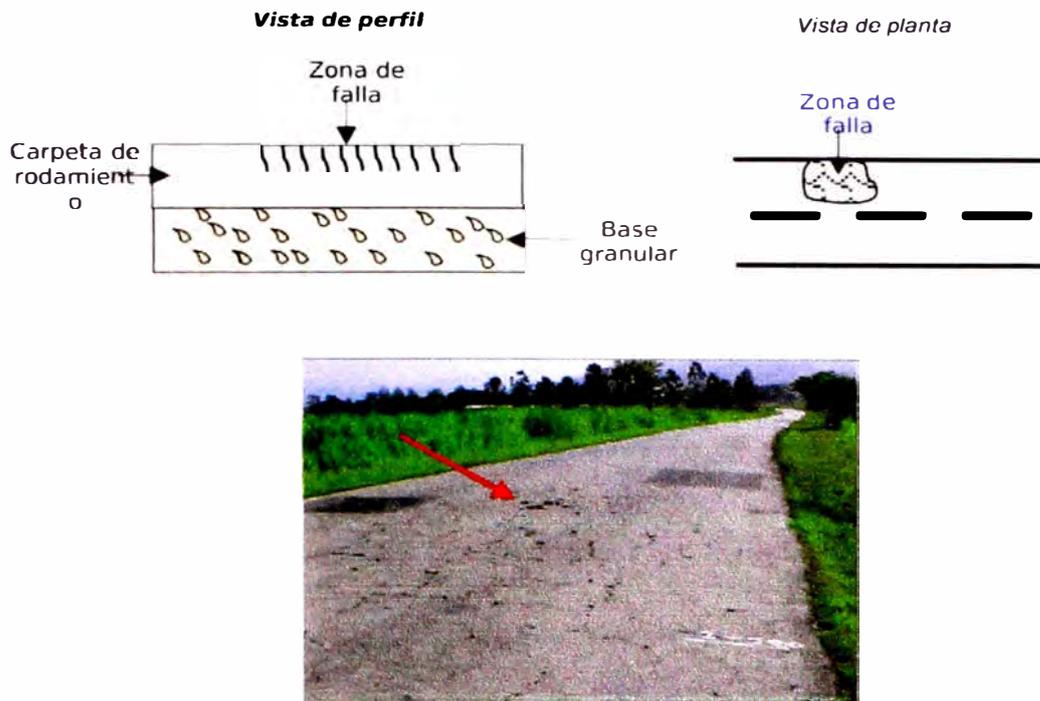
Esta readecuación trajo consigo la posibilidad de incluir nuevas partidas, y mejoras en los diseños originales como por ejemplo de puentes de madera se pasó a diseñar puentes de concreto armado, entre otras mejoras a varias partidas.

#### **4.3 ACCIONES A TOMAR EN CUENTA BAJO LAS FALLAS PRODUCTO DEL DETERIORO:**

Cuando por diversas circunstancias y/o por una combinación de factores descritos en el capítulo anterior se produce un deterioro en el pavimento o en una capa inferior a ella, es posible encontrar la siguiente clasificación de fallas, y el tratamiento a seguir bajo cada una de ellas:

##### **4.3.1 FALLA DEL PAVIMENTO P1:**

Fallas o agrietamientos superficiales tipo piel de cocodrilo. Corresponden a agrietamientos de la carpeta de rodamiento, que en casos simples, no se manifiestan con hundimientos o desplazamientos de las capas que conforman la estructura del pavimento (ver figura No. 4.2). Este tipo de falla permite la percolación o infiltración de gran cantidad de agua en la base del pavimento y por esta razón la falla progresa rápidamente.



**Figura N° 4.2: Falla tipo piel de cocodrilo**

#### 4.3.2 SOLUCIÓN A LA FALLA TIPO P1

La solución más adecuada para este tipo de falla es la escarificación superficial de la carpeta de rodamiento, el procedimiento de reparación se describe a continuación:

**Paso 1.-**

Se procede a la demarcación de la zona afectada utilizando pintura y dejando una franja de seguridad en área no afectada, este procedimiento debe ser ejecutado conjuntamente con la supervisión..

**Paso 2.-**

Se procede a la escarificación o fresado utilizando una maquinaria pesada de precisión y cortando 5.0 cm del pavimento asfáltico existente.

**Paso 3.-**

El material proveniente del corte será cubicado y almacenado en los sitios de acuerdo al estudio de Impacto Ambiental

**Paso 4.-**

Antes de colocar el refuerzo de la carpeta se debe aplicar un riego de adherencia de MC-30 o emulsión catiónica.

**Paso 5.-**

Colocar la nueva carpeta asfáltica con un espesor de diseño.

### 4.3.3 PROCEDIMIENTO ALTERNATIVO DE REPARACIÓN DE LA FALLA P1

#### **Paso 1.-**

Limpiar la superficie agrietada y una zona de seguridad de 30.0cm alrededor.

#### **Paso 2.-**

Hacer riego de adherencia con emulsión catiónica o con MC-30. En ambos casos hay que esperar un par de horas para que “rompa la emulsión” o para que se evapore el solvente de la mezcla. El riego debe hacerse a una tasa de 1.4L/m<sup>2</sup> como mínimo o hasta que el riego aflore en la capa superior que se quiere colocar.

#### **Paso 3.-**

Colocar un geotextil Tipo REPAV 450 o similar, bien adherido, liso, eliminando las arrugas por barrido, cortándolas con navaja o solapándolas.

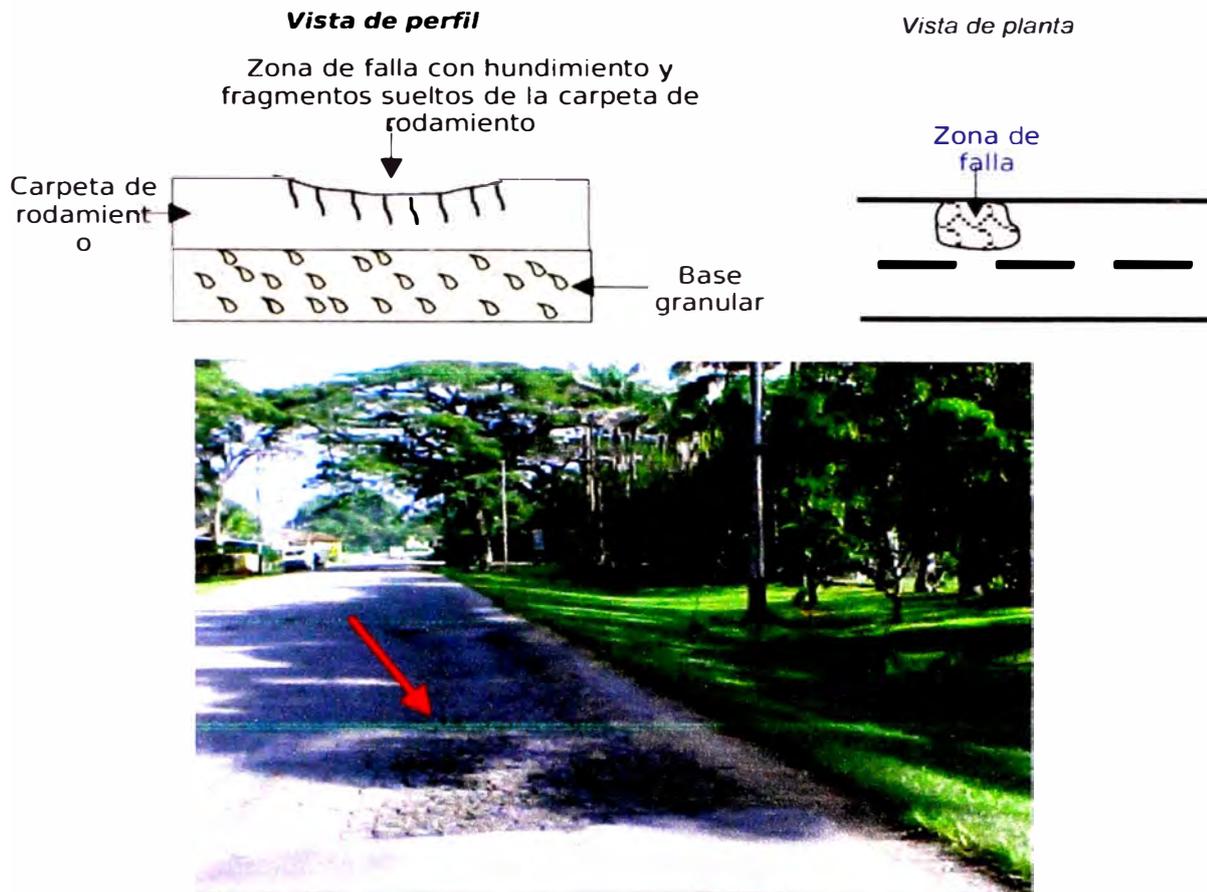
#### **Paso 4.-**

Colocar la nueva carpeta asfáltica con un espesor de diseño.

### 4.3.4 FALLA DE PAVIMENTO P2:

Fallas o agrietamientos profundos con marcas tipo piel de cocodrilo, asociados a hundimientos por deformación de uno o más componentes de la estructura del pavimento (ver figura No. 4.3). La presencia de este tipo de falla implica un bacheo profundo y en casos extremos hay que restituir la estructura del pavimento.

Este tipo de falla se debe a deformaciones por sobre carga o compresibilidad del terreno de fundación cuando no existe una subbase granular o la presencia de materiales compresibles.



**Figura N° 4.3: Falla tipo agrietamiento profundo piel de cocodrilo**

#### 4.3.5 SOLUCIÓN A LA FALLA TIPO P2 (SP2)

La solución más adecuada para este tipo de fallas es la escarificación profunda con retiro de la estructura del pavimento deteriorada, en algunos casos es necesario el saneamiento del terreno natural o de fundación, el procedimiento se describe a continuación:

##### **Paso 1.-**

Se procede a la demarcación de la zona afectada utilizando pintura, dejan siempre una franja de seguridad en terreno no afectado.

##### **Paso 2.-**

Utilizando un compresor y martillo de pala, se perfora profundamente hasta la base. Si la base y la carpeta de rodamiento son pequeñas, se fracciona el área en pequeños fragmentos y se extrae manualmente, si el área es grande se deberá emplear un equipo retroexcavador o similar (ligero).

### Paso 3.-

El bote de los escombros debe ser aprobado por la unidad ambiental de acuerdo al estudio de Impacto Ambiental.

### Paso 4.-

Se revisa la base, si está saturada o contaminada se debe retirar y sustituir por piedra picada o material integral CBR > 60%, el espesor mínimo de un material de base en un bacheo será de 15.0 cm.

### Paso 5.-

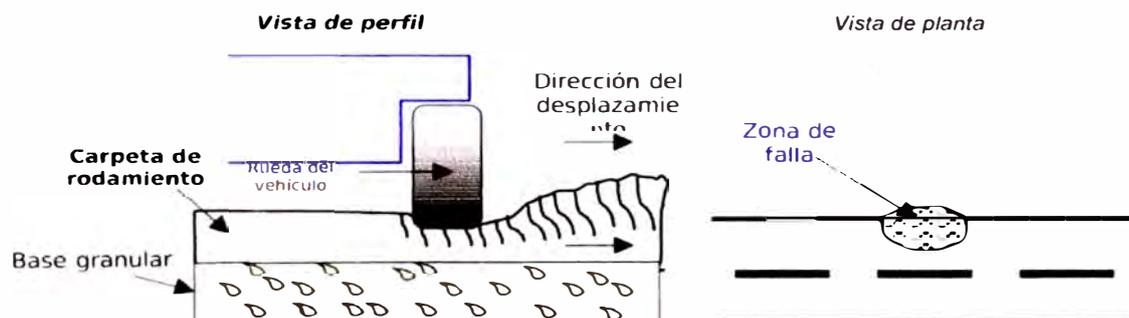
El bacheo se efectuará utilizando concreto asfáltico en caliente, preferiblemente una mezcla de granulometría tipo III. La carpeta final de rodamiento y la mezcla asfáltica para áreas extensas será tipo IV

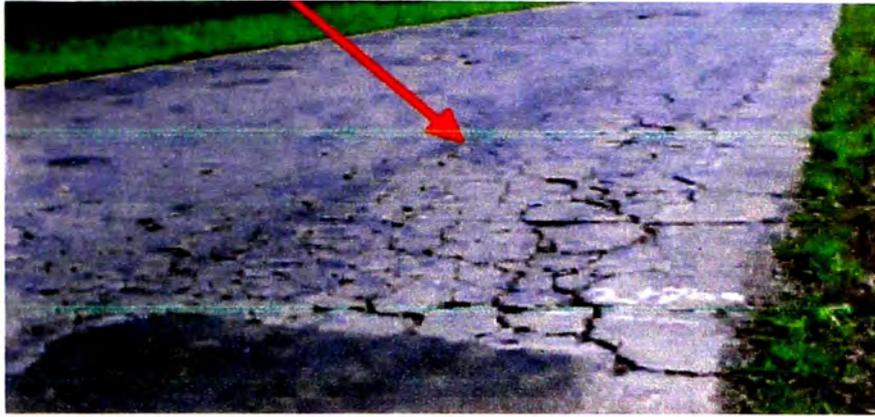
### Paso 6.-

El procedimiento de colocación y compactación para cada caso se hará siguiendo lo especificado en las normas técnicas para carreteras del MTC. Estas normas serán la base para cualquier disputa no especificada.

#### 4.3.6 FALLA DE PAVIMENTO P3:

Falla o agrietamiento profundo con grietas del tipo piel de cocodrilo, hundimientos y desplazamientos laterales del pavimento. Esta falla está asociada en todos los casos con excesiva plasticidad de uno de los componentes del pavimento, bien sea la base granular, la subbase o el terreno de fundación. La plasticidad de cualquier material es más determinante en la falla mientras más humedad hay presente en el suelo. (ver figura No. 4.4)





**Figura N° 4.4: Falla tipo agrietamiento profundo piel de cocodrilo con desplazamiento lateral**

#### **4.3.7 SOLUCIÓN A LA FALLA TIPO P3**

La falla P3 se diferencia de la P2, por el desplazamiento o corrimiento del pavimento; la solución más adecuada es la escarificación profunda con retiro total de la estructura del pavimento y zona más superficial saturada del terreno de fundación. El procedimiento más adecuado se describe a continuación:

##### **Paso 1.-**

Se procede a la demarcación de la zona afectada utilizando pintura, dejando siempre una franja de seguridad en terreno no afectado. El bote de los escombros debe ser aprobado por la unidad ambiental del estudio de Impacto Ambiental.

##### **Paso 2.-**

Se revisa el terreno de fundación y se efectúa el saneamiento del suelo saturado arcilloso y se repone la estructura del pavimento colocando primeramente una subbase granular  $CBR \geq 20\%$  de un espesor mínimo de 25.0cm. Esta capa se compactará hasta un mínimo de 95% de la densidad seca máxima de laboratorio de un ensayo Próctor Modificado, se colocará un material de base en un espesor no menor de 15.0 cm que debe tener un  $CBR > 60\%$  y cumplirá con todas las especificaciones contenidas del MTC para Carreteras.

##### **Paso 3.-**

El bacheo se efectuará utilizando concreto asfáltico en caliente, con una mezcla de granulometría tipo III, para áreas pequeñas o una mezcla de

granulometría tipo IV, para el sector de mayor área. El procedimiento de colocación y compactación para cada caso se hará siguiendo lo especificado en las especificaciones contenidas del MTC para Carreteras.

#### **4.3.8 PROCEDIMIENTO ALTERNATIVO DE REPARACIÓN DE LA FALLA P3**

##### **Paso 1.-**

Cuando el saneamiento de la subbase más el terreno de fundación debido a la saturación ha alcanzado los 0.90 metros y el suelo continua saturando se podrá como procedimiento alternativo colocar una membrana geotextil tipo 2400T, sobre el terreno natural cuidadosamente reperfilado y horizontalizado.

##### **Paso 2.-**

Se coloca sobre el geotextil un material granular de clasificación GM, GM-GC o GW-GM, con tamaño máximo de fragmentos de roca triturada de 4" (10.0cm) la primera capa será de 30.0 cm y se densificará enérgicamente con seis (06) pases de un equipo vibro compactador.

##### **Paso 3.-**

Se colocarán dos (02) capas respectivamente de 30.0 cm cada una del mismo material retirando los fragmentos mayores de 3" y se compactará hasta alcanzar un mínimo del 95% de la densidad seca máxima de laboratorio de un ensayo Próctor Modificado. Este material debe tener un CBR >20 % para ser utilizado como subbase granular.

##### **Paso 4.-**

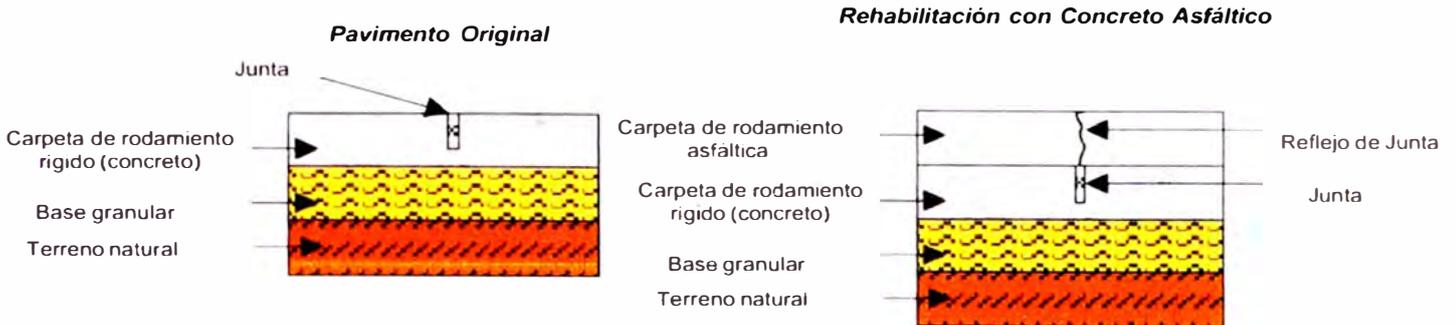
Se colocará la base granular de un material integral o piedra picada con un CBR > 60% en un espesor mínimo de 15.0 cm y se compactará hasta cumplir con lo especificado en las normas del MTC para Carreteras Sección Bases Granulares.

##### **Paso 5.-**

El bacheo se efectuará utilizando concreto asfáltico en caliente, preferiblemente una mezcla de granulometría tipo III, para áreas pequeñas ó una mezcla de granulometría tipo IV, para el sector de mayor área. El procedimiento de colocación y compactación para cada caso se hará siguiendo lo especificado en las normas del MTC para Carreteras.

#### 4.3.9 FALLA DEL PAVIMENTO P4:

Reflejo de juntas y grietas por repavimentaciones con materiales de diferentes comportamientos Reológico. Esto es muy frecuente cuando se colocan pavimentos de concreto asfáltico sobre pavimentos de concreto rígido o reparaciones de tuberías, acueductos, cloacas o gasductos donde antes de colocar la carpeta flexible se repara con concreto.



**Figura N° 4.5: Falla tipo juntas y grietas por repavimentaciones**

#### 4.3.10 SOLUCIÓN A LA FALLA TIPO P4

Este tipo de solución se aplica en los casos donde se efectúan repavimentaciones de pavimento flexible sobre pavimentos rígidos y/o sobre reparaciones de tuberías de desagüe, drenajes o gasductos donde se colocan bases o pavimentos de materiales reologicamente muy diferentes a los pavimentos flexibles y ocurre reflejo de juntas, grietas o fallas por efecto de sobrecargas o dilatación térmica, el procedimiento más recomendable se especifica a continuación:

##### **Paso 1.-**

Se escarificará la carpeta superficial en un espesor de 5.0 cm, utilizando máquina recuperadora de asfalto.

##### **Paso 2.-**

Se sellarán las grietas, fallas y reflejo de juntas utilizando sello asfáltico, previa limpieza y soplado de las discontinuidades.

### **Paso 3.-**

Se colocará una geomalla hexagonal tipo Road Mesh firmemente fijada a la carpeta permanente después del fresado con grapas y clavos aplicados con una pistola de fulminantes.

### **Paso 4.-**

El bacheo se efectuará utilizando concreto asfáltico en caliente, preferiblemente una mezcla de granulometría tipo IV de un espesor mínimo de 6.0cm. El procedimiento de colocación y compactación para cada caso se hará siguiendo lo especificado en las normas técnicas del MTC.

## **4.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS SOBRE EL USO DE LA EMULSIÓN FRENTE AL ALFALTO EN CALIENTE**

La práctica común nos enseña que el pavimento de mezcla asfáltica en caliente es el pavimento de mejor calidad, sin embargo, a través de los ensayos realizados y con los resultados obtenidos hemos podido comprobar objetivamente, que las mezclas con emulsiones pueden ser óptimos en la construcción de carreteras de bajo volumen de tránsito, mantenimiento y parchado de vías

Cuando se selecciona el tipo de mezcla para un proyecto, debe considerarse el peso y volumen de tráfico, la disponibilidad de los agregados, la localización y tamaño del proyecto, para diseñarse luego, la clase de mezcla que económicamente satisfaga más todos los requerimientos involucrados.

En el caso de obras de asfaltado pequeñas, ya sea de algunas cuantas calles o parchado de estas, es mucho más rentable hacerlo usando mezcla asfáltica con emulsiones, ya que esta puede ser preparada manualmente en trompos mezcladores de concreto hidráulico.

Las ventajas y desventajas sobre el uso de las bases estabilizadas con emulsión frente a las Mezclas Asfálticas en Caliente se resumen en el Cuadro N° 4.2

**Cuadro N° 4.2: Ventajas y desventajas de bases con emulsión vs mezcla asfáltica en caliente**

<b>BASES CON EMULSIONES ASFALTICAS</b>	<b>MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE</b>
Construcción de carreteras de bajo volumen de tránsito, mantenimiento y parchado de vías	Construcción de carreteras, vías urbanas y aeropuertos. En general para todo tipo de superficie de rodadura.
Se puede utilizar cualquier tipo de agregado	Se utilizan agregados en proporciones de diseño
Requiere la colocación de un sello (Slurry Seal)	Es la última capa del pavimento
Se tiene un mayor tiempo de trabajabilidad (hasta semanas)	El preparado y el extendido son de inmediato
Se hace a temperatura de ambiente	La mezcla se calienta a temperaturas entre 95°C a 145°C
Disminuye la Contaminación del Medio Ambiente	Genera contaminación del Medio Ambiente
Requiere poca energía (combustible)	Requiere más energía (combustible)
Espesor mínimo recomendado = 3"	Espesor mínimo recomendado = 2"
El abre el tránsito a las 2 horas	Se abre el tránsito hasta que enfrie (6 horas)
Insumo principal: Emulsión = Cemento asfáltico + agua + emulsificante	Insumo principal: Cemento Asfáltico
Preparación con cargador frontal, mixer o mezcladora	Preparación con Planta de Asfalto con quemador
Económico para bajos volúmenes de producción	Económico para grandes volúmenes de producción
Se requiere un estricto control de la humedad	Los agregados no presentan humedad
La emulsión no es un material inflamable	Cemento Asfáltico si es un material inflamable
Son más seguras al peligro de fuego	Requieren mayor seguridad al peligro de fuego

Fuente: *Elaboración propia – Carretera Santiago de Chuco Shorey*

## CAPITULO V

### COLOCACIÓN DEL SLURRY SEAL (SELLO), SOBRE LA BASE ESTABILIZADA CON EMULSION

#### 5.1 ASPECTOS GENERALES

La tecnología en frío, basada en el empleo de emulsiones, ha tenido una evolución e interés creciente. El perfeccionamiento químico de los productos, la variedad del tipo de emulsiones y la puesta a punto de nuevas unidades de obra, han hecho que en el momento actual el ingeniero disponga de un instrumento eficaz, versátil y económico en todos los casos.

La crisis de la energía de 1974 a forzado a numerosas administraciones a utilizar las técnicas en frío para ahorrar gastos inútiles de productos energéticos. A esto se ha unido un interés creciente por los problemas de contaminación atmosférica y de ecología.

El gasto y el personal del calentamiento en los materiales asfálticos para carreteras es en cualquier caso oneroso desde el punto de vista energético y económico. Implica además, el uso de grandes equipos, difíciles de transportar y de instalar y puede producir situaciones de contaminación y de rechazo de la población.

En el estado actual del problema, se está todavía lejos de un enfrentamiento frío-caliente. Normalmente deben ser las condiciones locales y económicas las que decidan la elección de uno de los dos procedimientos. Es impensable usar mezclas en caliente en obras pequeñas y alejadas de las plantas de producción de asfalto y sería difícilmente justificable, proyectar grandes volúmenes de mezclas en frío, concentradas y en zonas altamente equipadas con plantas asfálticas. En la mayor parte de los casos ambas técnicas son complementarias y tan peligroso e inadecuado es abusar de una como de otra.

EL presente trabajo corresponde a mezclas en frío basado en emulsiones, como son las lechadas asfálticas, mortero asfáltico, o slurry seal, que es una técnica de mantenimiento muy desarrollada en todo el mundo, y que

en los últimos años en Latinoamérica ha tenido gran auge por su versatilidad y facilidad, en nuestro país se han realizado numerosos trabajos en costa, sierra y selva.

## 5.2 EL DETERIORO DEL PAVIMENTO.

Las especificaciones modernas, control de calidad de materiales, y actuales sistemas constructivos, producen un pavimento asfáltico que normalmente es denso y durable. En un periodo de tiempo los elementos naturales oxidan el asfalto, haciéndolo duro y quebradizo. Como resultado de los esfuerzos producidos por el tráfico, aparecen las fisuras por contracción

Una vez empezado el deterioro del pavimento se incrementa en un rango acelerado, mientras el proceso de oxidación continúa, las fisuras crecen de lado a lado, dejando un patrón de bloques.

Durante el periodo completo de deterioro, el pavimento antes impermeable, deja filtrar agua a través de ellos hacia la base saturándola, por tanto el pavimento no soportará la presión del tráfico, y el resultado es el colapso completo de la pista. La única solución del problema es ahora, una reconstrucción completa a un costo elevado.

## 5.3 CARACTERISTICAS Y USOS DE LA SUPERFICIE CON SLURRY SEAL

Estas pistas en sus primeras etapas de deterioro, se rehabilitan con un mortero asfáltico de alta calidad como el "Slurry Seal", recuperando la impermeabilidad necesaria, la resistencia al desgaste por abrasión y erosión, sin un costoso precio de reconstrucción.

La mezcla semi-líquida se coloca en espesores delgados (4 a 15 mm.) penetrando en las fisuras y grietas, sellando así, hasta lo mas profundo de la falla, protegiendo al pavimento de humedad y oxidaciones futuras.

El "Slurry Seal" se utiliza para resolver variados problemas del pavimento:

- Sella fisuras y grietas impermeabilizándolo y proporcionando al mismo tiempo, una superficie de rodadura nueva.

- Cubre superficies desgastadas con desprendimiento superficial de material fino, asegurando una rodada limpia.
- En zonas propensas a accidentes, consigue una textura superficial regular, áspera y segura, para evitar el deslizamiento de los vehículos.
- Por su consistencia semi-líquida, se le dan diferentes acabados: rugoso, con ayuda de un yute, semi-liso, con frotacho y liso con la plancha de empastar, para los diferentes usos como: losas deportivas, pistas de patinaje, estacionamientos, grifos, etc.

## 5.4 MATERIALES

Este mortero está compuesto de agregado bien gradado, emulsión asfáltica, filler mineral y agua. La selección y la dosificación adecuada de estos materiales deberá hacerse en laboratorio calificado antes de la puesta en obra.

### 5.4.1 AGREGADO

Cualquier agregado que pasa la malla de 3/8 " usado para mezcla en caliente, es apropiado para el mortero asfáltico. Por peso, el agregado conforma del 87 al 94% de la mezcla.

Los ensayos de calidad al material pétreo que se realizarán son:

- Muestreo AASHTO T 2 ASTM D 75
- Granulometría por vía húmeda AASHTO T 27 ASTM C 136. Ver Cuadro N° 5.1
- Equivalente de arena AASHTO T 176 ASTM D 2419 50 min.
- Abrasión (composición C o D) AASHTO T 96 ASTM C 131 45% max.
- Durabilidad (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) AASHTO T 104 ASTM C 88 15% max.
- Gravedad específica y absorc. AASHTO T 84 ASTM C 128
- Peso unitario AASHTO T 19 ASTM C 29
- Sales solubles totales USBR E-8 0.5% max.

### Cuadro N° 5.1 Especificaciones Granulométricas para Slurry Seal

<b>Especificaciones Granulométricas para Slurry Seal</b>			
Tipo de Slurry	I	II	III
Uso general	Sello fino y relleno de grietas	Sello general superficies de textura media	1ra y/o 2da capa, superficies de textura alta
Tamaño del Tamiz	Porcentaje que pasa		
3/8"	100	100	100
1/4"			82-94
# 4	100	90-100	70-90
# 8	90-100	65-90	45-70
# 16	65-90	45-70	28-50
# 30	40-65	30-50	19-34
# 50	25-42	18-30	12-25
# 100	15-30	10-21	7-18
# 200	10-20	5-15	5-15
% R.A. En peso del árido seco.	10-15	7.5-13.5	6.5-12
Kg/m <sup>2</sup> en del árido seco	3-5.5	5.5-8	8 ó más
Espesor mínimo	4 mm.	6 mm.	8 mm.

Fuente: AASHTO T 27

#### 5.4.2 EMULSION ASFALTICA

Las emulsiones catiónicas, que por su naturaleza de fraguar químicamente, tienen la ventaja de un curado rápido. Gran parte de los agregados están cargados negativamente, las emulsiones catiónicas, por tener carga positiva en las partículas de asfalto, asegura una gran afinidad árido-ligante.

Los proveedores de las emulsiones asfálticas, deberán tener un laboratorio bien equipado, y el personal capacitado para el diseño de la emulsión y el control de calidad completo de cada carga conducida a obra. Las especificaciones técnicas están dadas en el AASHTO T 59 y ASTM D 2344.

La emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta (CSS), es la indicada para este tipo de trabajo, siendo la super lenta o super estable como lo llaman algunos proveedores, la que permite mayor trabajabilidad para el acabado.

#### 5.4.3 AGUA

Es el insumo que controla la consistencia de la mezcla. Por peso compone del 4 al 12% del agregado seco.

El agua debe humedecer previamente al agregado para que funcione como lubricante ante la emulsión, reduce la tensión superficial de las partículas de agregado facilitando a la emulsión el cubrimiento.

La mayoría de los abastecedores de agua locales suministran un producto adecuado para el uso del mortero. Debe estar libre de sales solubles, suciedad, y sedimentos. No debe ser dura. En caso de dudas, se realizará el ensayo de Control de Calidad al Agua (NTP 339.088).

#### 5.4.4 FILLER MINERAL

El relleno mineral es usado en el mortero para mejorar la gradación del agregado, y principalmente para proporcionar a la superficie de rodadura la alta resistencia al desgaste. Deben cumplir con las especificaciones ASTM D-242.

Se usan entre 0.5 al 2 % en peso respecto al agregado seco. La dosificación será diseñada en laboratorio, mediante el ensayo de abrasión por inmersión bajo tráfico simulado para morteros asfálticos. Los filler mas usados son el cemento portland tipo I y la cal hidratada

#### Cuadro N° 5.2 Pruebas y usos de la Emulsión

TIPO	Rotura Rápida				Rotura Media				Rotura Lenta			
	CRS-1		CRS-2		CMS-2		CMS-2h		CSS-1		CSS-1h	
GRADO	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
<b>PRUEBAS A LA EMULSION:</b>												
Viscosidad Saybolt Furol a 25°C, seg.									40		40	
Viscosidad Saybolt Furol a 50°C, seg.	20		40		20		40					
Sedimentación*, 5 días, %		5		5		5		5		5		5
Estabilidad almacenamiento**, 24 h, %		1		1		1		1		1		1
Tamizado, %		0.10		0.10		0.10		0.10		0.10		0.10
Mezcla con cemento, %										2.0		2.0
Destilación: Aceite destilado, por volumen de emulsión, %Residuo	60	3	65	3	65	12	65	12	57		57	
<b>PRUEBAS SOBRE EL RESIDUO DE LA EVAPORACION:</b>												
Penetración, 25°C, 100 gr, 5 seg	100	250	100	250	100	250	40	90	100	250	40	90
Ductilidad, 5°C, 5 cm/min, cm	10		10		10		10		10		10	
Recuperación elástica por torsión, %	12		12		12		12		12		12	
<b>APLICACIONES TIPICAS</b>	Tratamiento superficial, macadam penetración, sello arena, riego liga.		Tratamiento superficial, macadam penetración, sello agregado grueso, (simple y múltiple).		Mezcla fria en planta, sello agregado grueso (simple y múltiple), mezcla en via, sello de arena, tratamiento grietas.		M. fria en planta, M. caliente en planta, sello ag. grueso (simple y múltiple), mezcla en via, riego de liga, tratamiento grietas.		Mezcla fria en planta, mezcla en via, slurry seal, riego de liga, riego pulverizado, riego antipolvo, Microaglomerados.			

Fuente: Instituto del Asfalto

## 5.5 AFINIDAD DEL ÁRIDO LIGANTE

La emulsión se diseñará en el laboratorio del proveedor, considerando diferentes factores, tales como:

- Composición mineralógica del árido (tipo de poliamina a usar en la emulsificación).
- Clima, uso del pavimento y tipo de tráfico (característica del cemento asfáltico base a emulsionar). Pendientes de los tramos a rehabilitar (viscosidad de la emulsión).

Es de gran importancia entender que la emulsión debe diseñarse debido a que las características de los áridos, climas y geografías son diferentes y dependerán de la zona de trabajo.

## 5.6 DOSIFICACIÓN DE LA MEZCLA

Consiste en determinar una fórmula de trabajo que establezca las proporciones adecuadas de árido, filler, ligante y aditivos opcionales. Esta fórmula debe asegurar una buena respuesta a las solicitaciones de tráfico, carga, agentes atmosféricos y conservarla ante el tiempo.

En el caso del mortero asfáltico Slurry Seal, también es necesario indicar la cantidad de agua que facilite la puesta en obra, y proporcione la consistencia adecuada para una buena trabajabilidad. Esto es posible mediante los ensayos de consistencia del cono de Kansas.

Para la carretera Santiago de Chuco – Shorey el diseño del Slurry Seal lo hizo la empresa proveedora de emulsión, Bituper, con ensayos de los agregados de la cantera ubicada en Shorey (Km 46+100), obteniéndose una tasa de 62 galones por m<sup>3</sup> de arena.

**Cuadro N° 5.3 Usos principales de los Cementos Asfálticos para Pavimentación**

<b>USOS PRINCIPALES DE LOS CEMENTOS ASFÁLTICOS PARA PAVIMENTACION</b>				
USO DEL PAVIMENTO	CLIMA			
	cálido árido	cálido húmedo	moderado	frio
Campos Aéreos.				
vias rápidas	60-70	85-100	85-100	120-150
vias de taxi	60-70	60-70	85-100	85-100
zona de parqueos	60-70	60-70	60-70	85-100
Auto Pistas				
tráfico pesado a muy pesado	60-70	60-70	85-100	85-100
Tráfico medio a liviano	85-100	85-100	85-100	120-150
Calles				
Tráfico pesado a muy pesado	60-70	60-70	85-100	85-100
Tráfico medio a liviano	85-100	85-100	85-100	85-100
Vías de Acceso				
Industrial	60-70	60-70	85-100	85-100
Estac de servicio	60-70	60-70	85-100	85-100
Residencial	85-100	85-100	85-100	85-100
Estacionamientos				
Industrial	60-70	60-70	85-100	85-100
Comercial	60-70	60-70	85-100	85-100
Recreacional Campo de tenis	85-100	85-100	85-100	85-100
Patios de juego	85-100	85-100	85-100	85-100

Fuente: Instituto del Asfalto

Las modernas técnicas de diseño del mortero asfáltico, han hecho posible, la elaboración de morteros de apertura al tráfico casi inmediato, se podrá dar tránsito a menos de media hora de colocado el mortero (Quick set), esto se logra mediante los ensayos del Cohesímetro (Modified cohesión tester).

Una formulación aproximada del mortero sería el siguiente:

- Arena gruesa 1m3
- Agua potable 50 gal.
- Filler (cemento portland tipo I o cal hidratada) 17 Kg.
- Emulsión Asfáltica Rotura lenta (CSS). 60 gal.

Para esta tecnología solo es necesario proporcionar un espesor pequeño, por lo que se debe establecer un cuadro de condiciones de trabajo en el que se reflejen factores tales como los siguientes:

1. Textura superficial, permeabilidad, contenido de ligante, regularidad superficial, del tramo a trabajar.
2. Clima, temperatura del pavimento, riesgo de precipitaciones.

## **5.7 EQUIPO PARA LA FABRICACION Y PUESTA EN OBRA DEL SLURRY SEAL**

Para esta obra se utilizó el “Camión Slurry” o “Micropaver”, que es una maquina especial que recibe la emulsión y la arena, para luego ser extendido sobre la base estabilizada.

Se requiere un pequeño equipo de apoyo como complemento al trabajo que realiza la máquina, tales como: Barredora mecánica o compresora de aire, cargador frontal, cisterna de agua y de emulsión y herramientas manuales.

Ocasionalmente, para casos especiales se requiere un rodillo neumático, que en zonas de maniobras, se logrará en menor tiempo la cohesión inicial.

Las máquinas constan, básicamente, de una tolva portadora de árido y dos depósitos para el agua de pre-envuelta y la emulsión. Un sistema de extracción del árido conduce éste a un conjunto mezclador, donde se le añaden, en este orden, agua de pre-envuelta, filler y emulsión, adecuadamente dosificados.

El mezclador es de espiral con tacos rascadores de acero endurecido y vertedero central. Los brazos o paletas que componen la espiral se instalan de forma que produzcan una retención en la zona de batido, de árido, filler y agua de pre-envuelta, y una aceleración de salida en la zona.

La salida del producto se efectúa por un vertedero regulable en altura, para retener mas o menos la salida de la mezcla, y en dirección, con el fin de

desviar la vena hacia uno u otro de los componentes de la rastra extendedora.



**Figura N° 5.1: Carguio De Agua A La Planta Móvil Extendedora De Micropavimento.**



**Figura N° 5.2: Carguio De Emulsión**



**Figura N° 5.3: Carguio De Material Petreo**

La caja extendedora esta formada por dos compartimientos, articulados longitudinalmente, lo que permite su adaptación al bombeo del pavimento. En todo su perímetro van unas bandas de goma que realizan un cierre contra la calzada, reduciendo las pérdidas de lechada.



**Figura N° 5.4: Extendido del Slurry Seal**

La rastra va apoyada en tres patines de acero endurecido y arrastrada por un sistema de cadenas que regula la alineación del apoyo lateral, para alinearla en zonas de curva. Estos patines poseen también un sistema de regulación vertical, para poder variar la presión de la maestra sobre el pavimento y, regular la cantidad de lechada extendida. Esta dosificación final es función de

diversos factores: alzado de guías, presión de maestra, calidad del caucho utilizado, grueso del mismo, tipo de pavimento en que se extiende, etc.

La caja extendedora se regula en su ancho, puede variar entre 2 a 4.20 mt., Así también, se puede utilizar la mitad de la rastra.



**Figura N° 5.5: Extendido del Slurry Seal con el Camión Slurry**

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES

- El uso de bases estabilizadas con emulsión está limitado a carreteras con bajo volumen de tránsito, y/o mantenimientos de carreteras, parches y bacheos.
- En el proceso constructivo se debe tener en cuenta, que los propios volquetes, cisternas y otros vehículos pesados que pasan constantemente durante todo el periodo de ejecución de la obra, no deterioren las capas estructurales inferiores ya que estos no son flexibles y suelen desgastarse rápidamente; sobre todo en la fricción de las curvas cerradas, típicas en regiones de bajo volumen de tránsito, de la sierra del Perú.
- Si bien es cierto que las bases estabilizadas con emulsión se pueden ejecutar en el periodo de lluvias, esto es muy arriesgado, ya que cualquier otro factor como un mal control en el diseño, variaciones de agregados, y/o variación constante del clima, puede ocasionar fisuras pequeñas, que al contacto con el agua, puede ocasionarnos grandes fisuras que en el peor de los casos no se podrá resanar sino rehaciendo todo el tramo.
- Las mezclas con emulsiones asfálticas en frío resultan económicas a bajos volúmenes de producción.
- Las mezclas con emulsión requieren de mucho cuidado con la humedad que debe tener el agregado antes del mezclado con la emulsión. Demasiada agua puede producir un recubrimiento deficiente del agregado y en su defecto la falta de humedad en el agregado hará que este absorba el agua de la emulsión y producir un rompimiento prematuro de la emulsión.

- Finalmente las obras de drenaje juegan un papel muy importante cuando se trabaja con emulsiones y asfaltos, ya que el agua es el principal factor que afecta a un pavimento, sea este por aguas pluviales o por aguas subterráneas (filtraciones).

## 6.2 RECOMENDACIONES

- Para grandes volúmenes de producción como este caso (41.53 Km), y para el ancho de 6 metros se recomienda usar un diseño que comprenda una Mezcla de Asfalto en Caliente.
- Se recomienda no exponer mucho las capas no flexibles, como son base y subbase al tránsito, ya que este se desgasta con facilidad; por tanto se debe de imprimir o colocar el pavimento en un tiempo prudente para que no se produzca el deterioro de estas por la fricción de los neumáticos.
- Antes de ejecutar las partidas que tengan que ver con asfaltos es necesario garantizar un correcto sistema de drenaje capaz de controlar las aguas sin que se filtre y afecte el pavimento asfáltico; los sistemas de drenaje típico son: subdrenes, canales de tierra, canales de concreto, zanjas de coronación, alcantarillas, puentes, etc.
- Para garantizar un buen control sobre el diseño de la base estabilizada con emulsión es necesario contar con un buen laboratorio equipado para trabajar con emulsiones.
- Para la preparación de mezcla en planta de base estabilizada con emulsión se recomienda primero mezclar los agregados, después adicionar la emulsión, el agua, y el aditivo si es necesario.
- Se recomienda que antes de lanzar a su posición final la base estabilizada con emulsión se debe preparar con 12 hora de anticipación,

esto para que la mezcla fragüe y alcance el óptimo contenido de humedad.

- Para la preparación de la mezcla de base estabilizada con emulsión se recomienda hacerlo en tandas de 75m<sup>3</sup> a 100m<sup>3</sup>, ya que si se hace en mayor volumen en una sola ruma, esta no deja fraguar correctamente.
- Puede asumirse que el estudio del comportamiento de las capas granulares en el diseño es de menor envergadura que el estudio de las capas asfálticas ya que las primeras sólo son afectadas por el factor humedad.
- Deben estudiarse y cuantificarse las limitaciones constructivas en cada sistema, de manera que su elección responda a los requisitos predominantes en un tiempo y lugar determinado.

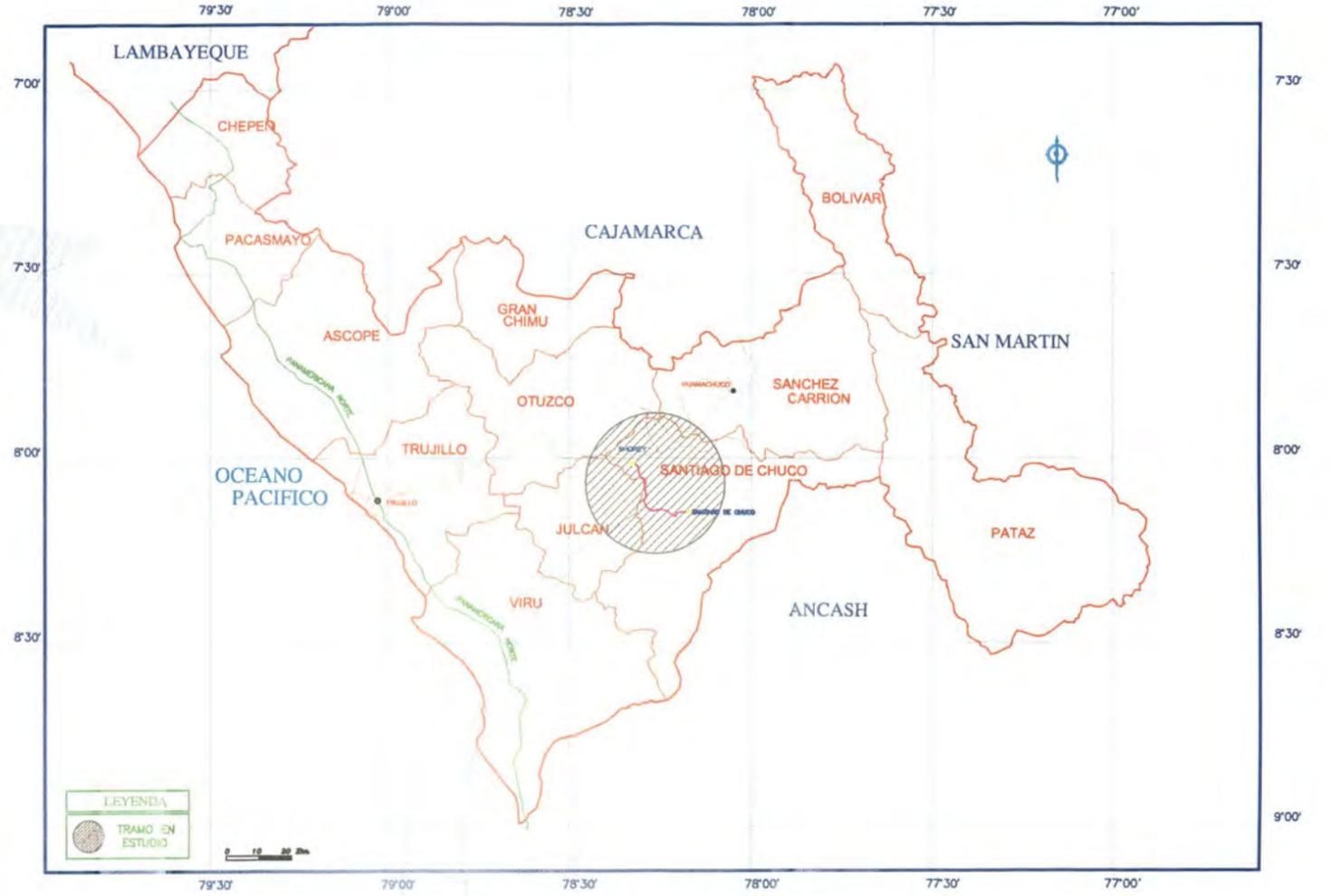
## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Braja M. Das  
“Mecánica para Ingenieros”  
México DF Limusa 2000
  
2. Instituto del Asfalto  
AEMA  
“Manual Básico de Emulsiones Asfálticas”  
Estados Unidos
  
3. Ministerio de Transportes y Comunicaciones  
Direcciones General de caminos  
“Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras – EG-2000”
  
4. Ministerio de Transportes y Comunicaciones  
Direcciones General de Caminos y Ferrocarriles  
“Manual para el diseño de carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”  
Lima – Perú 2008
  
5. Pattillo B. Juan  
Consideraciones Generales sobre diseño de Pavimentos  
Revista de Ingenieria de Construcción N° 04  
Santiago de Chile – 1998
  
6. Rivera Gustavo  
“Emulsiones Asfálticas”  
Alfaomega Grupo Editor  
México 1998
  
7. Rogelio Rodríguez Talavera – Víctor Castaño Meneses – Miguel Martínez Madrid  
“Emulsiones Asfálticas”  
Sanfandila 2001

## ANEXOS



Esc: 1/10 000

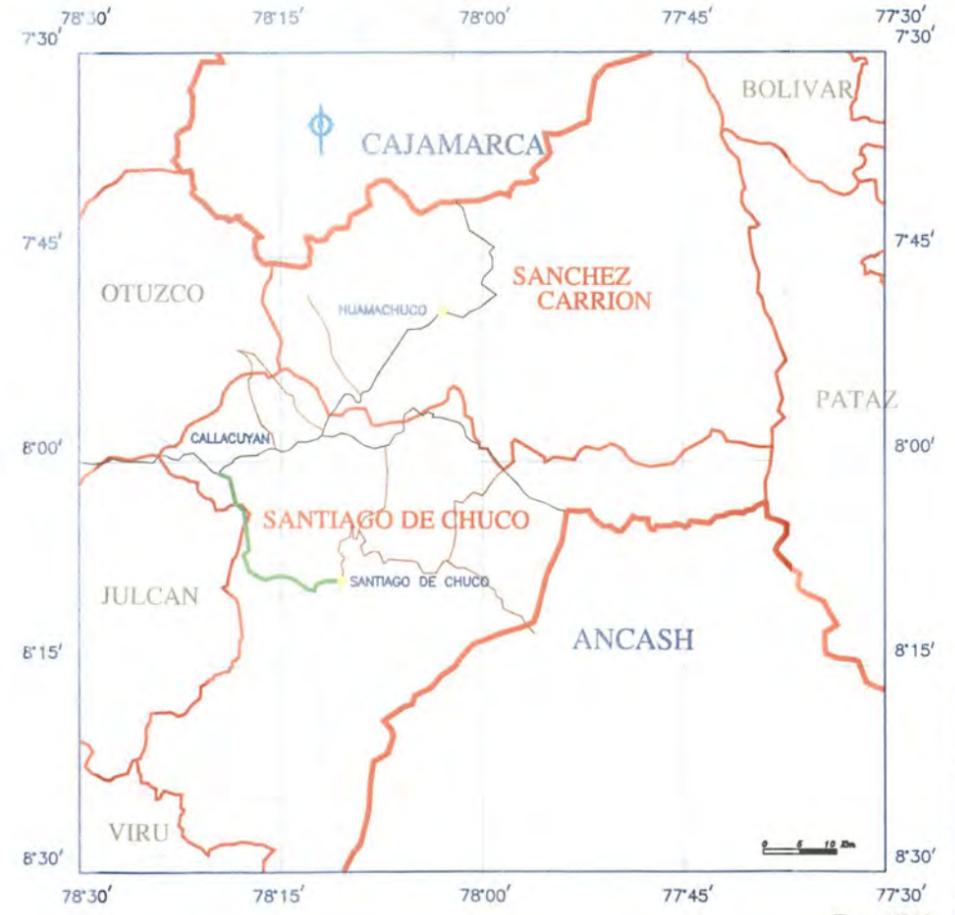


DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD



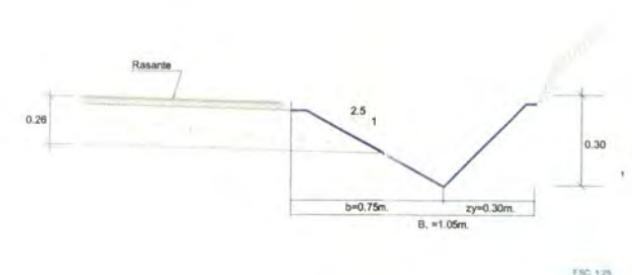
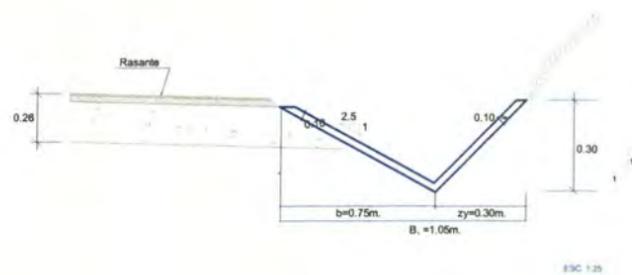
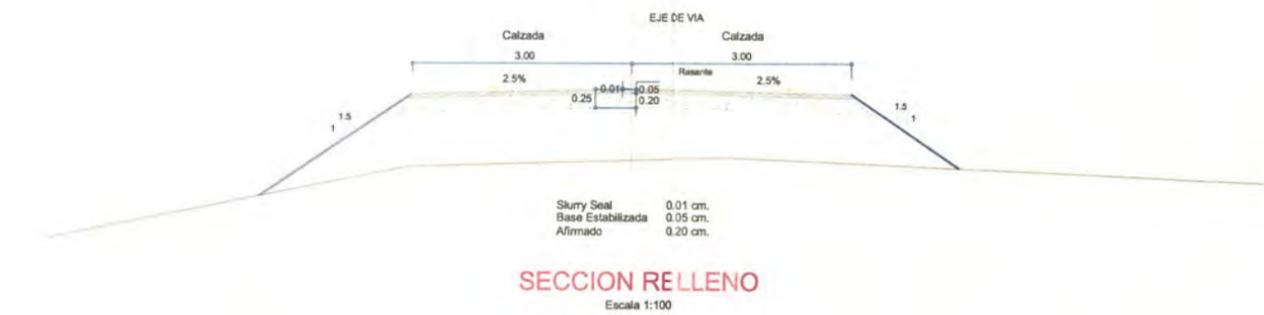
TRAMO EN ESTUDIO

Esc: 1/250



Esc: 1/500

PROYECTO: ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO y REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA SANTIAGO DE CHUCO - SHOREY DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD					
<b>PLANO DE UBICACIÓN</b>				ESCALA: INDICADA FECHA: Marzo 2010	
JEFE DE PROYECTO: ING. JORGE MENACHO MORÁN	COORDINADOR: E. ROMERO C.	REGION: LA LIBERTAD	PROVINCIA: SANTIAGO DE CHUCO	CANTÓN: QURRUVILCA - SANTIAGO DE CHUCO	
DISEÑO: ING. ANDRÉS CHOQUE LEÓN		DIBUJANTE: J. CAMACHO B.		PLAN: PU - 01	



## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 1. GENERALIDADES

Por la naturaleza accidentada de nuestro territorio, la mayoría de las vías que conectan al país se ven constantemente afectadas por fenómenos naturales. Por ello el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través del Proyecto Especial de Infraestructura de Transportes, PROVIAS NACIONAL, con la finalidad de salvaguardar la estructura del pavimento patrimonio de la nación; convocó a Licitación Pública bajo el Sistema de Suma Alzada y la modalidad de Concurso Oferta LP N° 0024-2007-MTC/20, para seleccionar a la Empresa Consultora o Consorcio que se encargue de prestar los servicios para elaborar el Estudio Definitivo para el Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Santiago de Chuco-Shorey.

Como resultado del Concurso convocado resultó ganador para la presente licitación, Carretera Santiago de Chuco – Shorey el CONSORCIO VIAL PERU, por lo que se adjudicó la Buena Pro.

El Tramo Santiago de Chuco – Shorey, constituye parte del sistema de vías interconectado, con una longitud aprox., de 41.5Km. y pertenece al departamento de La Libertad.

### 2. OBJETIVO

El objetivo del estudio es adecuar el Expediente Técnico inicial de la vía con un ancho de 4m y adecuarlo a 6m, para la ejecución de las obras de Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Ruta 3N tramo Santiago de Chuco – Shorey, a nivel de superficie de rodadura Emulsión Asfáltica – Slurry Seal, con base estabilizada de 5 cm de espesor, sobre afirmado granular de 20 cm de espesor.

### 3. UBICACIÓN

El proyecto se encuentra ubicado en el departamento de La Libertad, iniciándose en el Km.0 (Santiago de Chuco) hasta el Km. 41.5 (Shorey). El tramo en estudio atraviesa por las siguientes ciudades y poblados: Pueblo Nuevo, Yumalca, Los Toritos, Huacamarcanga.

La Posición Geográfica de la provincia de Santiago de Chuco es 78°13' longitud oeste y 8°11' latitud sur. Por estar ubicada en una zona costera su altitud es de 3110 m.s.n.m., en la zona de Shorey la altitud es de 3780 m.s.n.m; su ubicación es 78°16' longitud oeste y 8°01' latitud sur.

#### 4. ANTECEDENTES

El tramo en estudio Santiago de Chuco – Shorey ha sido objeto de dos etapas en la elaboración de los estudios, siendo inicialmente diseñada para una vía de 4m se llegó a un acuerdo entre las autoridades y la población para que se ampliara a una de 6m, siendo los eventos más importantes, mencionados a continuación:

El 15 de Abril del 2008 se firma el contrato entre PROVIAS NACIONAL y el CONSORCIO VIAL PERU mediante el contrato N°111-2008-MTC/20, para la elaboración del expediente técnico y Ejecución de la Obra de Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Santiago de Chuco – Shorey.

Se inician los estudios para la elaboración del expediente técnico de la carretera Santiago de Chuco- Shorey.

Con fecha 13.de Febrero del.2009 se publica en el Diario Oficial “El Peruano”; la Ley N° 29321, Ley que autoriza al Ministerio de Transportes y Comunicaciones a adecuar el Contrato para la ejecución del proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Santiago de Chuco – Shorey, se incluye la ampliación de la vía de la referida carretera a 6 m de ancho.

Con fecha 24.Jun.09 se suscribió el Convenio Marco N° 018-2009 para la ejecución del proyecto de ensanchamiento (ampliación) de la carretera Santiago de Chuco – Shorey, entre Provias Nacional, Minera Barrick Misquichilca S.A. y la Asociación Civil Fondo Social Alto Chicama. El referido convenio define la estructura de financiamiento de los recursos que serán destinados a la ejecución de la obra de ensanchamiento de la carretera de cuatro a seis metros.

Con fecha 28.de Agosto del 2009 se ha suscrito la Adenda 11, que aprueba nuevos términos de referencia, que especifica que el Contratista debe presentar un plan de manejo ambiental, se establecen entregas parciales de las partes constituyentes de dicho Plan (incluye PACRI).

Se inician los estudios para la elaboración del expediente técnico para la adecuación de la carretera Santiago de Chuco- Shorey a 6m.

## 5. COSTOS Y PRESUPUESTO

El presente presupuesto forma parte del Expediente Técnico y fue elaborado por el Consorcio Vial Perú, para todo los efectos con precios referidos a Agosto del 2007, tal como está Especificado en la Clausula Primera Ítem 1.3 Contractual.

El objetivo del presente es determinar el Valor de Ejecución de Obra de acuerdo a lo establecido y en concordancia con el Expediente Técnico, para lo cual se tuvo en consideración, los costos de materiales, Mano de Obra, Equipo, Metrados, Tiempo de Ejecución y otros, en todos los casos con precios referidos a Agosto del 2007.

Para lograr el Objetivo que se menciona, el estudio de Costos y Presupuesto del Proyecto contiene los siguientes puntos:

- Metrados
- Costos Directos
- Costos Indirectos
- Sistema Computarizado de Análisis de Costos Unitarios y Presupuestos.

El presupuesto total referido a agosto del 2007 asciende a 22'042,748.91 (Veintidós millones cuarentaidos mil setecientos cuarentiocho y 91/100 nuevos soles)

Para la ejecución de la vía de 4 m.

Luego de la adecuación para ampliar la vía a 6m el presupuesto total asciende a 45'742,748.91 (Cuarenticinco millones setecientos cuarentidos mil setecientos cuarentiocho y 91/100 nuevos soles).

El estudio de costos y presupuesto sustenta de manera detallada los puntos antes mencionados, para la obtención de los montos que son líneas arriba descritas.

## Presupuesto

Presupuesto 0901005 IV - REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SANTIAGO CHUCO - SHOREY - 3HMS  
 Subpresupue 001 REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SANTIAGO DE CHUCO SHOREY - 2  
 Cliente Ministerio de Transportes y Comunicaciones  
 Lugar LA LIBERTAD - SANTIAGO DE CHUCO - SANTIAGO DE CHUCO

Costo al 01/08/2007

Item	Descripción	Und	Metrado	Precio (S/ )	Parcial (S/ )
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>954.604,88</b>
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	gib	1,00	510 589,76	510 589,76
01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 7 20 x 3 60 m	u	2,00	1 766,31	3 532,62
01.03	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	41,52	2 017,21	83 754,56
01.04	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	gib	1,00	267 502,85	267 502,85
01.05	LIMPIEZA Y DESFORESTACION	ha	23,31	3 827,76	89 225,09
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>2.953.000,28</b>
02.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO	m3	113 569,08	2,65	300 958,06
02.02	EXCAVACION EN ROCA SUELTA	m3	17 177,43	12,95	222 447,72
02.03	EXCAVACION EN ROCA FIJA	m3	50 937,88	23,04	1 173 608,76
02.04	RELLENO CON MATERIAL DE CANTERA	m3	39 264,85	22,35	877 569,40
02.05	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE	m2	301 376,27	1,11	334 527,66
02.06	REMOCION DE DERRUMBES (SOLO REFINE Y LIMPIEZA)	m3	8 423,93	5,21	43 888,68
03	<b>MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE</b>				<b>3.699.431,97</b>
03.01	EXCAVACION PARA MEJORAMIENTO	m3	140 395,90	2,65	372 049,14
03.02	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	m3	140 395,90	23,70	3 327 382,83
04	<b>PAVIMENTO</b>				<b>6.927.546,48</b>
04.01	AFIRMADO GRANULAR	m3	66 697,50	25,17	1 678 776,08
04.02	SUELO EMULSION	m3	13 512,53	246,81	3 335 027,53
04.03	SLURRY SEAL	m3	2 619,09	730,69	1 913 742,87
05	<b>OBRAS DE DRENAJE</b>				<b>4.596.507,35</b>
05.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO	m3	8 191,87	3,01	24 657,53
05.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN ROCA SUELTA	m3	1 664,55	36,64	60 989,11
05.03	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN ROCA FIJA	m3	3 478,71	44,35	154 280,79
05.04	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	1 350,80	76,69	103 592,85
05.05	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	6 057,04	55,62	336 892,56
05.06	SOLADO DE CONCRETO f'c=100 kg/cm2 e=0.075 m	m3	58,55	255,75	14 974,16
05.07	CONCRETO CICLOPEO f'c=175 kg/cm2 + 30% PM	m3	348,26	277,80	96 746,63
05.08	CONCRETO f'c=175 kg/cm2 - ALCANTARILLAS	m3	505,67	353,29	178 648,15
05.09	ALCANTARILLA TMC D= 48"	m	140,07	463,76	64 958,86
05.10	ALCANTARILLA TMC 0=36"	m	1 071,28	326,65	349 933,61
05.11	EMBOQUILLADO DE PIEDRA	m3	1 043,01	226,38	236 116,60
05.12	MATERIAL GRANULAR COMPACTADO PARA EMBOQUILLADOS	m3	574,62	60,45	34 735,78
05.13	MATERIAL GRANULAR COMPACTADO PARA ESTRUCTURA DE ALCANTARILLA	m3	2 655,88	60,45	160 547,95
05.14	SUBDREN	m	4 635,10	124,26	575 957,53
05.15	CUNETAS f'c=175 kg/cm2	m	8 000,00	99,31	794 480,00
05.16	CUNETAS TRIANGULARES DE TIERRA (PERFILADO MANUAL)	m	33 520,00	37,13	1 244 597,60
05.17	CUNETAS DE CORONACION MANUAL	m	3 200,00	21,34	68 288,00
05.18	DEMOLICION ESTRUCTURAS	m3	581,32	165,33	96 109,64
06	<b>ESTRUCTURAS MENORES ( PONTONES, ALC., MCA Y ALCANT.)</b>				<b>432.761,45</b>
06.01	<b>PONTONES</b>				<b>280.870,35</b>
06.01.01	EXCAVACION EN MATERIAL NO CLASIFICADO	m3	1 077,18	9,97	10 739,48
06.01.02	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	247,10	76,69	18 950,10
06.01.03	SOLADO DE CONCRETO f'c=100 kg/cm2 e=0.075 m	m3	54,49	255,75	13 935,82
06.01.04	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	870,66	55,62	48 426,11
06.01.05	CONCRETO CICLOPEO FC= 175 KG/CM2 + 30 P M - EN ESTRIBOS	m3	543,49	277,80	150 981,52
06.01.06	CONCRETO f'c= 280 kg/cm2 - (PARA LOSAS)	m3	39,87	398,83	15 901,35
06.01.07	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	4 058,98	4,13	16 763,59
06.01.08	BARANDA METALICA DE F" N" D=2"	m	19,50	265,25	5 172,38
06.02	<b>ALCANTARILLAS MARCO CONCRETO ARMADO</b>				<b>114.763,46</b>
06.02.01	EXCAVACION EN MATERIAL NO CLASIFICADO	m3	370,75	9,97	3 696,38
06.02.02	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	90,50	76,69	6 940,45
06.02.03	SOLADO DE CONCRETO f'c=100 kg/cm2 e=0.075 m	m3	2,38	255,75	608,69
06.02.04	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	505,26	55,62	28 102,56
06.02.05	CONCRETO CICLOPEO f'c=175 kg/cm2 + 30% PM	m3	16,96	277,80	4 711,49
06.02.06	CONCRETO f'c=175 kg/cm2 - ALCANTARILLAS	m3	77,54	353,29	27 394,11
06.02.07	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	10 486,63	4,13	43 309,78

## Presupuesto

Presupuesto 0901005 IV - REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SANTIAGO CHUCO - SHOREY - 3HMS  
 Subpresupue 001 REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SANTIAGO DE CHUCO SHOREY - 2  
 Cliente Ministerio de Transportes y Comunicaciones  
 Lugar LA LIBERTAD - SANTIAGO DE CHUCO - SANTIAGO DE CHUCO

Costo al 01/08/2007

Item	Descripción	Und	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
					<b>37.127,64</b>
06 03	<b>ALCANTARILLAS TSS</b>				
06 03 01	EXCAVACION EN MATERIAL NO CLASIFICADO	m3	190,99	9,97	1 904,17
06 03 02	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	62,29	76,69	4 777,02
06 03 03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	69,65	55,62	3 873,93
06 03 04	CONCRETO fc=175 kg/cm2 - ALCANTARILLAS	m3	6,88	353,29	2 430,64
06 03 05	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	706,38	4,13	2 917,35
06 03 06	ALCANTARILLA TSS	m	8,40	2 526,73	21 224,53
07	<b>TRANSPORTE</b>				<b>10.252.764,56</b>
07 01	TRANSPORTE DE ESCOMBROS PARA D<= 1 Km	m3k	270 881,24	7,05	1 909 712,74
07 02	TRANSPORTES DE ESCOMBROS PARA D> 1 KM	m3k	586 752,02	2,65	1 554 892,85
07 03	TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENOS D<= 1 Km	m3k	39 937,84	6,80	271 577,31
07 04	TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENOS D > 1 Km	m3k	232 445,72	2,56	595 061,04
07 05	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA MEJORAMIENTOS D<= 1 Km	m3k	137 985,80	6,80	938 303,44
07 06	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA MEJORAMIENTOS D > 1 Km	m3k	935 185,55	2,56	2 394 075,01
07 07	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR HASTA 1 Km	m3k	69 302,23	6,80	471 255,16
07 08	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR DESPUES DE 1 Km	m3k	523 753,42	2,56	1 340 808,76
07 09	TRNSPORTE DE MATERIAL SUELO EMULSION D<= 1 KM	m3k	13 512,53	6,80	91 885,20
07 10	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA SUELO EMULSION > 1 KM	m3k	197 115,81	2,56	504 616,47
07 11	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA SLARRY D<= 1 KM	m3k	2 619,09	6,80	17 809,81
07 12	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA SLARRY > 1 KM	m3k	63 580,77	2,56	162 766,77
08	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>680.822,48</b>
08 01	SEÑALIZACION INFORMATIVAS	m2	2,52	600,77	1 513,94
08 02	PANELES DE SEÑALES INFORMATIVAS	u	29,00	874,98	25 374,42
08 03	CIMENTACION DE SEÑALES INFORMATIVAS	m	273,40	218,07	59 620,34
08 04	TUBO D=3"	u	92,00	430,82	39 635,44
08 05	SEÑALES PREVENTIVAS	u	2,00	487,73	975,46
08 06	SEÑALES REGLAMENTARIAS	u	41,00	129,39	5 304,99
08 07	POSTES KILOMETRICOS	m2	8 244,50	9,37	77 250,97
08 08	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m	2 601,45	150,01	390 243,51
08 09	GUARDAVIAS NUEVOS (INC. TERMINAL)	u	131,00	195,02	25 547,62
08 10	POSTES DELINEADORES	m2	488,54	11,17	5 456,99
08 11	PINTURA DE PARAPETOS DE MUROS	u	4 970,00	10,04	49 898,80
08 12	TACHAS REFLECTIVAS BIDIRECCIONALES				<b>728.624,56</b>
09	<b>COSTOS AMBIENTALES</b>				<b>544.340,04</b>
09 01	<b>PROGRAMA DE ABANDONO DE OBRA</b>				
09 01 01	COMPACTACION DE MATERIAL EXCEDENTE Y READECUACION MORFOLOGICA DEL	m3	322 080,27	1,62	521 770,04
09 01 02	RESTAURACION DE AREA AFECTADA POR CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINAS	m2	5 000,00	0,83	4 150,00
09 01 03	RESTAURACION DE CANTERAS	m2	20 000,00	0,83	16 600,00
09 01 04	RESTAURACION DE AREA AFECTADA POR DEPOSITO DE ASFALTO Y CHANCADORA	m2	2 000,00	0,91	1 820,00
09 02	<b>PROGRAMA PREVENTIVO CORRECTIVO</b>				<b>9.284,52</b>
09 02 01	SEÑALIZACION AMBIENTAL	u	21,00	442,12	9 284,52
09 03	<b>PROGRAMA DE CONTINGENCIAS</b>				<b>25.000,00</b>
09 03 01	PROGRAMA DE CONTINGENCIAS	glb	1,00	25 000,00	25 000,00
09 04	<b>PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA</b>				<b>150.000,00</b>
09 04 01	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y/O VIGILANCIA	mes	12,00	12 500,00	150 000,00
	<b>Costo Directo</b>				<b>31.226.064,01</b>
	<b>Gastos Generales</b>				<b>5.117.951,89</b>
	<b>Utilidad</b>				<b>2.095.268,90</b>
	<b>Sub Total</b>				<b>38.439.284,80</b>
	<b>I.G.V.</b>				<b>7.303.464,11</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>45.742.748,91</b>

SON: CUARENTICINCO MILLONES SETECIENTOS CURENTIDOS MIL SETECIENTOS CUARENTIOCHO 91/100 NUEVOS SOLES

## GOBIERNOS LOCALES

### MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA

**Ordenanza N° 1218.-** Modifican plano de zonificación del distrito de Puente Piedra aprobado por Ordenanza N° 1105-MML 390769

### MUNICIPALIDAD DE COMAS

**Anexo Ordenanza N° 275-C/MC.-** Cuadro Único de Infracciones y Sanciones Aplicables en la Jurisdicción del Distrito de Comas 390769

**Ordenanza N° 280-C/MC.-** Amplían vigencia del Artículo Primero de la Ordenanza N° 270-C/MC 390782

### MUNICIPALIDAD DE PACHACÁMAC

**Ordenanza N° 055-2009-MDP/A.-** Establecen fechas de vencimiento para el pago del Impuesto Predial y Arbitrios Municipales de Limpieza Pública, Parques y Jardines y Serenazgo para el Ejercicio 2009 390782

### MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN DE LURIGANCHO

**D.A. N° 002.-** Modifican D.A. N° 030 en lo referente a la conformación de la Comisión Técnica Mixta del Servicio de Transporte Público Especial de Pasajeros en Vehículos Menores 390783

**D.A. N° 003.-** Aprueban "Directiva para la Administración del Fondo Fijo para Caja Chica y Caja Periférica de la Municipalidad Distrital de San Juan de Lurigancho" 390783

### MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN DE MIRAFLORES

**Ordenanza N° 000097-2009-MDSJM.-** Levantan zona rígida de la Av. Los Héroes para realizar una feria escolar 390784

## MUNICIPALIDAD

### DE SANTIAGO DE SURCO

**Decreto N° 01-2009-MSS.-** Modifican el D.A. N° 04-2008-MSS, que regula el procedimiento de acceso a la información pública 390785

**Res. N° 130-2009-RASS.-** Aprueban relación y plano de zonas pendientes de regularización de habilitación urbana que no cuentan con área y frente de lote normativo, así como áreas destinadas a Recreación Pública y usos comunales 390787

## PROVINCIAS

### MUNICIPALIDAD PROVINCIAL

#### DE SAN MARTIN

**Acuerdo N° 370-2009-CP/MPSM.-** Exoneran de proceso de selección la adquisición de insumos para el Programa del Vaso de Leche 390789

## MUNICIPALIDAD

### DISTRITAL DE MARMOT

**Acuerdo N° 002-2009-MDM.-** Exoneran de proceso de selección la contratación de mano de obra, servicio de campamento provisional y alquiler de herramientas para ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable Septen - Pampas del Bao 390790

## SEPARATA INFORMATIVA

Sexto Grupo de medidas para la Promoción del Empleo y la Producción 1 al 8

## PODER LEGISLATIVO

### CONGRESO DE LA REPUBLICA

#### LEY N° 29321

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

POR CUANTO:

La Comisión Permanente del Congreso de la República  
Ha dado la Ley siguiente:

LA COMISIÓN PERMANENTE DEL CONGRESO DE LA REPÚBLICA;  
Ha dado la Ley siguiente:

### LEY QUE AUTORIZA AL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES A ADECUAR EL CONTRATO PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SANTIAGO DE CHUCO - SHOREY

#### Artículo 1°.- Objeto de la norma

1.1 Autorizar al Ministerio de Transportes y Comunicaciones para que, a través del Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional

- Provías Nacional, adecue el contrato suscrito para la ejecución del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Santiago de Chuco - Shorey, a fin de que este incluya la ampliación de la vía de la referida carretera a seis (6) metros de ancho.

1.2 Para efectos del ensanchamiento de la vía a que se hace referencia en el párrafo 1.1, no es de aplicación la Ley N° 27293, Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública.

#### Artículo 2°.- Monto contractual

El monto contractual, resultante de la adecuación a que se hace referencia en el artículo 1°, no se encuentra dentro de los alcances de lo establecido en la quinta disposición final de la Ley N° 28411, Ley General del Sistema Nacional de Presupuesto, ni en el artículo 42° de la Ley N° 26850, Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado, aplicable al Contrato de Ejecución de Obra N° 111-2008-MTC/20.

#### Artículo 3°.- Financiamiento

Los gastos que demande la ejecución de los trabajos necesarios para el ensanchamiento de la vía del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Santiago de Chuco - Shorey se realizarán con cargo a los fondos de la donación que efectuará la Minera Barrick Misquichilca S.A., sin irrogar recursos adicionales al Tesoro Público.

#### Artículo 4°.- Vigencia

La presente Ley entra en vigencia al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

Comuníquese al señor Presidente de la República para su promulgación.



En Lima, a los doce días del mes de febrero de dos mil nueve.

JAVIER VELÁSQUEZ QUESQUÉN  
Presidente del Congreso de la República

ALEJANDRO AGUINAGA RECUENCO  
Primer Vicepresidente del Congreso de la República

AL SEÑOR PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA REPÚBLICA

POR TANTO:

Mando se publique y cumpla.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los doce días del mes de febrero del año dos mil nueve

ALAN GARCÍA PÉREZ  
Presidente Constitucional de la República

YEHUDE SIMON MUNARO  
Presidente del Consejo de Ministros

312761-1

## PODER EJECUTIVO

### DECRETOS DE URGENCIA

#### DECRETO DE URGENCIA N° 018-2009

#### AUTORIZA EL APOORTE DE CAPITAL A FAVOR DE LA CORPORACIÓN FINANCIERA DE DESARROLLO S.A. - COFIDE - PARA LA CONSTITUCIÓN DEL FONDO DE INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

CONSIDERANDO:

Que, la crisis financiera internacional viene limitando los procesos de inversión a nivel global;

Que, dentro del contexto antes mencionado resulta imprescindible adoptar medidas extraordinarias en materia económica y financiera que permitan minimizar los riesgos que puedan afectar el aparato productivo nacional, a través del impulso al desarrollo y ejecución de proyectos de inversión, tales como asociaciones público privadas y concesiones de obras públicas de infraestructura y de servicios públicos, los cuales constituyen mecanismos dinamizadores de la economía nacional que contribuyen con la generación de empleo y competitividad del país;

Que, en tal sentido, en el marco del Plan de Estímulo Económico que viene desarrollando el Poder Ejecutivo, se promoverá la constitución de un Fondo de Inversión en Infraestructura que contará con la participación de la Corporación Financiera de Desarrollo S.A. - COFIDE, y de diversos inversionistas institucionales, nacionales e internacionales;

Que, para tal fin, el Gobierno ha estimado conveniente autorizar un aporte de capital a favor de COFIDE, lo cual constituye una medida de carácter económico y financiero de interés nacional, toda vez que contribuirá con el desarrollo de la inversión en infraestructura;

Que, es urgente dictar medidas económico-financieras de carácter extraordinario para mantener el dinamismo de la economía, con el objeto de evitar al país un perjuicio económico como consecuencia de la crisis internacional;

En uso de las facultades conferidas por el numeral 19) del Artículo 118° de la Constitución Política del Perú;

Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros; y,  
Con cargo de dar cuenta al Congreso de la República;

DECRETA:

#### Artículo 1°.- Autorización de Aporte de Capital

1.1 Autorícese al Ministerio de Economía y Finanzas, a realizar un aporte de capital a la Corporación Financiera de Desarrollo S.A.-COFIDE por la suma de US\$ 100 000 000,00 (CIEN MILLONES Y 00/100 DOLARES AMERICANOS), la cual utilizará dichos recursos para participar en la constitución de un Fondo de Inversión en Infraestructura, al amparo de la Ley de Fondos de Inversión aprobada por Decreto Legislativo N° 862.

1.2 Para tales efectos autorícese al Ministerio de Economía y Finanzas, a través de la Dirección Nacional del Tesoro Público, para constituir en el presente Año Fiscal un depósito intangible por US\$ 100 000 000,00 (CIEN MILLONES Y 00/100 DOLARES AMERICANOS).

#### Artículo 2°.- Financiamiento

El aporte de capital a que se refiere el Artículo precedente será financiado con cargo al monto no utilizado de los recursos generados como consecuencia de la aplicación del numeral 1.1 del artículo 1° del Decreto de Urgencia N° 016-2009.

#### Artículo 3°. Procedimiento de transferencia a COFIDE

3.1 El Ministerio de Economía y Finanzas queda autorizado para que, mediante Decreto Supremo, incorpore en su presupuesto institucional, la totalidad o parte de los recursos a que hace referencia el artículo 1°, con cargo al financiamiento dispuesto en el artículo 2°, para su posterior transferencia a la Corporación Financiera de Desarrollo S.A. - COFIDE. Para tal efecto, queda exonerado de lo dispuesto en el artículo 73° de la Ley N° 28411 - Ley General del Sistema Nacional de Presupuesto.

3.2 Dichas transferencias se efectuarán de acuerdo a los requerimientos de la Corporación Financiera de Desarrollo S.A.-COFIDE.

#### Artículo 4°.- Normas complementarias

El Ministerio de Economía y Finanzas podrá dictar las disposiciones complementarias o reglamentarias que se requieran para la mejor aplicación de la presente norma.

#### Artículo 5.- Refrendo

El presente Decreto de Urgencia será refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros y por el Ministro de Economía y Finanzas.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los doce días del mes de febrero del año dos mil nueve

ALAN GARCÍA PÉREZ  
Presidente Constitucional de la República

YEHUDE SIMON MUNARO  
Presidente del Consejo de Ministros

LUIS CARRANZA UGARTE  
Ministro de Economía y Finanzas

312749-1

#### DECRETO DE URGENCIA N° 019-2009

#### AUTORIZAN TRANSFERENCIAS DE PARTIDAS A FAVOR DEL MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN Y DICTAN MEDIDAS PARA LOS ORGANOS OPERADORES DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACION, ACREDITACION Y CERTIFICACION DE LA CALIDAD EDUCATIVA - SINEACE

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, mediante el artículo 3° de la Ley N° 29271, Ley que Establece que el Ministerio de la Producción