

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



**EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CON
VIGA BENKELMAN – MÉTODO EMPIRICO
CARRETERA CAÑETE - CHUPACA
ESPECIFICACIONES Y COSTOS DE MANTENIMIENTO**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

CRISTHIAN JAIR ANCAJIMA MARQUEZ

Lima- Perú

2011

INDICE

RESUMEN

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

SIMBOLOS Y SIGLAS

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1	ANTECEDENTES	1
1.2	UBICACIÓN DE LA CARRETERA	2
1.3	CARACTERISITICAS DE LA CARRETERA	3
1.4	TRAMO EN ESTUDIO	9
1.5	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.6	OBJETIVOS	10

CAPITULO II: ESTADO DEL ARTE

2.1	METODOLOGIAS DE ANÁLISIS	11
2.2	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	12

CAPITULO III: MARCO TEORICO

3.1	COSTOS Y PRESUPUESTOS	17
3.2	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO	21
3.3	VIGA BENKELMAN	21
3.4	PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN Y PROCESO DE DATOS	22
3.4.1	Principio de operación de la Viga Benkelman	23
3.5	DEFLECTOMETRÍA MÉTODO EMPIRICO CONREVIAL	24

CAPITULO IV: ESPECIFICACIONES Y COSTOS DE MANTENIMIENTO

4.1	GENERALIDADES	27
4.2	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE CARRETERAS	28
4.2.1	Actividades rutinarias	29
4.2.2	Actividades periódicas	29
4.2.3	Actividades de emergencia	30
4.2.4	Cambio de estándar	30
4.3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	31

4.3.1	Cambio de estándar	31
4.3.2	Conservación rutinaria	52
4.3.3	Conservación periódica	58
4.3.4	Actividad de emergencia	61
4.4	METRADOS	62
4.5	MEMORIA DE COSTOS	63
4.6	RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE OBRA	66
4.7	PRESUPUESTO DE OBRA	66
4.7.1	Presupuesto a manera de propuesta	67
4.7.2	Presupuesto de las bases de licitación	68
4.8	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	69
4.9.	ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES	69
4.10	RELACIÓN DE EQUIPO MÍNIMO	70

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

RESUMEN

La carretera en estudio ha sido sometida a tratamientos superficiales, para ello se han ejecutado trabajos de mantenimiento, contemplando periodos de tiempo. La carretera luego de unos meses presenta deterioro y daños, los cuales se incrementan por las condiciones climáticas y el tráfico, por lo cual el mantenimiento se tiene que adelantar.

El presente informe ha sido desarrollado con la finalidad de hallar las especificaciones y costos de mantenimiento de la carretera Cañete - Chupaca en el tramo comprendido entre los Km. 74+000 al Km.84+000.

Se ha obtenido los costos unitarios y las especificaciones técnicas para una adecuada rehabilitación de la vía y una mejor distribución de los recursos en cuanto a presupuestos.

La evaluación del pavimento, se realizó mediante el método de las deflexiones utilizando la Viga Benkelman, que se usa frecuentemente en la rehabilitación de carreteras en nuestro país, por consiguiente el presente Informe de Suficiencia pretende ser un instrumento de utilidad cuando se aplique este método detallando los criterios a utilizar.

Se hizo los metrados y los análisis de costos para las distintas partidas que comprendían los presupuestos de mantenimiento y del cambio de estándar. Se comparo el presupuesto total con el presupuesto presentado por el consorcio Gestión de Carreteras, responsable del mantenimiento de la carretera.

Con todo ello se ha logrado determinar que el presupuesto hallado difiere en gran medida con lo presupuestado y presentado por el contratista que se le otorgó la adjudicación del mantenimiento de la carretera.

LISTA DE CUADROS

Cuadro Nro. 4.01: Actividades rutinarias	29
Cuadro Nro. 4.02: Actividades periódicas.	30
Cuadro Nro. 4.03: Requerimientos granulométricos para base granular.....	37
Cuadro Nro. 4.04: Requerimiento agregado grueso.....	38
Cuadro Nro. 4.05: Requerimiento agregado fino.....	38
Cuadro Nro. 4.06: Gradaciones agregados pétreos.....	43
Cuadro Nro. 4.07: Absorción admisible por tráfico de vehículos	45
Cuadro Nro. 4.08: Composición de la lechada	45

LISTA DE FIGURAS

Figura Nro. 1.01: Plano de Ubicación de la Zona.....	2
Figura Nro. 2.01: Viga Benkelman.....	12
Figura Nro. 2.02: Equipo Dynaflec.....	13
Figura Nro. 2.03: Equipo Road Rater.....	14
Figura Nro. 2.04: Equipo RDD.....	14
Figura Nro. 2.05: Equipo FWD.....	15
Figura Nro. 2.06: Equipo KUAB - FWD.....	16
Figura Nro.3.01: Equipo Viga Benkelman.....	22
Figura Nro. 3.02: Esquema Principio de Operación de la Viga Benkelman.....	23
Figura Nro. 3.03: Deformada del pavimento y parámetros de comparación.....	24

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

Dadm:	Deflexión Admisible
Dm:	Deflexión Media
Dc:	Deflexión Característica
σ :	Desviación Estándar
E.E:	Eje Equivalente
IMD:	Índice Medio Diario
IGN:	Instituto Geográfico Nacional
m.s.n.m.:	Metros Sobre el Nivel de Mar
MTC:	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
pulg:	Pulgada
PBI:	Producto Bruto Interno
Rc:	Radio Curvatura
ton.:	Tonela de Peso
VB:	Viga Benkelman

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de la red vial del Perú, reviste especial importancia en esta década, debido fundamentalmente a que la mayoría de carreteras asfaltadas con la que cuenta el país, ha llegado a su vida útil y se encuentra en proceso de deterioro acelerado.

El objetivo principal de este informe, es hallar las especificaciones y costos de mantenimiento de la carretera Cañete-Chupaca, específicamente desde el km 74+000 hasta el km 84+000; y comparar los presupuestos con el presentado en el contrato del Consorcio Gestión de Carreteras.

En el primer capítulo se hace mención a la carretera en estudio, las características de la zona, el planteamiento del problema y los objetivos del presente estudio.

Luego en el segundo capítulo se puede encontrar las formas de obtener los presupuestos, las metodologías que existen y la relación que hay con el análisis del pavimento mediante la viga benkelman.

En el tercer capítulo se hace mención a la parte teórica, donde esclarece y da una mejor idea del tema y aclara conceptos para proseguir con el siguiente capítulo.

En el capítulo 4 se pone énfasis en el desarrollo de los costos y presupuestos teniendo los resultados para hacer la comparación y análisis con el presupuesto del consorcio Gestión de Carreteras.

En este último capítulo también se aclara y profundiza más en el tema de los materiales a utilizar y la metodología a seguir para la construcción y/o mantenimiento.

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

La carretera de penetración y enlace entre Cañete – Yauyos – Chupaca (actualmente corredor vial N° 13), fue proyectada y ejecutada por partes durante el gobierno del Sr. Augusto B. Leguía entre la década de 1920 a 1930, mediante la Ley decretada de la Conscripción Vial Territorial del Perú. Durante los últimos años de este gobierno en el avance de los trabajos en el cañón de Uchco, por circunstancias fatales mueren seis obreros y coincidiendo con la caída del gobierno, quedaron paralizados todos los trabajos de la carretera. Por el lado de la costa durante el gobierno del Dr. Manuel Prado Ugarteche, entre los años 1940 y 1944 se avanzan con los trabajos de la carretera desde Cañete, llegando a Yauyos en abril de 1944, siendo inaugurado por el propio Presidente en junio del mismo año. En 1954 el Gobierno Central a través del Ministerio de Fomento continuó con los trabajos para culminar con el tramo faltante entre Yauyos-Tomas, las obras estuvieron a cargo del Ing. Max Atuncar, siendo esto hecho realidad en 1957.

En el año 1998 la Comisión de Promoción de Concesiones Privadas (PROMCEPRI) adjudicó la buena Pro al Consorcio “Asociación Aguas y Estructuras (AYESA) – ALPHA CONSULT S.A.” para realizar el servicio de consultoría a nivel de estudio definitivo para la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Lunahuaná – Huancayo.

En el año 2003, el Proyecto Especial Rehabilitación de Transportes (PERT) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) encargó al consultor Ing. Floriano Palacios León (Contrato de Estudios N° 0412-2003-MTC/20 del 28.11.2003) la formulación del estudio de pre inversión a nivel de perfil para el mejoramiento y rehabilitación de la carretera ruta 22, tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca.

En el marco del programa “Proyecto Perú” que fue creado por Resolución Ministerial N° 223-2007-MTC-02 y modificado por Resolución Ministerial N°408-2007-MTC/02 y que es parte del Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional (PROVIAS NACIONAL), se suscribió el CONTRATO DE SERVICIOS N° 288-2007 MTC/20 de 27 de diciembre del 2007, con el CONSORCIO GESTIÓN DE CARRETERAS por un monto total de

S/. 131'589,139.31 y con un plazo de contrato de cinco años, a fin que éste brinde el Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera: Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Chupaca y Rehabilitación del Tramo: Zúñiga – Dv. Yauyos – Ronchas.

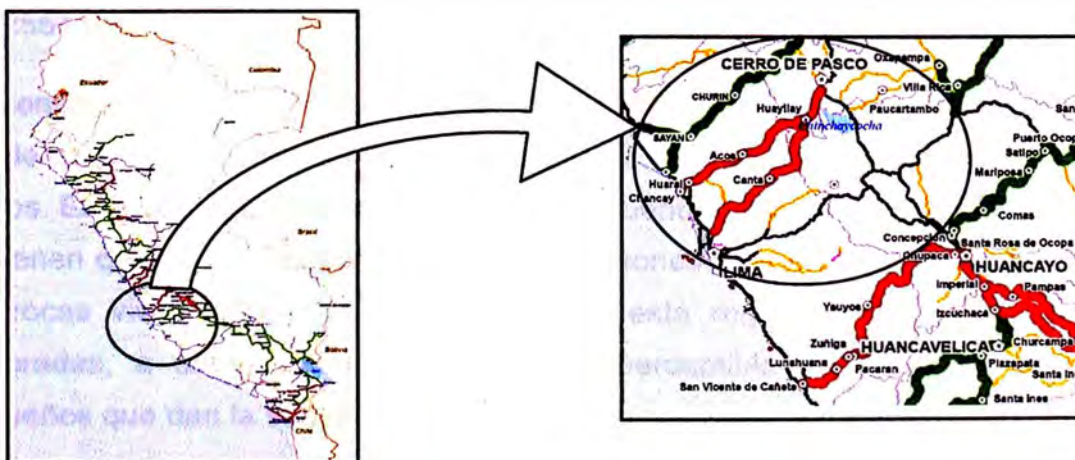
Como parte de los compromisos contraídos por el CONSORCIO GESTIÓN DE CARRETERAS, según los términos de referencia, dentro de la fase pre-operativa se realizó un Inventario Vial Calificado (obtención de un registro de todas las estructuras y obras que conforman la carretera), el cual se ejecutó durante los meses de abril, mayo y junio del 2008.

El MTC a través de PROVIAS NACIONAL suscribió un convenio de cooperación interinstitucional con la Universidad Nacional de Ingeniería el 22 de agosto del 2008 por un periodo de cinco años, con el propósito de implementar un sistema de acompañamiento y monitoreo del contrato de conservación vial por niveles de servicio que se vienen llevando a cabo en el corredor vial N° 13.

1.2 UBICACIÓN

La carretera Cañete – Yauyos – Chupaca forma parte del corredor vial N° 13, perteneciente a la Ruta N° 22 de la Red Vial Nacional. Se encuentra ubicado en la región central del país y su ámbito de desarrollo está entre las provincias de Cañete y Yauyos en el departamento de Lima y las provincias de Concepción y Chupaca en el departamento de Junín.

Figura N° 1.01: Plano de Ubicación de la Zona



Fuente: Oficina General de Planeamiento y Presupuesto-MTC-JULIO 2009

1.3 CARACTERISTICAS DE LA CARRETERA

1.3.1 DESCRIPCION DE LA CARRETERA

El valle de Cañete es estrecho y de forma triangular, siendo más amplia en el límite con la región Chala o Costa y el vértice por el lugar donde ingresa generalmente uno de los afluentes principales del río; en este sector se encuentran terrazas que son empleadas para el cultivo.

Continúa “la quebrada” que se forma a manera de una estrecha garganta cuanto más se aproxima a los contrafuertes andinos. Todas las superficies de los cerros son pétreas, rocallosas, resacas y completamente desprovistas de condiciones naturales para la agricultura, por falta de agua. Esta área corresponde a la región Yunga (500 msnm – 2300 msnm). Las localidades que se encuentran con esta configuración son: Zúñiga (821 msnm) en el km 56+600, Catahuasi (1206 msnm) en el km 77+000, Capillucas (1581 msnm) en el km 94+640, Calachota (1740 msnm) en el km 105+040, y Dv. Yauyos o Magdalena (2289 msnm) en el km 127+000).

Continúa la vía por la región Quechua (2300 msnm – 3500 msnm), donde por lo general luego de una estrecha garganta o pongo, se abre una nueva quebrada cuyos fondos planos son relativamente estrechos y son inmediatamente continuados por las faldas de los cerros de suave declive, interrumpidas por lomas. Localidades ubicadas en esta región son: Tinco Huantan (2640 msnm) en el km 140+360, Llapay (2950 msnm) en el km 154+300, y Alis (3261 msnm) en el km 163+100. Al otro lado de la cordillera se ubica Ronchas (3358 msnm) en el km 255+185.

Se continúa ascendiendo llegando a la región Suni (3500 msnm a 4000 msnm), donde el escenario cambia a bruscas ascensiones de acantilados, peñoleras y cerros. En este sector normalmente no se encuentran valles, mas por el contrario se tienen quebradas estrechas que abren cañones muy profundos, erosionando las rocas vivas, de modo que al recorrer esta región por el fondo de las quebradas, a orillas del río, el horizonte perceptible se cierra en circuitos pequeños que dan la sensación de un lugar amurallado.

La localidad llamada Tomas (km 171+090) está ubicada en esta región. Se encuentra a 3566 msnm. Al otro lado de la cordillera se ubican: San José de

Quero (3908 msnm) en el km 229+300, Chaquicocha (3650 msnm) en el km 239+600, y Collpa (3508 msnm) en el km 246+200.

La carretera atraviesa también la región Puna, que comprende alturas entre los 4000 msnm y 4800 msnm. Esta región aparece a ambos lados del declive andino, separando cumbres nevadas entre si, reuniendo las cumbres, de menos de 4800 metros para formar nudos y mesetas, y hendiendo las cordilleras para dar paso a las otras. Se considera a la Puna como una gran llanura elevada o altiplano; sin embargo esta región ofrece muy variados relieves en relación con su ubicación. En esa región ubicamos localidades o lugares como: Tinco Yauricocha (4040 msnm) en el km 181+680, Abra Chauca (4751 msnm) en el km 193+510, Abra Negro Bueno (4666 msnm) en el km 211+320.

1.3.2 CLIMA

a) Temperatura

El área comprometida en el proyecto se ubica en diferentes regiones, según la clasificación del Dr. Javier Pulgar Vidal (expuesta en su tesis "Geografía del Perú").

A continuación se señalan las temperaturas típicas que se dan en estas regiones:

Yunga Marítima: Esta región se caracteriza por ser de sol dominante durante casi todo el año. La temperatura fluctúa entre 20 y 27°C durante el día; las noches son frescas, a causa de los vientos que bajan de las regiones más altas.

Quechua: El clima es templado con notable diferencia entre el día y la noche, el sol y la sombra. La temperatura media anual fluctúa entre 11°C y 16°C; las máximas entre 22°C y 29°C; las mínimas entre 7°C y -4°C.

Suni: El clima es frío debido a la elevación y a los vientos locales. La temperatura media anual fluctúa entre 7°C y 10°C, máximas superiores a 20°C y mínimas invernales de -1°C a -16°C. El aire es transparente y las nubes se presentan en grandes cúmulos aborregados, simulando nítidas y caprichosas esculturas, muy blancas y brillantes.

Puna: La temperatura media anual es superior a 0°C e inferior a 7°C. La máxima entre setiembre y abril, es superior a 15°C llegando hasta 22°C. Las mínimas absolutas, entre mayo y agosto oscilan entre -9°C y -25°C.

b) Precipitación

En el tramo existen tres zonas bien diferenciadas en cuanto a niveles de precipitación:

La primera corresponde al tramo comprendido entre Cañete (71 msnm) y Catahuasi (1206 msnm). Donde las precipitaciones promedio anuales son escasas variando de 10mm en Cañete a 29mm en Catahuasi.

Un segundo tramo correspondiente a la cuenca alta del río Cañete; de la cota de 3500 msnm hasta el nivel de cumbre superiores a los 4500 msnm donde la precipitación se incrementa considerablemente como lo indican las estaciones de Carania 551 mm (3825 msnm – Yauyos) y Yauricocha (4522 msnm – Alis) 944.1 mm.

En cuanto se refiere a la variación de la precipitación promedio mensual, es conocido que en toda la zona altoandina existe una marcada estacionalidad. A partir de septiembre se inician las primeras lluvias incrementándose paulatinamente hasta el mes de marzo o abril. En el periodo entre enero y marzo se concentra el mayor volumen de precipitación. Entre los meses de abril y agosto son escasas las lluvias.

1.3.3 GEOMORFOLOGIA

El relieve en el tramo carretero puede subdividirse en tres zonas bioclimáticas que presentan patrones geomorfológicos más o menos definidos: zona alto andina, zona meso andina y la zona del matorral desértico.

Zona Alto Andina (cuenca alta)

Comprende relieves de topografía agreste, de vertientes de altura relativa superior a 500 metros (entre la cima y base de las elevaciones) y pendiente generalmente superior a 50%. Las laderas presentan considerables superficies en las que predominan las exposiciones del substrato rocoso, que se alternan con taludes coluviales periglaciares y depósitos morrénicos solifluidos.

Zona Meso Andina (cuenca media)

Está constituida por un conjunto de vertientes montañosas, de topografía predominantemente agreste, que se encuentra a altitudes comprendidas aproximadamente entre 2400 y 3800 msnm. Aquí las glaciaciones cuaternarias no han ejercido acciones morfológicas directas, y el clima holocénico o actual es relativamente templado y húmedo, es decir, que sus temperaturas y precipitaciones permiten desde hace siglos el desarrollo de la tradicional agricultura andina de las vertientes.

En este conjunto se destaca la presencia de áreas encañonadas, de grandes vertientes y paredes rocosas, que con frecuencia superan los mil metros de desnivel entre la cima y base de las elevaciones. A este respecto cabe mencionar el impresionante cañón de paredes rocosas calcáreas ubicado sobre el río Alis, cinco kilómetros aguas abajo del distrito de Tomás.

Zona del Matorral desértico (cuenca baja)

Los sectores más llanos corresponden a la llanura aluvial reciente del río Cañete, donde las acumulaciones aluviales modernas han cubierto prácticamente todas las irregularidades topográficas salvo algunas lomadas y colinas que aparecen sobre el llano a modo de "montes relictos". En forma más localizada, algunos sectores de llanura interior, alejados del curso fluvial, tienen también muy poca pendiente, debido en parte a la actividad eólica y aluvial de los últimos milenios que contribuyó a rellenar las depresiones regularizando las superficies.

Pero de manera dominante, las llanuras interiores tienen numerosos accidentes topográficos, como disecciones, ondulaciones, exposiciones del substrato rocoso y dunas, que se deben a las acciones eólicas y eventuales lluvias en los últimos miles de años.

Los relieves de colinas y montañas que enmarcan las llanuras costeras, son el resultado de la orogenia y elevación plio pleistocénica de los Andes, a consecuencia de la cual, se encajonaron los cursos de agua dando lugar a la configuración de la configuración montañosa actual de la cordillera andina, especialmente en la sierra y selva alta.

1.3.4 GEOLOGÍA

De acuerdo a la información obtenida del ONERN1 se puede indicar que la composición frecuentemente observada son las rocas ígneas intrusivas las que constituyen el batolito andino de la Costa que aflora desde la localidad de Trujillo en el Norte de forma ininterrumpida, hasta las cercanías de la quebrada de Pescadores, Arequipa, en el sur del país.

En la cuenca alta del río Cañete se observan además capas de lutitas carbonosas con areniscas de grano fino, estratos de calizas margosas, sill tipo basáltico, calizas masivas dispuestas en bancos potentes, calizas silíceas en gruesos estratos, así como pseudo brechas calcáreas. Este conjunto pétreo es de gran importancia, ya que en las calizas de este grupo está localizada la mejor mineralización de la zona, como la evidencian las minas existentes en la cuenca alta.

1.3.5 FLORA

La determinación de la flora en el tramo de la carretera, se basó en observaciones de campo, información proporcionada por los pobladores locales, trabajo de gabinete y revisión de otros estudios realizados en la zona. Como resultado se obtuvo la siguiente información:

Vegetación en ambientes terrestres se tienen 12 especies identificadas en la zona de vida estepa-Montano Tropical; 16 especies en bosque húmedo-montano tropical; 9 especies en páramo muy húmedo – Subalpino Tropical; y algunas especies hemocriptofíticas entremezcladas con algunas gramíneas del género *Stipa* en Tundra pluvial-Alpino Tropical.

1.3.6 FAUNA

En cuanto a especies de aves ligadas a ambientes acuáticos, se registran 26 especies y 46 especies de aves ligadas a ambientes terrestres, lo cual indica la importancia de estos ecosistemas como zona de tránsito y hábitat para las aves. También se refiere un número de 17 especies de mamíferos identificados en el área de estudio.

Las aves ligadas a los ambientes acuáticos son relativamente numerosas. En general estas especies tienen una densidad bastante baja, la más abundantes

son los patos, el zambullidor y las garzas. Las aves ligadas a ambientes terrestres están representadas por la gran cantidad de especies típicas de la sierra peruana como: picaflores (*Agleactis cupripennis*, *Myrtis Fanny*, *patagona gigas*, *Phalcobaenus albogularis*, *Polyonymus caroli*), Cotinga (*Ampelio rubrocristatu*), cotorra (*aratinga wagleri*), lechuza (*athene culicularia*), perico andino (*bolborhynchus obbygnesius*), búho (*búho virginianus*), gorrión cordillerano (*zonotrichia capensis*) y aguilucho común (*buteo polyosoma*) entre otros.

1.3.7 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES DE FUNDACIÓN

La descripción de los materiales fueron obtenidas de los ensayos y análisis hecho por el contratista y adecuado a este informe.

Km 57+000 – km 63+650. Se tiene una capa superior de 30 cm de espesor como mínimo, que corresponde a antiguos trabajos de mantenimiento del afirmado, se trata de una arenas y gravas limosas que clasifica en el Sistema SUCS como SC-SM y GC-GM, mientras que en el sistema AASHTO como A-1-b(0) y A-1-a(0); la forma de los agregados gruesos es subangular, su matriz de color marrón claro es de escasa plasticidad; tiene bolonería comprendido entre 3% y 10% con tamaño máximo de 7"

Bajo él se encuentra un material areno-limoso, cuya clasificación SUCS es SC y AASHTO es A-2-4(0), siendo los agregados gruesos también de forma subangular; este estrato también contiene bolonerías entre 2% y 8% cuyo tamaño máximo es de 6"

En la subrasante se han encontrado bolonerías, sin embargo a partir del km 67+700, se encuentran aproximadamente a partir de los 0,40 m (en promedio) mayor concentración de ellos, entre 40% y 50% y en tamaños variables entre 4" a 8". Desde el km 63+650 al km 66+600, la plataforma vial también se encuentra rodeada por áreas de cultivo. A partir del km 66+600 el panorama es desértico y transcurre a media ladera por la quebrada, observándose en los taludes sectores con material aluvional, terrazas de depósitos fluviales y cortas en rocas macizas.

Km 88+600-km 91+500 La subrasante es un arena arcillosa cuya plasticidad promedio es de IP = 12%. Su clasificación de suelos en el sistema SUCS es SC. Mientras que en el sistema AASHTO es A-6(2). También en este estrato a partir

de los 0,40m se ha encontrado bolonería entre 40% y 50% cuyo tamaño máximo es de 7". La capacidad de soporte de este suelo expresado en CBR es de 7% al 95% de la Máxima Densidad Seca del material.

De acuerdo a los resultados del estudio de suelos se ha sectorizado la carretera en función a su capacidad de soporte. Según esto se debe indicar que se han ubicado suelos gravosos y arenosos con matriz arcillosa de mediana plasticidad.

1.4 TRAMO EN ESTUDIO

El tramo en estudio está comprendido entre el Km 74+000 al Km. 84+000, entre las localidades de Zuñiga y Dv. Yauyos.

Sector de carretera donde, en su gran mayoría el material de la plataforma vial clasifica en el sistema SUCS como SC-SM y en el sistema AASHTO es variable entre A-1-b(0) y A-2-4(0). Los agregados gruesos de este material arenoso son de forma subangular, mientras que la matriz tiene plasticidad comprendida entre escasa a moderada (como máximo I.P. = 6%).

En la subrasante se han encontrado bolonerías, sin embargo a partir del km 74+700, se encuentran aproximadamente a partir de los 0,40 m (en promedio) mayor concentración de ellos, entre 40% y 50% y en tamaños variables entre 4" a 8". Desde el km 74+650 al km 76+600, la plataforma vial también se encuentra rodeada por áreas de cultivo.

A partir del km 76+600 el panorama es desértico y transcurre a media ladera por la quebrada, observándose en los taludes sectores con material aluvional, terrazas de depósitos fluviales y cortas en rocas macizas.

1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con el fin de incrementar la serviciabilidad de la vía, la carretera en estudio ha sido sometida a tratamientos superficiales (Slurry Seal, monocapa); de acuerdo al criterio del ejecutor, los trabajos de mantenimiento periódico se realizarán cada 2 años, contemplando siempre en este periodo el mantenimiento rutinario. Sin embargo, luego de visitar la carretera a los pocos meses de la construcción se puede ver que la vía tratada presenta deterioro y daños, los cuales se vienen incrementando por las condiciones climáticas y el tráfico, lo que significa que se adelantará el mantenimiento periódico.

En ambos casos los costos de mantenimiento (rutinario y periódico) con la tecnología utilizada para un periodo dado son diferentes de los previstos, debido a que existe una variación de los recursos estimados inicialmente, originados por no tener un adecuado análisis del periodo de vida útil del tratamiento y sus respectivos periodos de mantenimiento, lo cual debe definirse de manera más precisa.

1.6 OBJETIVOS

Objetivo General

Elaborar las especificaciones y costos de mantenimiento del tramo en estudio, usando para ello los resultados obtenidos con el modelo de deterioro, generado con las deflexiones de campo usando la Viga Benkelman.

Objetivos Específicos

- a) Reconocer los resultados del modelo de deterioro de pavimentos básicos
- b) Proponer Especificaciones Técnicas para la conservación de pavimentos por niveles de servicio.
- c) Obtener los costos unitarios de las diferentes partidas para el mantenimiento de la carretera y su respectivo presupuesto.

CAPITULO II: ESTADO DEL ARTE

2.1 METODOLOGIAS DE ANÁLISIS

La elaboración de un presupuesto para el mantenimiento de una carretera por niveles de servicio es un tema que encierra una suma de herramientas para llegar a la mejor propuesta y que el mantenimiento sea viable desde el punto de vista económico comparando el costo/beneficio con el tiempo de servicio de la vía.

Este conjunto de herramientas debe proporcionar las diferentes directrices para desarrollar y controlar un presupuesto También ayudará con la elaboración de un presupuesto global para una organización y para un proyecto específico.

La elaboración de un presupuesto es una tarea difícil y responsable, para conseguir lo que se había planificado. El responsable de la elaboración del presupuesto debe:

- Comprender los valores, estrategia y planes de la organización o proyecto.
- Comprender el significado de rentabilidad y costo/eficiencia.
- Comprender las implicaciones de generar y recaudar fondos.

Los planes operacionales:

Los también conocidos planes de acción o planes empresariales constituyen los planes para el trabajo real.

En un ciclo normal de planificación, la organización o proyecto empezará con un proceso de planificación estratégica, donde se estudia el problema que necesita tratarse y el papel específico de tu organización o proyecto para abordarlo. Entonces, esto se relaciona con las actividades reales que se tiene que emprender para lograr el impacto planificado.

De este modo se constituye el plan operacional, que más tarde ha de ser presupuestado. No se puede preparar un presupuesto hasta que sepas lo que estás planificando, pues tan sólo se incurrirá en gastos operacionales cuando se haga el trabajo real. También se conocen como costos directos.

2.2 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Son aquellos que se realizan, sin la necesidad de realizar calicatas o perforaciones en la vía, mediante el uso de equipos especializados en medir deformaciones del terreno a través de las aplicaciones de cargas estáticas y/o dinámicas.

Mediante la utilización de estos métodos se pueden obtener resultados del pavimento o carretera y así poder presupuestar los distintos tipos de mantenimiento y/o reparaciones que pueda haber en la vía.

2.2.1 Viga Benkelman

Es un instrumento manual que consta de 02 brazos, uno que va en contacto con el terreno y el otro que sirve de pivote donde se realizan las mediciones producidas por una carga estática normalizada.

Figura 2.01: Equipo Viga Benkelman



Fuente: Tesis de Maestría, Modelación Geotécnica de Pavimento Flexible con Fines de Análisis y Diseño en el Perú, Ing. Wilfredo Gutiérrez, 2007)

Mediante la utilización del equipo de Viga Benkelman se analizó el tramo en estudio y se tomó las deflexiones del pavimento con lo cual se determina si el pavimento necesita algún mantenimiento y en qué tiempo o periodo se debe hacer dicho mantenimiento.

Para mantener la carretera operativa y en niveles de servicio adecuados se deberá hacerle un mantenimiento rutinario y periódico para lo cual se harán los presupuestos correspondientes incluyendo otros presupuestos que se verán en el Capítulo IV.

2.2.2 Dynaflec

Es un sistema acoplado, montado y puede ser remolcado por un vehículo estándar. Cuenta con un peso estático de 2000 a 2100 libras (8.9 KN a 9.3 KN) el cual se aplica al pavimento con un par de ruedas de acero rígidas. Un generador dinámico se utiliza para producir una fuerza de hasta 4.45 KN.

Figura 2.02: Equipo Dynaflec



Fuente: http://training.ce.washington.edu/WSDOT/Modules/09_pavement_evaluation/09-5_body.htm, 2009)

2.2.3 Road Rater

Existen varios modelos, los cuales varían fundamentalmente en la magnitud de las cargas estáticas y dinámicas; emplea cuatro sensores para medir la deflexión base. El dispositivo se traslada al lugar de la prueba, donde se coloca la placa de carga y los sensores de deflexión los cuales se colocan sobre el pavimento;

una vez finalizada la prueba, la placa y los sensores se levantan del pavimento y el dispositivo está listo para ser trasladado al siguiente punto de prueba.

Figura 2.03: Equipo Road Rater

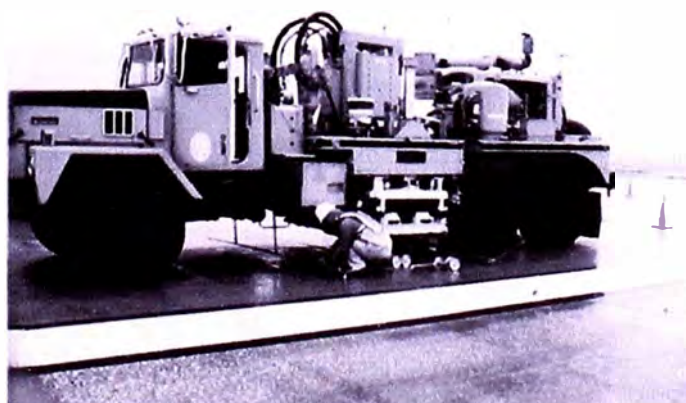


Fuente: http://training.ce.washington.edu/WSDOT/Modules/09_pavement_evaluation/09-5_body.htm, 2009)

2.2.4 RDD

El deflectómetro dinámico de balanceo (RDD) es una herramienta para determinar las condiciones del pavimento. Su principal característica es que trabaja con perfiles continuos de deflexiones.

Figura 2.04: Equipo RDD



Fuente: PROJECT SUMMARY REPORT 1422-3F, DEVELOPMENT OF A ROLLING DYNAMIC DEFLECTOMETER FOR CONTINUOUS DEFLECTION TESTING OF PAVEMENTS, Mayo 1998.

2.2.5 FWD (Falling- Weight deflectometer)

El falling- weight deflectometer, empleado frecuentemente en Estados Unidos, es el sistema Dynatest modelo 8000. La fuerza de impulso es creada soltando un peso sobre una placa que va apoyada en el pavimento. Este instrumento permite medir las deflexiones del pavimento producidas por una carga senosoidal que impacta sobre una placa de carga, esta ultima posee 07 transductores de medida.

Figura 2.05: Equipo Falling Weigth Deflectometer



Fuente: http://training.ce.washington.edu/WSDOT/Modules/09_pavement_evaluation/09-5_body.htm, 2009

2.2.6 KUAB - FWD

La fuerza de impulse es producida por dos pesos soltados de diferentes alturas. El sistema de pesos se emplea para generar una subida gradual de un pulso de fuerza sobre el pavimento, para detectar rigidez adecuada de la subrasante, a partir de los desplazamientos verticales de la misma.

Figura 2.06: Equipo Kuab



Fuente:http://training.ce.washington.edu/WSDOT/Modules/09_pavement_evaluation/09-5_body.htm, 2009)

CAPITULO III: MARCO TEÓRICO

3.1 COSTOS Y PRESUPUESTOS

3.1.1 Costos y presupuestos en carreteras

La elaboración de los análisis de Costos, es muy importante ya que mediante los conocimientos necesarios se elaborará el Presupuesto Base de Obra, empleando criterios técnicos para la realización del “Mantenimiento de Carreteras de Bajo Volumen de Transito”.

El concepto de Conservación y Mantenimiento de Carreteras no es un tema nuevo, como tampoco lo son los tratamientos que se emplean para restaurar pavimentos.

Se ha comprobado que la vida útil de los pavimentos se puede prolongar a menor costo cuando se implementa un sistema de conservación y mantenimiento a intervalos estratégicamente planeados.

3.1.2 Actividades a desarrollar

Se desarrollará los conceptos principales del estudio de costos, que son:

1) Metrados

Es el conjunto ordenado de datos que se obtienen mediante lecturas acotadas a determinada escala, esto se realiza con el objeto de calcular la cantidad de obra a realizar que multiplicado por el respectivo precio unitario y sumados en su totalidad se obtiene el costo directo.

2) Costos directos

El costo directo es la sumatoria de la mano de obra (incluyendo leyes sociales), equipos, herramientas y todos los materiales que se requieren para la ejecución de la obra. Los costos directos que se analizarán para cada una de las partidas conformantes pueden tener diversos grados de aproximación de acuerdo al interés que se proponga. De acuerdo a la magnitud de la obra, los metrados variarán y los costos unitarios se calcularán mediante un análisis bien detallado el cual se mostrará con la aplicación de un programa de costos en el que se considerará las características de la obra específicamente el lugar o zona a

desarrollarse la ejecución del proyecto. Los costos unitarios se representa por la siguiente fórmula matemática:

$$C.U = Mo + Eq + Mat + Herr$$

Donde:

Mo = Mano de obra

Eq = Equipo

Mat = Materiales

Herr= Herramientas

Mano de Obra

El costo de la mano de obra está determinado por categorías como: capataz, operario, oficial y peón. Para la ejecución de las partidas se considerará los precios vigentes del costo de la mano de obra en el territorio nacional. El costo de la mano de obra es la sumatoria de los rubros que están sujetos a las disposiciones legales vigentes.

Categoría de los trabajadores

a) Operario

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

b) Oficial o ayudante

Los trabajadores que desempeñan las mismas ocupaciones, pero que laboran como ayudantes del operario que tenga a su cargo la responsabilidad de la tarea y que no hubieran alcanzado plena calificación en la especialidad.

c) Peón

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

d) Capataz

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

Equipo mecánico

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

Herramientas

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

3) Costos indirectos

Gastos generales y utilidades

Los gastos generales son aquellos que intervienen en el presupuesto como costos indirectos, fijos y variables y son los gastos que se realizan para la obra presupuestada; son los gastos que se realizan en la obra y no participan directamente en ninguna partida.

La utilidad de la obra es aquella que deja los dividendos para la empresa, es el porcentaje que cobra la contratista adjudicada por la ejecución y gestión de la obra, este monto es libre de impuestos.

Los costos indirectos que conformarán el presupuesto de obra, serán analizados de acuerdo a las necesidades de la misma y que resultaran ser:

a) Costos indirectos fijos, integrados por los siguientes cargos:

-Campamento de obra, seguros, liquidación de obra, impuestos y gastos diversos.

b) Gastos indirectos variables, que corresponden a:

-Costos de la dirección técnica y administrativa de la obra, conformada por los sueldos y remuneraciones del personal profesional técnico, administrativo y auxiliar a utilizar en la ejecución de la obra. Estos costos incluirán los cargos por beneficios sociales.

-Gastos de movilización y desmovilización del personal.

-Gastos administrativos de la oficina central y costos del personal del contratista que interviene directamente en la obra y que no ha sido cargado ni en los precios unitarios ni en los gastos fijos. Los sueldos y remuneraciones serán igualmente afectados de los beneficios sociales.

-Costos de equipo no incluido en los costos directos, tales como camionetas, grupo electrógeno para el campamento, equipos de laboratorio, de comunicación cómputo, topografía, etc.

-Gastos financieros y seguros conformados por los costos de las cartas de fianza que debe entregar el contratista.

4) Procedimiento para elaborar el presupuesto

Conocidos los metrados, los análisis de costos unitarios de cada partida que requiere el proyecto y agregando los gastos generales, utilidad e impuestos (I.G.V.) se formula el presupuesto total de la obra.

Obteniendo el siguiente esquema:

ESQUEMA DEL PRESUPUESTO

Título:		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
Partidas:			
*
*
*
*
Costo directo:		
Gastos generales:		
Utilidad:		
Sub Total:		
IGV (19%):		
Total:		

3.2 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

3.2.1 DESCRIPCIÓN

La evaluación estructural tiene por objetivo estudiar la capacidad del pavimento para “soportar” las cargas de tráfico actuantes durante su vida útil.

La evaluación estructural de pavimentos consiste básicamente, en la determinación de la capacidad portante del sistema de pavimento-subrasante en una estructura vial existente, en cualquier momento de su vida de servicio, para establecer y cuantificar las necesidades de rehabilitación cuando el pavimento se acerca a su fin de su vida útil, o cuando va a cambiar su función.

3.2.2 EVALUACIÓN CON ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

La alternativa presentada en este estudio es mediante prospecciones geotécnicas con ensayos “no destructivos” y se basa en la interpretación de las deflexiones en la superficie de un pavimento. Las deflexiones de la superficie de un pavimento reflejan una respuesta global del sistema pavimento-subrasante bajo una carga dada.

Análisis estadístico de las deflexiones del tramo en evaluación.

Determinar los periodos críticos que originan los mayores deterioros del pavimento, basándose en la variación estacional de las deflexiones. En los métodos empíricos las deflexiones convenientemente procesadas se relacionan con los valores admisibles.

3.3 VIGA BENKELMAN

3.3.1 CONCEPTO DE LA VIGA BENKELMAN

Se entiende por deflexión a la deformación elástica que sufre un pavimento flexible bajo la acción de una carga rodante estándar. Mediante ella es posible evaluar el debilitamiento progresivo de la estructura debido a las solicitaciones del tránsito que lo utiliza. Las deflexiones de un pavimento flexible bajo una carga estática puede ser determinada por la “Viga Benkelman”, llamado así en honor al Ing. A.C Benkelman, quien desarrollo dicho instrumento en 1955, como parte del programa de ensayos viales de la AASTHO.

3.3.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA VIGA BENKELMAN

Ventajas:

En tramos en construcción el disponer de una Viga Benkelman es siempre útil, para evaluar que influencia pueden tener determinados factores constructivos en la capacidad estructural de la obra ejecutada. En tramos cortos o en zonas localizadas en las que se produzcan anomalías, el ensayar con la viga Benkelman puede ser más eficaz y rápido que disponer de un equipo de mayor rendimiento.

Desventajas:

En carreteras con gran intensidad de tráfico los ensayos producen problemas de circulación y peligro de accidentes incluso para los operarios. Al ser una viga metálica puede sufrir dilataciones o acortamientos por efecto de la temperatura que afecta a la medida especialmente en días fríos o calurosos.

3.4 PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN Y PROCESO DE DATOS

La viga modificada consta de dos palancas de un mismo bastidor. Se trata de dos vigas desplazadas 0.25 m. Una de otra, de manera que cuando la punta de prueba de la viga 1 o principal, se sitúa entre las llantas de la rueda dual, la correspondencia a la rueda 2 queda ubicada a 0.25 m de aquella. La viga utiliza dos diales con una precisión de 0.01mm para medir las deflexiones en campo.

Figura N°3.01: Equipo Viga Benkelman



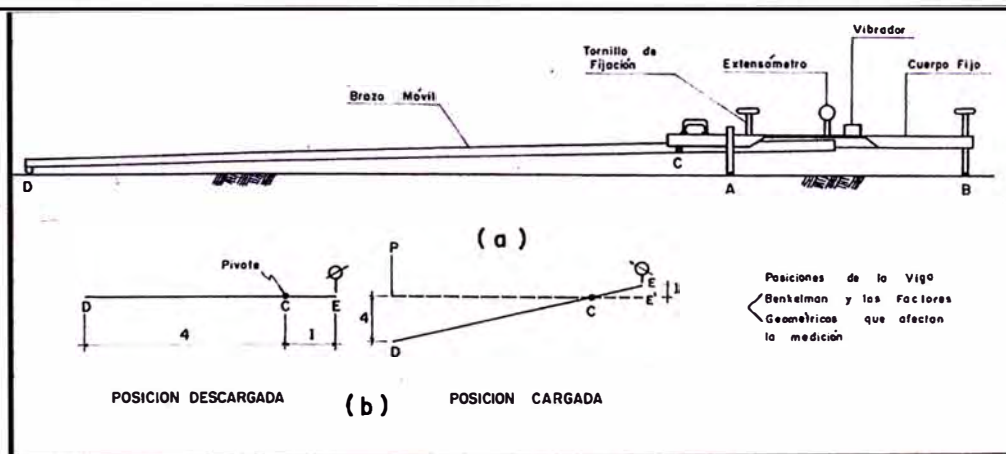
Fuente: Propia

3.4.1 Principio de operación de la Viga Benkelman

Como se puede ver en la figura 3.02 “Esquema y principio de operación de la Viga Benkelman”, la viga consta de dos partes: (1) un cuerpo de sostén que se sitúa directamente sobre el terreno mediante 3 apoyos (dos delanteros fijos “A” y uno posterior regulable “B”) y (2) un brazo móvil acoplado al cuerpo fijo mediante una articulación de giro en pivote “C”, uno de cuyos extremos apoya sobre el terreno (Punto D), y el otro se encuentra en contacto sensible con el vástago de un extensómetro de movimiento vertical (Punto E).

El peso aplicado produce una deformación del pavimento, consecuencia de lo cual la punta baja a una cierta cantidad, con respecto al cuerpo AB, determinando que el extremo “E” produzca un movimiento vertical en el vástago del extensómetro apoyado en el, generando así una lectura en el dial indicador. Si se retiran luego las llantas cargadas, el punto D se recupera en lo que la deformación elástica se refiere y por el mismo mecanismo anterior se genera otra lectura en el dial extensómetro (durante el movimiento del camión cargado se puede tomar más de un dato en el dial indicador). Lo que se hace después son los cálculos tomados del dial indicador. Así con las dos o más lecturas obtenidas es posible determinar cuánto se deflectó el pavimento en el lugar subyacente al punto D de la viga, durante el procedimiento descrito. Es de anotar que en realidad lo que se mide es la recuperación de punto D al remover la carga (rebote elástico) y no la deformación al colocar esta. Para calcular la deflexión deberá considerarse la geometría de la viga, toda vez que los valores dados por el extensómetro (EE’) no están en escala real si no que depende de la relación de brazos existentes.

FIGURA N°3.02.: ESQUEMA PRINCIPIO DE OPERACIÓN DE LA VIGA BENKELMAN.



Fuente: <http://www.camineros.com/docs/cam039.pdf>

3.5 DEFLECTOMETRIA METODO EMPIRICO CONREVIAl

Se tiene que tomar en cuenta las recomendaciones de cálculo y corrección establecidos por el método de CONREVIAl, para el empleo de la Viga Benkelman doble. Entre las recomendaciones más importantes se resumen lo siguiente.

-La deflexión total (dt) correspondiente a la flecha hacia abajo de la deformación producida por la carga.

-La deflexión recuperada o elástica (dr) correspondiente a la flecha hacia arriba de la recuperación de la superficie que se produce al retirar la carga.

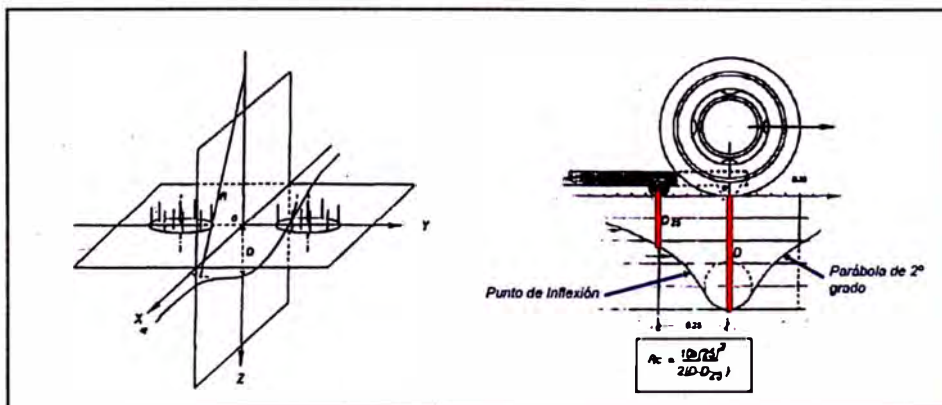
-La deflexión permanente o residual (dp) correspondiente a la diferencia entre la superficie antes de aplicar la carga y después de retirarla.

Se observa que: $dr = dt + dp$

Medición de Deflexiones con la Viga Benkelman

Los trabajos de evaluar estructuralmente los pavimentos, están referidos a determinar las características mecánicas de las diferentes capas que conforman la estructura del pavimento y su comportamiento integral con respecto a los suelos de cimentación o sub rasante. Se diferencian dos tipos de ensayos, los no destructivos (END) y los destructivos (ED). La Viga de brazo doble y su método empírico, genera una deformada del tipo parábola.

FIGURA N°3.03: DEFORMADA DEL PAVIMENTO Y PARÁMETROS DE COMPARACIÓN



Fuente: Tesis para optar el Grado de Magister en Ciencias Ing. Wilfredo Gutiérrez

Corrección por temperatura

La temperatura medida, Se ajusta para una temperatura estándar de 20 C, para la cual se usa la formula siguiente.

$$D_{20C} = D_t / (10 e (t-20) + 1)$$

Donde:

D_t = Deflexiones recuperable en centésimo de mm. medida a la temperatura "t".

D_{20C} = Deflexión recuperable a la temperatura estándar (20C).

e = Espesor de la subrasante en cm medio a un borde de la vía.

Luego, se calcula el radio de curvatura con la formula siguiente

$$R = 6250 / 2 (D_o - D_{25})$$

Donde:

R = Radio de curvatura en metros.

D_o = Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga en centésimas de mm para la temperatura estándar de 20C.

D_{25} = Deflexión recuperable a 25 cm del eje de la carga en centésimas de mm para la temperatura estándar de 20C.

Corrección por estacionalidad

La capacidad de deformación de los suelos está influenciada por el grado de saturación que experimentan, por lo tanto, es deseable que la medición de deflexiones se realice durante la estación de lluvias, durante la cual los suelos se encuentran en la situación más crítica. De no ser así, se debe efectuar la corrección de las medidas a fin de tomar en cuenta dicho aspecto.

Cálculo del radio de curvatura

El grado de curvatura de la línea elástica de Deflexión es una característica de fundamental importancia, que determina la magnitud de la deformación lineal por tracción que sufren las capas elásticas al flexionar bajo las cargas, y en consecuencia, en el desarrollo del fisuramiento en forma de piel de cocodrilo.

Se considera que la línea de deflexión se aproxima a una parábola hasta una distancia algo mayor de 25 cm. del eje de carga.

$$R = 10 \cdot (25^2) = 6250$$

$$2(D_o - D_{25})^2$$

Donde:

R = Radio de Curvatura en metros

D_o = Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en centésimas de milímetros

D₂₅ = Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en centésimas de milímetros, a 25 cm. del eje de carga

10 = Coeficiente por cambio de unidades

Siguiendo la metodología de CONREVIAl se determinó los valores de deflexiones corregidos por temperatura y estacionalidad.

Análisis estadístico de las deflexiones

El Deflectograma constituye un elemento fundamental para el análisis de la variabilidad de la capacidad estructural. En este sentido cabe destacar que el principal objetivo de la medición de deflexiones radica en poder diferenciar secciones de distinta capacidad estructural en un mismo tramo.

Deflexión característica

La deflexión característica para una carretera según CONREVIAl es función inversa al número de ejes equivalentes acumulados durante la vida útil del proyecto.

Deflexión admisible

La Deflexión Admisible (D_a) que garantice un comportamiento satisfactorio del pavimento, es función del número de repeticiones acumuladas de las cargas que produce el tráfico durante el período de diseño del pavimento

La deflexión característica para una carretera según CONREVIAl es función inversa al número de ejes equivalentes acumulados durante la vida útil del proyecto.

CAPITULO IV: ESPECIFICACIONES Y COSTOS DE MANTENIMIENTO

4.1 GENERALIDADES

Con el fin de comprender mejor el tema de mantenimiento de carreteras o mantenimiento vial, es conveniente referirse al rol de los caminos, dentro del sistema de transporte por carretera.

La decisión de construir un camino o una carretera responde a la necesidad que tiene un grupo de personas de trasladarse, llevar carga o personas de un lugar a otro, mediante el uso de vehículos.

El tipo de camino que se construye depende en gran parte del volumen de tránsito previsto. Teniendo como base el índice medio diario (IMD), se puede construir desde carreteras afirmadas o afirmadas con algún tipo de pavimentación. Cuanto mayor sea la cantidad de vehículos, mayores serán los requisitos técnicos, hasta llegar a las supercarreteras de múltiples pistas, para varios miles de vehículos al día.

El costo del sistema de transporte por carretera puede dividirse entre el costo relativo al vehículo y el costo asociado al camino. Algunos ejemplos del costo dependiente del vehículo son: el combustible, las llantas, los repuestos, las reparaciones, la amortización del costo de compra inicial y, si se trata de vehículos comerciales, el sueldo del chofer. Los costos relativos al camino son principalmente el costo de construcción inicial, y de todas las actividades posteriores a la construcción, que son principalmente de conservación.

¿Cómo se relaciona el costo del camino con el del vehículo? Dentro del costo total del sistema, el porcentaje del costo referido al camino es cada vez menor a medida que aumenta el tránsito y el estándar técnico del mismo camino.

Asimismo, al aumentar el tránsito, los costos correspondientes al camino se distribuyen entre la mayor cantidad de vehículos que lo utilizan. El rango varía entre dos extremos: si el camino tiene un volumen de tránsito muy bajo, el costo relacionado con la construcción y la conservación del mismo puede equivaler a 90% ó más del costo total del sistema. En el otro extremo, están las superautopistas con varios miles de vehículos transitando diariamente, que

tienen un costo asociado al camino de aproximadamente 8% del costo total del sistema.

Para que el sistema funcione de manera óptima, cada uno de los dos subsistemas debe tender a reducir los costos, lo más posible. Efectivamente, en lo que se refiere al costo de operación de los vehículos, ha habido grandes avances. Por una parte, los fabricantes de automóviles compiten en el mercado con modelos cada vez más livianos y económicos que tienen un menor consumo de combustible u otros insumos, y que tienen mayor durabilidad. Por otra parte los dueños de los vehículos se preocupan de adquirir vehículos económicos, de asegurar que los motores estén bien ajustados y de conducirlos a velocidad prudente, con el fin de evitar un consumo innecesario de combustible o de tener pérdidas por accidentes.

En general, puede decirse que dentro del subsistema de vehículos, se aprecia una clara tendencia y esfuerzos concomitantes hacia una optimización. Estos esfuerzos se basan principalmente en el interés económico de los diferentes actores del subsistema.

Por su parte, debería existir una preocupación similar de los proveedores o administradores del "servicio de caminos". Estos deberían asegurar que los caminos sean de buena calidad desde un principio, y velar por que se hagan las intervenciones necesarias para que éstos se mantengan en buenas condiciones durante el tiempo en que exista una demanda de parte de los usuarios. Los proveedores de caminos deberían procurar reducir los gastos a largo plazo. En términos generales, El Estado, que hoy es el proveedor y por lo general también el administrador de los caminos, debería satisfacer la demanda de caminos al menor costo posible.

4.2 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE CARRETERAS

Se define a las actividades de mantenimiento como el trabajo que se necesita para mantener, reparar, rehabilitar o mejorar una carretera o un tramo de ésta.

Las actividades de mantenimiento están clasificadas por el tipo de mantenimiento o mejoramiento, y agrupadas por elementos básicos. La clasificación adoptada es la siguiente:

4.2.1 Actividades rutinarias

Este es un mantenimiento normal que comprende los trabajos de reparación, reacondicionamiento o reemplazo que es necesario efectuar una o más veces en el año para preservar las carreteras y proporcionar niveles de servicio adecuados, y entre las cuales se mencionan en el siguiente cuadro, las más importantes:

Cuadro N°4.01: Actividades de mantenimiento rutinario

DESCRIPCIÓN
Eliminación de desmonte manual
Poda, corte y retiro de árboles
Limpieza de obras de arte
Limpieza de calzada y bermas
Limpieza de cunetas
Limpieza de señales verticales
Pintura, renovación de hitos
Remoción de derrumbes (200m ³)
Sello de fisuras
Bacheo superficial
Bacheo profundo
Reposición de señales

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Actividades periódicas

Son trabajos de mayor envergadura que deben realizarse cada cierto tiempo, por lo general cada dos o más años, para conservar las condiciones que tenía originalmente la carretera, pero que las pierde paulatinamente por la acción del tráfico, lluvias, etc.

En nuestro tramo de estudio la finalidad principal es reforzar la superficie de rodadura para lograr obtener un mayor nivel de servicio de la vía.

Realizar la evaluación y monitoreo del comportamiento de la superficie de la vía mediante mediciones deflectométricas, con la finalidad de confirmar o redefinir el programa de mantenimiento pre-establecido.

Las actividades son mostradas en el cuadro 4.02.

Cuadro N°4.02: Actividades de mantenimiento periódico

DESCRIPCIÓN
Bacheo de la carpeta asfáltica
Tratamiento superficial
Bacheo y tratamiento superficial
Re nivelación de la carpeta asfáltica
Re nivelación y tratamiento superficial
Reciclado de la carpeta asfáltica
Sobre carpeta de 5 cm. de espesor
Sello de fisuras

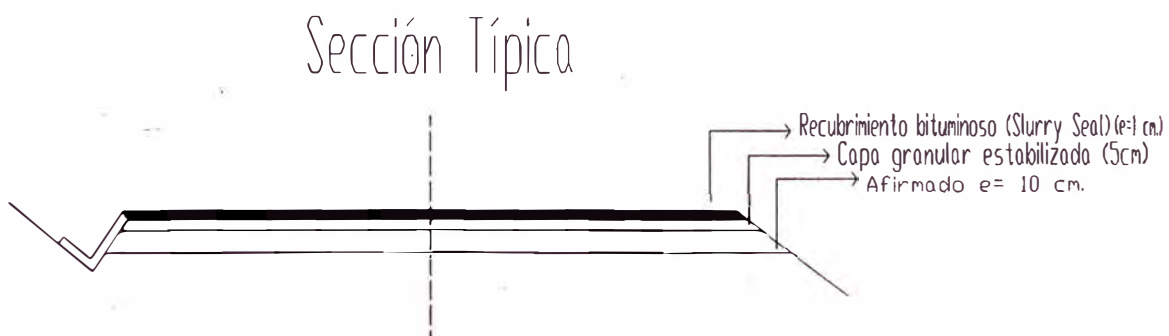
Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Actividades de emergencia

Son trabajos que urgen para eliminar peligros de la vía y para restablecer el tránsito normal, cuando han ocurrido alteraciones debido a accidentes o las fuerzas del medio ambiente por ejemplo la remoción de derrumbes mayores a 200 m3.

4.2.4 Cambio de estándar

El cambio de estándar refiere que la carretera va a ser mejorada desde su estructura misma, mediante una solución básica, una mezcla del material granular con emulsión asfáltica y agua.



4.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas comprende las partidas consideradas en el presupuesto, cada partida está codificada, y en cada una señala la metodología de trabajo, los materiales a usar, sus normativas, unidad de medida y forma de pago.

La fuente de referencia del trabajo se basaron en, Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras – EG 2000 del Ministerio de Transportes y comunicaciones y con algunas adaptaciones propias, producto de la investigación.

A continuación se presentan las especificaciones técnicas para el cambio de estándar, conservación rutinaria, conservación periódica y actividad de emergencia.

4.3.1 CAMBIO DE ESTÁNDAR (E)

E1 TRABAJOS PRELIMINARES

E1.1 Movilización y desmovilización

Descripción:

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

Medición:

La movilización se medirá en forma global (Gbl).

Pago:

Las cantidades aceptadas y medidas serán pagadas al precio de contrato. El pago global de la movilización y desmovilización será de la siguiente forma: 50% concluida la movilización y el 50% restante correspondiente a la desmovilización será pagada cuando se haya concluido el 100% del monto de la obra y haya sido retirado todo el equipo de la obra con la autorización del supervisor.

E1.2 Obras provisionales

Descripción:

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

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

La ubicación del campamento y otras instalaciones será propuesta por el contratista y aprobada por la supervisión, previa verificación que dicha ubicación cumpla con los requerimientos del Plan de Manejo Ambiental, de salubridad abastecimiento de agua, tratamiento de residuos y desagües.

Los materiales para la construcción de todas las obras provisionales serán de preferencia, desarmables y transportables, salvo que el proyecto indique lo contrario.

Medición:

La movilización se medirá en forma global (Gbl).

Pago:

El pago para la instalación del campamento y obras provisionales, bajo las condiciones estipuladas en esta sección, no será materia de pago directo. El contratista está obligado a suministrar todos los materiales, equipos, herramientas e instalaciones con las cantidades y calidad indicadas en el proyecto, en esta especificación y todas las acciones y operaciones para el mantenimiento, limpieza, montaje y desmontaje de las obras hasta la conclusión de la obra. El contratista deberá considerar todos los costos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos especificados dentro del costo de la obra y según lo indique el proyecto.

E1.3 Topografía y replanteo

Descripción:

En esta partida se procede a realizar los trabajos de topografía, antes del inicio de las obras, con la finalidad de replantear el diseño y niveles actuales en la vía. Luego se procede al replanteo general de la obra, con las variaciones a realizar, ubicando los puntos necesarios para realizar la ejecución de la obra.

Dichos trabajos serán lo suficiente, necesarios y precisos para la finalidad indicada. Durante la construcción se debe llevar un control topográfico permanente, de la manera que las indicaciones de los planos sean llevados fielmente al terreno y la obra cumpla una vez concluida con los requerimientos y especificaciones.

Para el replanteo de una curva horizontal cualquiera, se requiere conocer la ubicación del PI, el cual debe ser materializado en el terreno con un hito de concreto y un fierro de 3/8". Si el PI cae sobre roca se puede empotrar un clavo de acero o marcar con pintura sobre una superficie seca y limpia.

Medición:

La topografía y replanteo se medirán en forma global.

Pago:

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio de contrato. El pago constituirá compensación total por los trabajos pertenecientes a esta partida. El pago global de la topografía y replanteo será de la siguiente forma:

(a) El 20% del monto global de la partida se pagará cuando se concluyan los trabajos de replanteo con el establecimiento y definición de sus referencias.

(b) El 80% del monto global de la partida se pagará en forma prorrateada y uniforme en los meses que dura la ejecución del proyecto.

E2 TRANSPORTES

E2.1 Transporte de material granular mayores a 1 km.

Descripción:

En esta partida se considera el material en general que requieren ser transportados de un lugar a otro de la obra. Se considera volúmenes de materiales correspondientes a distancias mayores a 1 km.

Medición:

La unidad de pago de esta medida será el metro cúbico – kilómetro (m³-Km) trasladado, ósea, el volumen en su posición final de colocación, por la distancia real de transporte. El contratista debe considerar en los precios unitarios de su oferta los esponjamientos y las contracciones de los materiales, diferenciando los volúmenes correspondientes a distancias mayores a 1 km.

Pago:

Se hará al precio unitario pactado en el contrato, por unidad de medida conforme a lo establecido en esta sección y a las instrucciones del supervisor.

E3 PAVIMENTOS

E3.1 Escarificado y conformación de la Sub-rasante

Se define como trabajo de escarificado y compactación del área que soporta directa o indirectamente a la estructura del pavimento, luego de haber realizado el retiro del desmonte o material desechable de sub-rasante. Su ancho será el que muestren los planos.

Método de construcción:

Antes de iniciar la escarificación en zonas de corte se requiere la aprobación, por parte del supervisor, de los trabajos de trazo, replanteo, limpieza y excavación manual que se ha realizado.

La escarificación se realizará con motoniveladora de 125 HP mientras que la compactación de la sub-rasante se realizará con rodillo liso vibratorio autopropulsado de 70 a 100 HP. El espesor del terreno a escarificar es de 15 cm. en promedio.

El trabajo de escarificado y compactación de la sub-rasante en zonas de corte, se dará por terminado y aceptado cuando el alineamiento, el perfil, la sección y la compactación de la sub-rasante este de acuerdo con los planos y las especificaciones técnicas del expediente del proyecto.

En cuanto a la compactación se verificará de acuerdo a los siguientes criterios, se tomarán un mínimo de una densidad de campo por cada 250 m², sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad por capa. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar.

Las densidades individuales deben ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima densidad obtenida en el ensayo Proctor Modificado, y una humedad de trabajo que no debe variar en $\pm 2\%$ respecto del OCH obtenido con el Proctor Modificado.

Cada capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a la rasante y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la sub-rasante no será menor que la distancia señalada en los planos o modificada por el supervisor.

Medición:

La medición se hará en metros cuadrados (m²), y se medirá exclusivamente sobre el terreno escarificado, se medirá in situ o según lo que indiquen los planos.

Pago:

Se pagará lo que indique en el contrato, el precio unitario aprobado por el supervisor por la cantidad de metros cuadrados ejecutados.

E3.2 Base granular

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

Se extenderá el material base sobre la superficie preparada en volumen apropiado para que una vez compactado, alcance el espesor no mayores de 15

cm. por capa por ser compactadas con rodillo. El material será colocado y extendido en una capa uniforme y sin segregación. Se efectuará el extendido con motoniveladora de 125 HP.

El material de base deberá ser compactado hasta por lo menos el 100% de la densidad obtenida por el método de prueba Proctor Modificado AASHTO T-180.

El contenido de humedad verificado en campo no deberá escapar del rango de $\pm 2\%$ de la óptima humedad de laboratorio.

Se deberá regar el material con agua durante el apisonado y nivelado; durante la operación al término de la compactación, el supervisor deberá efectuar ensayos de densidad.

Materiales:

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

La cantera propuesta para su utilización de fuente para agregados de base es la cantera: (km. 85+250).

Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales.

Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material.

Granulometría

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

Cuadro N°4.03

Requerimientos granulométricos para base granular

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100
25 mm (1")	...	75 – 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4.75 mm (N°4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2.0 mm (N°10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4.25 um (N°40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 um (N°200)	2 – 8	5 – 15	5 - 15	8 – 15

Fuente: MTC – Dirección de Carreteras; EG-2000

El material de base granular deberá cumplir el valor de mínimo de 100%

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

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

Agregado grueso

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

Cuadro N°4.04

Requerimientos agregado grueso

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos
				Altitud \geq 3000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% min.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		50% min.
Abrasión Los Angeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx.
Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 221	D 4791		15% máx.
Sales solubles totales	MTC E 219	D 1888		0.5% máx.
Pérdida con sulfato de sodio	MTC E 209	C 88	T 104	12% máx.
Pérdida con sulfato de magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	18% máx.

Fuente: MTC – Dirección de Carreteras; EG-2000

Agregado fino

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

Cuadro N°4.05

Requerimientos agregado fino

Ensayo	Norma	Requerimientos
		>3000 msnm
Índice plástico	MTC E 111	2% máx.
Equivalente de arena	MTA E 114	45% máx.
Sales solubles totales	MTC E 219	0.5% máx.
Índice de durabilidad	MTC E 214	35% min.

Sistemas de control:

Calidad del producto terminado:

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

Asimismo, deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

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

$$D_i > D_e$$

La humedad de trabajo no debe variar en $\pm 1.5\%$ respecto del óptimo contenido de humedad obtenido con el proctor modificado.

En caso de no cumplirse éstos requisitos se rechazará el tramo siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas. Previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

(II) Espesor: Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al de diseño (ed) más o menos 10 milímetros (± 10 mm).

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

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

$$e_i > 0.95 e_d$$

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

(III) Lisura: La uniformidad de la superficie 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 cualquier punto.

Medición:

El método de medición será por metros cúbicos (m³) compactados obtenidos del ancho de base por su espesor y por su longitud, según lo indicado en los planos y secciones transversales típicas aceptadas por el supervisor.

Pago:

La base granular ejecutada por el contratista, y aprobadas por el supervisor y medida según se ha establecido, será pagada en la partida correspondiente y al precio unitario del contrato por metro cúbico compactado.

E3.3 Base estabilizada

Descripción:

La base estabilizada es una mezcla de base granular, emulsión asfáltica y agua. Se utilizará emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta CSS-1 (4%) y la cantidad de agua será según el OCH según el ensayo de proctor modificado.

Por ser en este proyecto un volumen pequeño 1125 m³ de material estabilizado se procederá a realizar la mezcla de materiales con cargador frontal a manera de cráter y se agrega la emulsión según dosificación de diseño para proceder seguidamente a efectuar la mezcla. El proceso de mezclado se realiza hasta que la mezcla se presente homogénea.

Medición:

El método de medición será por metros cúbicos (m³) compactados, obtenidos del ancho de base por su espesor y por su longitud, según lo indicado en los planos y secciones transversales típicas aceptados por el supervisor.

Pago:

La base granular ejecutada por el contratista, y aprobada por el supervisor y medida según se ha establecido, será pagada en la partida correspondiente y al precio unitario del contrato por metro cúbico compactado.

E3.4 Imprimación asfáltica

Descripción:

Se debe suministrar y aplicar material asfáltico a la base granular, preparada con anterioridad y aprobada por la supervisión a nivel de topografía como en los ensayos de laboratorio de suelos.

La calidad y cantidad de asfalto será la necesaria para cumplir los siguientes fines:

Impermeabilizar la superficie de la base, Recubrir y unir las partículas sueltas de la superficie, Mantener la compactación de la base, Propiciar la adherencia entre la superficie de la base y la nueva capa.

Método de construcción:

El material asfáltico de imprimación debe ser aplicado sobre la base completamente limpia, esto se logra por medio de una compresora neumática 250 – 330 CPM y 87 HP de potencia o una barredora mecánica, para luego proceder a la colocación del material asfáltico mediante un camión imprimador de 1800 gln de 178 a 210 hp usando una manguera de esparcidor conectada al distribuidor.

Después que se haya aplicado el asfalto deberán transcurrir un mínimo de 4 horas, antes que se aplique la arena de recubrimiento, cuando esta se necesite para absorber posibles excesos en el riego asfáltico.

Medición:

El trabajo ejecutado se medirá en metros cuadrados (m²) de superficie imprimada, para ello se considerará el ancho y longitud aprobados por la supervisión, realmente imprimados.

Pago:

El pago se efectuará al precio unitario del presupuesto por metros cuadrados (m²) entendiéndose que dicho constituye la compensación total por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para la ejecución del trabajo.

E3.5 Colocación de mortero asfáltico Slurry Seal

Descripción:

Consiste en la elaboración de una mezcla de agregados pétreos, agua, emulsión asfáltica y su posterior aplicación sobre la superficie de una vía, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas y secciones indicadas en los planos o determinados por el supervisor.

Materiales:

Los materiales a usar para la ejecución de este trabajo serán:

a) Agregados pétreos

Los agregados pétreos para la constitución de la lechada asfáltica deberán cumplir los requisitos de calidad exigidos para ellos en la Subsección 406.02 de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras - EG 2000.

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

Cuadro N°4.06

Gradaciones agregados pétreos

Tamiz	Porcentaje que pasa				
	LA-1	LA-2	LA-3	LA-4	LA-5
12.5 mm (1/2")	100	-	-	-	-
9.5 mm (3/8")	85-100	100	100	-	-
4.75 mm (N°4)	60-85	70-90	85-100	100	100
2.36 mm (N°8)	40-60	45-70	65-90	95-100	95-100
1.18 mm (N°16)	28-45	28-50	45-70	65-90	85-98
0.60 mm (N°30)	19-34	19-34	30-50	40-60	55-90
0.30 mm (N°50)	12-25	12-25	18-30	24-42	35-55
0.18 mm (N°80)	7-18	7-18	10-20	15-30	20-35
75 um	4-8	5-15	5-15	10-20	15-25

La gradación por utilizar estará indicada en los estudios técnicos del proyecto y dependerá del estado de la superficie y la función que vaya a cumplir la lechada.

b) Material bituminoso

Será una emulsión catiónica de rotura lenta y superestable del tipo CSS1-h, que cumpla los requisitos indicados en la Tabla N° 400-4 de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras – EG 2000.

El empleo de una emulsión de otro tipo implica la aplicación de una especificación particular.

c) Agua

El agua para la preenvuelta deberá ser blanda, potable y exenta de materia orgánica. Su calidad deberá ser tal, que no afecte el proceso normal de elaboración, rotura y curado de la lechada. Su pH, medido de acuerdo con la norma ASTM D-1293, deberá estar entre cinco y medio y ocho (5.5 – 8.0) y el contenido de sulfatos, expresado como SO₄⁼ y determinado según norma de ensayo ASTM D-516 no podrá ser mayor de un gramo por litro (1 g/l).

d) Aditivos para control de rotura

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

Equipo

Rige lo indicado en la Subsección 400.03 de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras – EG 2000, más lo que se describe a continuación.

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

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

Requerimientos de construcción

Explotación de materiales y elaboración de agregados

Se aplica lo indicado en la Subsección 400.04 de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras – EG 2000.

Diseño de la lechada y obtención de la fórmula de trabajo

Rige todo lo que resulte pertinente de la Subsección 400.05 de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras – EG 2000.

La consistencia apropiada de la lechada se determinará en el laboratorio por medio de la prueba del cono de consistencia (norma de ensayo MTC E 416).

El contenido óptimo de ligante se determinará mediante los ensayos mecánicos de abrasión en pista húmeda, según la norma MTC E 417 y absorción de arena en la máquina de rueda cargada. Para la elección del óptimo, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Pérdida máxima admisible en el ensayo de abrasión= 0.08 g/cm²
- Absorción máxima admisible de arena en el ensayo de rueda cargada.

Cuadro N°4.07

Absorción admisible por tráfico de vehículos

Tránsito medio diario (vehículos)	Absorción admisible (g/cm ²)
Menos de 300	0.08
300 – 1500	0.07
más de 1500	0.06

Salvo que los ensayos del diseño indiquen lo contrario, la composición de la lechada se ajustará a lo establecido en la siguiente tabla:

Cuadro N°4.08

Composición de la lechada

TIPO DE AGREGADO	LA-1	LA-2	LA-3	LA-4	LA-5
Ligante residual (% en peso sobreagregados)	5.5 - 7.5	6.5 – 12	7.5 – 13.5	10 – 16	12 – 20
Agua preenvuelta (% en peso sobreagregados)	8 - 12	10 – 15	10 – 15	10 - 20	10 – 20
Agua total (% en peso sobreagregados)	10 - 20	10 – 20	10 – 20	10 – 30	15 – 40
Cantidad de lechada (kg/m ²)	15 - 25	10 - 15	7 - 12	2 - 6	2 - 5

Preparación de la superficie existente

Antes de proceder a la aplicación de la lechada asfáltica, la superficie que hará de recibirla se limpiará de polvo, barro seco o cualquier material suelto que pueda ser perjudicial, utilizando barredoras mecánicas o máquinas sopladoras.

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

Elaboración y aplicación de la lechada asfáltica

Una vez preparada y antes de iniciar la extensión de la lechada, la superficie por tratar deberá ser humedecida con agua de manera uniforme en una cantidad que fijará el supervisor, a la vista del estado de la superficie y las condiciones climatológicas prevaletientes.

La lechada preparada en el cajón mezclador de la máquina pasará a través de una compuerta vertedero a la caja repartidora, la cual se encargará de distribuirla de manera uniforme sobre la superficie.

El avance del equipo se hará paralelamente al eje de la carretera y su velocidad se ajustará para garantizar una aplicación de la lechada y una superficie uniforme.

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

Juntas de trabajo

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

Apertura al tránsito

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

Reparaciones

Todos los defectos que se presenten durante la ejecución de la lechada asfáltica, tales como juntas irregulares, deficiencias o excesos de dosificación, irregularidades en el alineamiento, huellas del tránsito sobre la lechada sin curar, etc., deberán ser corregidos por el contratista, sin costo para la entidad contratante, a plena satisfacción del supervisor.

Aceptación de los trabajos

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

a) Controles

Se aplica lo indicado en la Subsección 400.07(a) de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras – EG 2000.

b) Calidad de la emulsión

La calidad de emulsión deberá ser sustentada para cada tanque de transporte, por un certificado de calidad del fabricante según lo especificado en la Sección 03 de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras – EG 2000.

c) Calidad del agua

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

d) Calidad de los agregados pétreos

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- El desgaste en la máquina de Los Ángeles, según norma de ensayo MTC E 207.
- Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio o de magnesio, de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 209.

- El equivalente de arena, según norma de ensayo MTC E 114.
- La plasticidad, en acuerdo a las normas MTC E 111.
- Sales solubles totales MTC E 219.

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

- La densidad aparente.
- El coeficiente de emulsibilidad.

Los resultados de todas estas pruebas deberán satisfacer las exigencias indicadas en las presentes especificaciones, so pena del rechazo de los materiales defectuosos. Durante la etapa de producción, el supervisor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al especificado. También, ordenará acopiar por separado aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación o plasticidad y vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores. Además, efectuará las siguientes verificaciones:

- Determinación de la granulometría de los agregados (MTC E 204), una (1) vez por jornada.
- Determinación de la plasticidad de la fracción fina (MTC E 110), una (1) vez cada 150 m³.
- Determinación del equivalente de arena (MTC E 114), una (1) vez cada 150 m³.
- Determinación de la adhesividad, una (1) vez cada 1000 m³.
- Determinación del desgaste Los Ángeles (MTC E 207) y la solidez (MTC E 209), al menos una vez cada 1000 m³.

Sobre el polvo mineral se efectuarán pruebas de densidad aparente y coeficiente de emulsibilidad a razón de una vez por semana, como mínimo, y siempre que se cambie la procedencia del polvo.

e) Composición y resistencia de la lechada

1- Contenido de asfalto

Para efectos del control se considerará como lote la lechada extendida en cada jornada de trabajo, de la cual el supervisor extraerá un mínimo de cinco muestras de la mezcla en la descarga de la máquina, de un peso aproximado de dos kilogramos (2Kg) cada una, las cuales empleará en la determinación del contenido de asfalto (MTC E 502) y la granulometría de los agregados (MTC E 503). El contenido medio de asfalto residual del tramo construido en la jornada (ART%) no deberá diferir del contenido de asfalto establecido en la fórmula de trabajo (ARF%) en más de medio por ciento (0.5%).

$$ARF \% - 0.5\% \leq ART \% \leq ARF \% + 0.5\%$$

A su vez, sólo se admitirá un valor de contenido de asfalto residual de muestra individual (ARI%) que se aparte en más de uno por ciento (1.0%) del valor medio del tramo.

$$ART \% - 1.0\% \leq ARI \% \leq ART \% + 1.0\%$$

Si alguno de estos requisitos se incumple, se rechazará el tramo construido durante la jornada.

2- Granulometría de los agregados

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados. Para cada ensayo individual, la curva granulométrica deberá encajar dentro de la franja adoptada.

3- Resistencia

Por cada jornada se extraerán tres muestras de la mezcla en la descarga de la máquina, con las cuales se elaborarán especímenes para los ensayos de abrasión en pista húmeda (MTC E 417) y absorción de arena en la máquina de rueda cargada. Si el desgaste medio (dm) o la absorción media de arena (Am), superan los valores definidos en la fórmula de trabajo (dt) y (At) en más de diez por ciento (10%), se rechazará el tramo construido durante la jornada.

$$dm \leq 1.1 dt$$

$A_m \leq 1.1 A_t$

f) Calidad del producto terminado

El Pavimento terminado deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde del pavimento tratado con lechada asfáltica no podrá ser, en ningún punto, inferior a la señalada en los planos o la determinada por el supervisor.

Además, durante cada jornada, el supervisor efectuará los siguientes controles:

1) Tasa de aplicación

En sitios ubicados al azar, se efectuarán como mínimo tres (3) determinaciones diarias de la tasa de aplicación de la lechada sobre la superficie. La tasa media de aplicación (TMA), en kg/m², no podrá variar en más de diez por ciento (10%) de la autorizada como resultado del tramo de prueba, so pena del rechazo del tramo construido durante la jornada.

$$0.90 \text{ TME} \leq \text{TMA} \leq 1.10 \text{ TME}$$

2) Textura

Por jornada de trabajo deberán efectuarse, como mínimo, dos pruebas de resistencia al deslizamiento (MTC E 1004) y dos de profundidad de textura con el método del círculo de arena (MTC E 1005). En relación con la primera, ningún valor individual podrá presentar un valor inferior a cuarenta y cinco centésimas (0.45), y respecto de la segunda, el promedio de las dos lecturas deberá ser cuando menos igual a seis décimas de milímetro (0.6 mm), sin que ninguno de los dos valores (PTI) sea inferior en más de diez por ciento (10%) al promedio mínimo exigido.

$$\text{PTI} \geq 0.54 \text{ mm}$$

3) Rugosidad

La rugosidad, medidas en unidades IRI, no podrá ser superior a tres metros por kilómetro (3 m/Km), salvo que las especificaciones particulares establezcan un límite diferente. Esta exigencia no se aplicará cuando la lechada asfáltica se

construya sobre un pavimento existente. En este caso los planos y documentos del proyecto deberán indicar el nivel de rugosidad aceptable.

Todas las áreas donde los defectos de calidad y las irregularidades excedan las tolerancias indicadas en el presente numeral, deberán ser corregidas por el contratista, a su costo, de acuerdo con las instrucciones del supervisor y a satisfacción de éste.

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

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

La medición de la rugosidad sobre la superficie de rodadura terminada, deberá efectuarse en toda su longitud y debe involucrar ambas huellas por tramos de 5 km, en los cuales las obras estén concluidas, registrando mediciones parciales para cada kilómetro. La rugosidad, en términos IRI, tendrá un valor máximo de 3.0 m/Km. En el evento de no satisfacer este requerimiento, deberá revisarse los equipos y procedimientos de esparcido y compactado, a fin de tomar las medidas correctivas que conduzcan a un mejoramiento del acabado de la superficie de rodadura.

Medición

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²).

Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato. Se excluye del pago el material bituminoso que se pagará de acuerdo con lo indicado en la partida de emulsión asfáltica.

4.3.2 CONSERVACIÓN RUTINARIA (R)

R1 Limpieza general

Descripción de la actividad

Eliminación de piedras, bloques sueltos y cualquier otro obstáculo sobre la carretera, a fin de mantener libre su superficie para un tránsito vehicular normal.

Unidad

La limpieza se medirá por kilometro (Km)

Descripción del daño

Presencia de materiales ajenos y contaminantes en la superficie de la carretera, tales como: arcilla, lodo, tierra vegetal, vegetación, excrementos de animales, basura, desechos orgánicos, vidrios, fierros, piedras, bloques, ramas, cualquier obstáculo peligroso para los usuarios.

Causas y pronóstico del daño

Las causas fundamentales son:

- El descuido de los usuarios y de los moradores.
- Falta de mantenimiento.
- Vandalismo y accidentes de tránsito.

En caso de no tener mantenimiento ocasionaría los siguientes daños:

- Los materiales impuros pueden contaminar la capa de material afirmado de la carretera y acelerar su deterioro.
- Los materiales peligrosos pueden causar accidentes o averías a los vehículos.

Descripción del personal

- 1 Capataz.
- 1 Chofer de camioneta
- 3 Peones

Descripción del equipo y herramientas

- 1 Volquete, (eventualmente).
- 1 Cargador frontal, (eventualmente).
- 2 carretillas.
- 3 Palas.
- 3 Picos.
- 3 Rastrillos.

Producción diaria y/o rendimientos:

5 km.

R2 Tratamiento de fisuras

Descripción de la actividad:

Se realiza un sello con material de característica elásticas; con la finalidad de proporcionar a la carpeta asfáltica desplazamientos tanto de dilatación como de contracción por tal motivo es necesario el uso de polímeros y aditivos con propiedades adhesivas.

Unidad de medida:

Se medirá por metro lineal (ml).

Descripción del daño:

Son aberturas o agrietamientos que pueden ser paralelas, perpendiculares al eje de la calzada e inclinadas.

Causas y pronóstico del daño:

Las causas fundamentales son:

- El espesor del pavimento inadecuado para el nivel de sollicitaciones y/o de la capacidad de soporte de la sub-rasante.
- Drenaje inadecuado en zonas localizadas.
- Mezcla asfáltica muy rígida.

-Malas juntas de construcción.

En caso de no tener mantenimiento ocasionaría que estas grietas desarrollándose hasta formar bloques.

Descripción del personal

- 1 Capataz.
- 1 Oficial chofer de camioneta.
- 1 Operador de ruteador.
- 2 Operadores de sellado de fisuras.
- 2 Peones.

Descripción del equipo y herramientas

- 1 Camioneta.
- 1 Ruteador.
- 1 Compresora.
- 1 Sellador.

Producción diaria y/o rendimientos

600 ml

R3 Roce

Consiste en cortar la vegetación que crece a ambos lados de la carretera que impida la visibilidad en el camino, de manera que facilite el libre tránsito vehicular.

Unidad de medida:

La unidad de medida para el Roce es el metro cuadrado (m²).

Cuadrilla y rendimiento:

Se utilizará una cuadrilla de 4 personas y su rendimiento por cuadrilla será de 200 m² por día.

Procedimiento:

- 1- Se coloca las señales de seguridad.
- 2- Se corta la vegetación que impide una buena visibilidad a los conductores.
- 3- Se coloca la vegetación en una carretilla para su eliminación.
- 4- Se elimina la vegetación en un lugar apropiado o botadero.
- 5- Se retira las señales de seguridad.

R4 Bacheo superficial

Descripción

El Bacheo superficial se ejecuta en áreas que presentan deterioros superficiales en la capa de rodadura del tipo de fisuras, baches o huecos leves, deformaciones leves o desintegraciones.

Su objetivo es prevenir la penetración superficial de agua en bases granulares y/o pavimentos viejos que han comenzado a desintegrarse por el tiempo o a fisurarse.

Materiales

Dependiendo de la zona donde se hará el parchado los materiales que constituyen la partida son:

- Agua para el perfilado y compactación del fondo.
- Material de base granular de cantera.
- Asfalto diluido tipo MC-30 para imprimación de la base.
- Emulsión asfáltica.
- Materiales de la mezcla para tratamiento superficial Slurry Seal e=1 cm.

Equipos y Herramientas

Los equipos a utilizarse serán: cortadora de asfalto, martillos neumáticos, planchas compactadoras o rodillos pequeños según el tamaño del bache.

Procedimiento de Ejecución

El trabajo comprende la remoción del pavimento existente en el área afectada, escarificado de la base existente hasta la profundidad que se requiera, adición de material de base granular nueva, perfilado y compactado hasta lograr una base granular de 12 cm de espesor, imprimación y reposición del pavimento.

El área del bacheo se definirá con el demarcado de la zona de trabajo (rectángulo del área deteriorada más 15 cm. de holgura).

La remoción del pavimento existente comprende cortar el borde del área a bachear con una cortadora de asfalto, demoler el pavimento con martillo neumático, teniendo cuidado de mantener los bordes recortados en forma perpendicular a la superficie del pavimento, retirar el material procedente de la demolición, el material removido será depositado en los lugares indicados por la Supervisión.

En resumen los trabajos requeridos para la ejecución de la presente partida son los siguientes:

- Remoción del pavimento existente y base existente.
- Perfilado y compactado del fondo al 100% de la MDS del proctor modificado.
- Conformación de base granular nueva hasta lograr un espesor $e = 20$ cm, con material de cantera, compactado al 100% de la MDS del proctor modificado.
- Imprimación de la base incluye el asfalto diluido tipo MC-30 (ver Esp. Tec. 401, imprimación asfáltica).
- Preparación y colocación de la mezcla de pavimento: 1 cm para slurry seal, la mezcla deberá cubrir toda el área de la zona de bacheo, la que será debidamente nivelada y compactada a ras del pavimento adyacente.

Medición

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²).

Pago

El pago se hará de acuerdo al precio unitario del contrato por metro cuadrado de pavimento reparado, constituirá la compensación completa por todos los

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

R5 Vigilancia y monitoreo visual

Descripción

Consiste en realizar la vigilancia de la carretera, incluidos la zona del derecho de vía y su entorno.

El objetivo es evitar que en la carretera y su zona de derecho de vía se presenten invasiones, depósitos de materiales y basuras, y la ejecución de obras no autorizadas por la entidad competente. Asimismo, se pretende retirar oportunamente obstáculos que afecten la seguridad vial y alertar sobre probables emergencias viales o por su atención cuando ellas se presenten.

La vigilancia se debe realizar permanentemente mediante inspecciones diarias en las carreteras pavimentadas y cada 5 días como máximos en el resto de caminos no pavimentados.

Materiales

No se requieren materiales para la ejecución de esta actividad.

Equipos y Herramientas

El equipo y herramientas requeridos para realizar esta actividad son: bicicleta, y/o motocicleta o un vehículo, de acuerdo con la importancia de la vía; cuaderno de anotaciones, equipo de comunicación y una cámara fotográfica.

Procedimiento de Ejecución

El procedimiento a seguir para la ejecución de la actividad es el siguiente: Inspeccionar y/o vigilar la vía pavimentada diariamente en las primeras horas del día y cada 5 días en los caminos no pavimentados. Así mismo, considerar la necesidad de vigilancia especial en domingos y festivos nacionales y locales.

El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial de acuerdo con las normas establecidas.

Identificar y reportar a la Supervisión sobre la realización de construcciones no autorizadas, comercios no autorizados, accesos ilegales, traslado de cercas, instalación de propaganda, derrames de aceite, daños a los elementos de la vía ocasionados por vandalismo, pérdida de señales de tránsito, así como de desechos arrojados en la zona del derecho de vía o en las bermas y de otras acciones que puedan afectar la infraestructura física o su operación.

Retirar animales muertos, ramas u otros obstáculos que puedan afectar la seguridad vial.

Efectuar el registro de cualquier anomalía encontrada en el libro o cuaderno definido para el efecto. En caso de emergencia se deberá informar de inmediato y tomar las medidas que el caso requiera.

Tomar fotografías de los aspectos relevantes encontrados.

Método de medición

La unidad de medida de esta actividad es: Kilómetro (Km).

Bases de pago

El pago se hará de acuerdo al precio de contrato o el cumplimiento del Indicador de Conservación o del Indicador de Nivel de Servicio por trabajo aprobado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y la aceptación por parte de la Supervisión.

4.3.3 CONSERVACIÓN PERIODICA (P)

P1 Movilización y desmovilización

Descripción

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

Medición

La movilización se medirá en forma global (Glb).

Pago

Las cantidades aceptadas y medidas serán pagadas al precio de Contrato. El pago global de la movilización y desmovilización será de la siguiente forma: 50% concluida la movilización y el 50% restante correspondiente a la desmovilización será pagada cuando se haya concluido el 100% del monto de la obra y haya sido retirado todo el equipo de la obra con la autorización del Supervisor.

P2 Riego de liga

Descripción

En esta especificación se establecen los requisitos para la aplicación de material asfáltico sobre una superficie bituminosa, previa a la extensión de otra capa bituminosa. El riego de liga debe ser muy delgado y debe cubrir uniformemente el área a ser pavimentada.

Materiales

Los materiales asfálticos que se pueden utilizar para la aplicación del riego de liga son:

-Cemento asfáltico 40/50; 60/70; 85/100 ó 120/150, según requisitos establecidos en el Cuadro N°.

-Emulsión catiónica de rotura rápida CRS-1 o CRS-2, según requisitos establecidos en el Cuadro N°.

El tipo de material asfáltico deber ser seleccionado e indicado en los planos del proyecto. Con suficiente anticipación al comienzo de los trabajos del riego de liga, "El Contratista" debe someter a la aprobación de la supervisión muestra (s) del material asfáltico del tipo seleccionado.

Cuadro N°4.01 Cantidad de aplicación de material asfáltico para riego de liga

Material asfáltico	Tipo	Cantidad (l/m²)
Cemento asfáltico	40/50; 60/70; 80/100 ó 120/150	0.1 – 0.4
Emulsión diluida con agua en partes iguales	CRS-1 ó CRS-2	0.2 – 0.7

Fuente: MTC – Dirección de Carreteras; EG-2000

Medición:

La unidad de medida será en metros cuadrados (m²).

Pago:

El material bituminoso se pagará de acuerdo con el tipo de material utilizado y según lo establecido en el contrato.

P3 Tratamiento de fisuras

Descripción de la actividad

En estos casos para el tratamiento de las fisuras es necesario contar con un material de características elásticas; con la finalidad de proporcionar a la carpeta asfáltica desplazamientos tanto de dilatación como de contracción por tal motivo es necesario el uso de polímeros y aditivos con propiedades adhesivas.

Unidad de medida:

La unidad de medida a emplear es el metro lineal (ml).

Pago:

El pago se realizará de acuerdo a lo especificado en el contrato.

P4 Parchado

Descripción

Reparación de áreas (cavidades ó deformaciones) pequeñas o medianas de superficies inestables agregando material apropiado que será debidamente nivelado para proveer una superficie de rodadura uniforme y mantener un bombeo adecuado.

Medida

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²).

Causas y pronósticos del daño

Las causas fundamentales son: Drenaje lateral deficiente, El perfil transversal de la carretera no permite la evacuación del agua por los lados, Deficiencias en el tiempo de la construcción.

En caso de no tener mantenimiento ocasionará los siguientes daños: Los surcos de erosión pueden hacerse más profundos, Pérdida de materiales, Destrucción acelerada de la capa de afirmado.

Pago:

La forma de pago será lo que indica el contrato.

P5 Colocación de mortero asfáltico

Descripción

Es una mezcla de agregados pétreos, emulsión asfáltica y finos de relleno mineral.

Se colocará el mortero donde se requiera la pavimentación o el sellado de alguna área en mantenimiento o conservación.

Medida

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²).

Pago:

La forma de pago será lo que indica el contrato.

4.3.4 ACTIVIDADES DE EMERGENCIA (A)

Las actividades de emergencia consideradas en este informe son:

Limpieza de calzada por derrumbes (A1), y

Reparación de calzada por derrumbes (A2).

Estos trabajos se realizarán para restablecer la transitabilidad de la carretera en caso de ocurrencia de la emergencia. Restauración localizada de la carretera.

Descripción de la actividad

Restauración inmediata de un tramo de la carretera que se encuentra deteriorado por erosión, derrumbes, huaycos, inundaciones, terremotos u otro fenómeno natural, o como resultado de acción del hombre (guerras, motines, atentados, etc.), con el fin de dar transitabilidad y devolver a la carretera su normal tráfico vehicular.

Medida:

El retiro de material suelto será en metros cúbicos (m3) y las reparaciones en metros cuadrados (m2).

Pago:

La forma de pago será lo estipulado en el contrato.

El material suelto que exceda los 200 m3 se pagará en forma adicional.

4.4 METRADOS

En esta sección presentamos los resúmenes de metrados hallados en la plantilla de metrados del Anexo 1, considerando cada uno de los sub presupuestos y sus respectivas partidas.

CAMBIO DE ESTÁNDAR

Resumen de metrados

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado
E1	TRABAJOS PRELIMINARES		
E1.1	Movilización y desmovilización de equipos	gbl	1
E1.2	Obras provisionales	gbl	1
E1.3	Trazo y replanteo	gbl	1
E2	TRANSPORTES		
E2.1	Transporte de material. Distancia mayor a 1 km.	m3-km	56000
E3	PAVIMENTOS		
E3.1	Escarificado y conformación de la sub-rasante	m2	40000
E3.2	Base granular	m3	8000
E3.3	Base estabilizada	m3	2000
E3.4	Imprimación asfáltica	m2	40000
E3.5	Colocación de mortero asfáltico Slurry Seal	m2	40000

CONSERVACION RUTINARIA/Año

Resumen de metrados

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado
R1	Limpieza general	km	10
R2	Tratamiento de fisuras con sellante elastomérico	ml	3000
R3	Roce	ml	10000
R4	Bacheo superficial	m2	2000
R5	Vigilancia y monitoreo visual	km	10

CONSERVACIÓN PERIODICA

Resumen de metrados

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado
P1	Movilización y desmovilización	gbl	1
P2	Riego de liga	m2	59500
P3	Tratamiento de fisuras	ml	3000
P4	Parchado	m3	10
P5	Colocación de mortero asfáltico	m2	59500

ACTIVIDADES DE EMERGENCIA

Resumen de metrados

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado
A1	Limpieza de calzada por derrumbes	m3	600
A2	Reparación de calzada por derrumbes	m2	250

4.5 MEMORIA DE COSTOS

La memoria de costos presentada hace referencia a cada uno de los sub presupuestos y se detalla en cada una todo lo considerado para la elaboración del mismo.

Cambio de estándar:

El presupuesto del cambio de estándar está basado en criterios técnicos específicos los cuales fueron elegidos para calcular el costo total, el cual está en función del análisis del costo de la mano de obra, transporte, precio de materiales a ser usados, el equipo y la maquinaria necesaria para llevar a cabo esta construcción, el cálculo de metrados correspondientes a las actividades que formarán parte del proceso constructivo, la confección de los análisis de costos unitarios que evaluarán el costo de cada actividad, la formulación de los gastos generales o costo indirecto de la obra, impuestos y las especificaciones técnicas del proyecto que definen los parámetros del proceso constructivo de la obra y de los materiales a ser usados en ella.

Se consideró los trabajos preliminares que intervienen en la obra, asimismo el material que se va a utilizar en cada una de las partidas; en base a estas partidas, a los insumos, las herramientas manuales, equipos, máquinas y mano de obra se obtuvo los precios unitarios.

Se consideró tres partidas y sus respectivas sub-partidas, las cuales son:

1-Trabajos preliminares.

2-Transportes.

3-Pavimentos.

En total en el presupuesto se obtuvo un costo directo de S/. 1,695,820.00.

Conservación Rutinaria:

El presupuesto de la conservación rutinaria se desarrollo tomando como referencia lo que se planteó en las bases de adjudicación del contrato para el mantenimiento de la carretera, que fue ganado por el Consorcio Gestión de Carreteras, y se completó con la inspección de campo realizada por el grupo de trabajo en el mes de noviembre del 2010, analizando ambos aspectos se obtuvo las siguientes partidas para el mantenimiento rutinario:

1-Limpieza general.

2-Tratamiento de fisuras con sellante elastomérico.

3-Roce y limpieza manual de vegetación.

4-Bacheo superficial.

5-Vigilancia y monitoreo visual.

Con estas partidas y analizando sus costos unitarios y teniendo los metrados respectivos, se obtuvo el costo directo del mantenimiento rutinario en cada año, de S/. 86,664.60.

Conservación periódica

El presupuesto de la conservación periódica se desarrollo tomando como referencia lo que se planteó en las bases de adjudicación.

También tomando referencia la visita de campo y lo analizado se consideró las siguientes partidas para el mantenimiento rutinario:

1-Movilización y desmovilización.

2-Riego de liga.

3-Tratamiento de fisuras.

4-Parchado.

5-Colocación de mortero asfáltico.

Con estas partidas y analizando sus costos unitarios y teniendo los metrados respectivos, se obtuvo el costo directo del mantenimiento rutinario en cada año, de S/. 891,820.00.

Actividades de emergencia

Las actividades de emergencia son las que resulten en casos eventuales y excepcionales, por lo tanto de elaboró un presupuesto con dos partidas:

1- Limpieza de calzada por derrumbes.

2- Reparación de calzada por derrumbes.

En las bases de adjudicación del contrato indica que será una actividad de emergencia aquella que ocurra un derrumbe mayor a 200 m³.

El presupuesto considerado da un total de: S/. 37,160.00.

4.6 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

En esta parte se presenta un consolidado de los presupuestos en el Informe de Suficiencia.

Proyecto:	Evaluación del pavimento con Viga Benkelman		
Lugar:	Catahuasi-Yauyos-Lima		
Modalidad:	Contrato por adjudicación a costos unitarios		
Tramo:	Km. 74+000 al 84+000		
Monto de costo directo:			S/. 2,711,464.60
Fecha:	Dic. 2010		
Resumen del análisis de costos			
Descripción			
Costo directo Cambio de estándar			S/. 1,695,820.00
Costo directo Mantenimiento rutinario			S/. 86,664.60
Costo directo Mantenimiento periodic			S/. 891,820.00
Actividades de emergencia			S/. 37,160.00
Costo directo total			S/. 2,711,464.60
Gastos Generales (14.85%)			S/. 402,652.49
Utilidad (10%)			S/. 271,146.46
Sub Total			S/. 3,385,263.55
IGV (19%)			S/. 643,200.08
Costo Total			S/. 4,028,463.63

4.7 PRESUPUESTO DE OBRA

En esta sección se presenta a manera de propuesta cada uno de los presupuestos considerados para hacer el contrato de conservación de la carretera, las cuales se desagregan en las partidas consideradas, los metrados obtenidos con sus respectivos precios unitarios y el costo directo por cada uno de los presupuestos. Además se presenta el presupuesto de las bases con la

cual ganó la licitación el Consorcio Gestión de Carreteras la cual utiliza para conservar la vía actualmente.

4.7.1 PRESUPUESTO A MANERA DE PROPUESTA

CAMBIO ESTÁNDAR

Lugar: Catahuasi-Yauyos-Lima		Fecha: Dic 2010			
	Descripción	Unidad	Metrado	Precio (S/.)	Total (S/.)
E1	TRABAJOS PRELIMINARES				
E1.1	Movilización y desmovilización de equipos	gbl	1	24000.00	24000.00
E1.2	Obras provisionales	gbl	1	96000.00	96000.00
E1.3	Trazo y replanteo	gbl	1	8000.00	8000.00
E2	TRANSPORTES				
E2.1	Transporte de material. Distancia mayor a 1 km.	m3-km	56000	1.05	58800.00
E3	PAVIMENTOS				
E3.1	Escarificado y conformación de la sub-rasante	m2	40000	3.42	136800.00
E3.2	Base granular	m3	8000	34.90	279200.00
E3.3	Base estabilizada	m3	2000	265.51	531020.00
E3.4	Imprimación asfáltica	m2	40000	3.15	126000.00
E3.5	Colocación de mortero asfáltico Slurry Seal	m2	40000	10.90	436000.00
	Costo Directo				1,695,820.00
	Gastos Generales (14.85%)				251,829.27
	Utilidad (10%)				169,582.00
	Sub Total				2,117,231.27
	IGV (19%)				402,273.94
	TOTAL DE PRESUPUESTO				S/. 2,519,505.21

CONSERVACIÓN RUTINARIA/Año

Lugar: Catahuasi-Yauyos-Lima		Fecha: Dic 2010			
Ítem	Descripción	Unidad	Metrado	Precio (S/.)	Total (S/.)
R1	Limpieza general	km	10	149.78	1497.80
R2	Tratamiento de fisuras con sellante elastomérico	ml	3000	6.94	20820
R3	Roce	m2	10000	0.23	2300
R4	Bacheo superficial	m2	2000	30.98	61960
R5	Vigilancia y monitoreo visual	km	10	8.68	86.80
	Costo Directo				86,664.60
	Gastos Generales (14.85%)				12,869.69
	Utilidad (10%)				8,666.46
	Sub Total				108,200.75
	IGV (19%)				20,558.14
	TOTAL DE PRESUPUESTO				S/.128,758.90

CONSERVACIÓN PERIODICA

Lugar: Catahuasi-Yauyos-Lima		Fecha: Dic 2010			
Ítem	Descripción	Unidad	Metrado	Precio (S/.)	Total (S/.)
P1	Movilización y desmovilización	gbl	1	24000.00	24000.00
P2	Riego de liga	m2	59500	3.15	187425.00
P3	Tratamiento de fisuras	ml	3000	9.85	29550.00
P4	Parchado	m2	100	22.95	2295.00
P5	Colocación de mortero asfáltico	m2	59500	10.90	648550.00
Costo Directo					891,820.00
Gastos Generales (14.85%)					132,435.27
Utilidad (10%)					89,182.00
Sub Total					1,113,437.27
IGV (19%)					211,553.08
TOTAL DE PRESUPUESTO					S/.1,324,990.35

ACTIVIDADES DE EMERGENCIA

Lugar: Catahuasi-Yauyos-Lima		Fecha: Dic 2010			
Ítem	Descripción	Unidad	Metrado	Precio (S/.)	Total (S/.)
A1	Limpieza de calzada por derrumbes	m3	600	16.55	9930
A2	Reparación de calzada por derrumbes	m2	250	108.92	27230
Costo directo					37,160.00
Gastos Generales (14.85%)					5,518.26
Utilidad (10%)					3,716.00
Sub Total					46,394.26
IGV (19%)					8,814.91
TOTAL DE PRESUPUESTO					S/. 55,209.17

4.7.2 PRESUPUESTO DE LAS BASES DE LICITACIÓN

Resumen de las bases del concurso público (Agosto 2007)

Cuadro N°4.02

Presupuesto del tramo en estudio del contrato adjudicado					
Partida	Cantidad (km)	P.U (S/.)	Presupuesto Anual (S/.)	Periodo (Años)	Total (S/.)
Conservación Rutinaria en vía afirmada (antes del cambio de Estándar)	10	19864.85	198648.50	1	198,648.50
Cambio de Estándar - Solución Básica	10	381406.33	3814063.30	1	3,814,063.30
Conservación rutinaria solución Básica (después del cambio Estándar)	10	24954.09	249540.90	1	249,540.90
Conservación Periódica en Solución Básica	10	137901.26	1379012.60	1	1,379,012.60
Atención de emergencia	600 m3	17.58	10548.00	1	10,548.00
					S/. 5,651,813.30

Fuente: Extraída de las bases del concurso público

4.8 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

El análisis de precios unitarios se tomó considerando la cantidad de mano de obra, los materiales a utilizar, equipos y herramientas, en cada una de las partidas. Se hizo el análisis de costos para todos los sub presupuestos considerados en la conservación de la carretera. Los formatos utilizados son adaptaciones de otras carreteras ya presupuestadas en el país.

Ver Anexo 2.

4.9. ANALISIS DE GASTOS GENERALES

CÁLCULO DE GASTOS GENERALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	N° Participación	Cantidad	Precio	Total
1-GASTOS GENERALES FIJOS					
1.1 Ensayos de subrasante					
Proctor modificado	Und.	1	2	65	130.00
Ensayos de compactación	Und.	1	10	35	350.00
1.2 Ensayos de afirmado					
Limites de consistencia	Und.	1	2	40	80.00
Equivalente de arena	Und.	1	2	100	200.00
Abrasión	Und.	1	2	100	200.00
Granulometría	Und.	1	2	50	100.00
Proctor modificado	Und.	1	10	75	750.00
1.3 Ensayos de mezclas asfálticas					
Ensayos asfálticos en frío	Und.	1	1	2000	2000.00
Ensayos asfálticos en caliente	Und.	1	1	2000	2000.00
1.4 Varios					
Útiles de escritorio	Und.	1	1	400	400.00
Fotografías	Und.	1	1	450	450.00
Fotocopias	Und.	1	1	300	300.00
Ploteo de planos	Gbl.	1	1	550	550.00
Viga Benkelman	Gbl.	1	1	1500	1500.00
TOTAL GASTOS GENERALES FIJOS					S/. 9,410.00
2-GASTOS GENERALES VARIABLES (12 Meses)					
2.1 Sueldos					
Ing. Residente	Meses	1	5	8000	80000
Ing. Pavimentos	Meses	1	5	8000	80000
Asistente de Ing. Residente	Meses	11	6	4000	48000
Maestro de obra	Meses	1	12	3000	60000
Almacenero	Meses	1	12	1800	43200
Guardián	Meses	2	12	1500	36000
Asistente administrativo	Meses	1	12	1800	43200
Secretaría	Meses	1	12	1600	38400
Alquiler de camioneta	Meses	1	12	12000	36000
Gastos de oficina	Meses	1	12	900	21600
TOTAL GASTOS GENERALES VARIABLES					S/. 393,200.00
TOTAL DE GASTOS GENERALES					S/. 402,610.00

Resumen de gastos generales:

GG fijos: S/. 9,410.00

GG variables: S/. 393,200.00

Total GG: S/. 402,610.00

Los gastos generales son S/. 402,610.00 lo cual representa el 14.85% del costo directo.

4.10 RELACION DE EQUIPOS MÍNIMOS

En el siguiente cuadro presentamos los equipos mínimos que se deben utilizar en campo para los presupuestos realizados.

Descripción	Cantidad (und.)
BARREDORA MECANICA 10-20 HP	2
CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 122HP 2,000	2
CARGADOR S/LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3	1
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 yd3	1
CAMION IMPRIMADOR 210 HP 2,000 gln	1
CHANCADORA SECUNDARIA 36" S	1
COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 7 HP	2
COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM,87 HP	2
ESPARCIDORA DE AGREGADOS	1
FAJA TRANSPORTADORA 18"x5" M.E 3 KW 150 TON/H	1
GRUPO ELECTROGENO 116 HP 75 KW	1
HERRAMIENTAS MANUALES	1
MARTILLO NEUMATICO DE 25-29 Kg	1
MOTONIVELADORA DE 125 HP	1
NIVEL	1
RODILLO LISO VIBR. MANUAL 10.8 HP 0.8-1.1 T	2
RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T	1
RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135 HP 10-12 TN	1
RUTEADOR	1
SELLADOR	1
TEODOLITO	1
TRACTOR DE TIRO 80 HP	2
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	1
VOLQUETE 12 m3	1

CONCLUSIONES

1-Se puede concluir que un análisis de precios adecuado, minucioso y ordenado, conlleva a tener mejores costos, que conducen a presupuestos más reales.

2-El tener un presupuesto desagregado en partidas, a veces resulta más favorable para el contratante, ya que se puede tener mejor control y ahorrar gastos innecesarios, en suma si se considera una carretera de muchos kilómetros se estaría perdiendo importantes cantidades de dinero que serviría para otras actividades.

3-Al comparar el presupuesto total del trabajo de investigación en los 10 km analizados y el presupuesto que ganó el contratista, se concluye que el monto total del presupuesto adjudicado debió ser menor ya que en el análisis que se obtuvo presenta una diferencia de S/. 1,623,349.67 adjudicado de más a favor del contratista.

4-Contar con buenos materiales, un buen proceso de construcción cumpliendo las especificaciones técnicas y con una correcta supervisión ayudaría a tener mejores carreteras, mejores tipos de conservación de las vías, más durables y obtener periodos de conservación más largos.

5-Con los resultados hallados con la Viga Benkelman se puede proyectar los periodos de conservación de la carretera, los tramos más deteriorados y que necesiten un mantenimiento más inmediato, de tal manera que se utilicen los recursos de forma más eficiente.

6-Comparando las actividades de Cambio de estándar, Conservación rutinaria, Conservación periódica y Actividades de emergencia, del contrato; versus el trabajo de investigación, se obtienen los siguientes resultados.

Actividades	Propuesta del Informe	Presupuesto adjudicado
Cambio estándar	S/. 2'518,505.21	S/. 3'814,063,30
Conservación rutinaria	S/. 128,758.90	S/. 448,189.40
Conservación periódica	S/. 1'324,990.35	S/. 1'379,012.60
Actividades de emergencia	S/. 55,209.17	S/. 10,548.00

Se puede apreciar que los menores valores en su mayoría corresponden lo presupuestado en este informe.

RECOMENDACIONES

1-Se deberá realizar evaluaciones de los pavimentos, con cierta periodicidad, ya que el comportamiento de los pavimentos básicos no es muy conocido, de tal manera de tener un control del estado del pavimento. Estas inspecciones se pueden realizar por medio de la Viga Benkelman, obtener las deflexiones y compararlas con las permisibles.

2-En propuestas futuras se debería realizar en el tramo de trabajo un estudio preliminar de los costos y presupuesto, de tal manera que se permita tener una base de presupuesto más real del trabajo a realizar.

3-Para este tipo de obras de mantenimiento de carreteras se debería adjudicar bajo la modalidad de costos unitarios, conociendo cada una de las partidas que intervienen en el presupuesto y que se van a llevar a cabo en el proyecto, ya que se puede llevar un mejor control de lo ejecutado y hacer los pagos de acuerdo a lo estrictamente ejecutado en cada partida, sin llevar pérdidas por pagos de metrados o cantidades que no se ejecutaron. No se debería adjudicar a precios unitarios por paquetes de actividades sino por partidas dentro de cada actividad

4-Para pavimentos básicos se debería tener un mejor estudio de los materiales, realizar ensayos, y así obtener mejores especificaciones técnicas que ayuden a que se ejecute la obra de una manera más durable y confiable.

BIBLIOGRAFÍA

- Ibáñez Walter. Costos y Tiempos en Carreteras, 1ra Edición 1992.
- Kramer Carlos y otros. "Ingeniería de Carreteras", Editorial Mc Graw Hill, España Madrid, 2003 – 2004, Tomo I.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Especificaciones Técnicas para la Construcción de Carreteras. Perú, 2000.
- Ministerio de transporte y comunicaciones, Manual de Diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, MTC Lima – Perú, 2010.

ANEXOS

ANEXO 1: PLANILLA DE METRADOS

CAMBIO DE ESTÁNDAR

Se presenta la planilla de metrados con elaboración propia.

E2.1 Transporte de material granular mayor a 1 km. Cantera en km 85+000

Desde	Hasta	Long.	Vol.	C.G.	Origen	Distancia	m3-km
		Km.	m3		A	DA-Km	
74.000	84.000	10	8000	78	85	7	56000

E3.1 Escarificado y conformación de la sub-rasante

Descripción	Ancho (m)	Long. (m)	Espesor (m)	Parcial	Total (m2)
Carril	4.00	10000	-	40000	40000
					40000 m2

E3.2 Base granular

Descripción	Ancho (m)	Long. (m)	Espesor (m)	Parcial	Total (m3)
Carril	4.00	10000	0.20	8000	8000
					8000 m3

E3.3 Base estabilizada

Descripción	Ancho (m)	Long. (m)	Espesor (m)	Parcial	Total (m3)
Carril	4.00	10000	0.05	2000	2000
					2000 m3

E3.4 Imprimación asfáltica

Descripción	Ancho (m)	Long. (m)	Espesor (m)	Parcial	Total (m2)
Carril	4.00	10000	-	40000	40000
					40000 m2

E3.5 Colocación de mortero asfáltico Slurry Seal

Descripción	Ancho (m)	Long. (m)	Espesor (m)	Parcial	Total (m2)
Carril	4.00	10000	-	40000	40000
					40000 m2

CONSERVACIÓN RUTINARIA

En el siguiente cuadro se presenta los metrados obtenidos de las bases del concurso público para la adjudicación.

De las bases del presupuesto. Para 72.6 Km. (Tramo Zúñiga – Dv. Yauyos)

Debido a que no se puede obtener los metrados directamente de campo en estas actividades hemos optado por tomar como referencia a los metrados de la base de licitación.

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado
R1	Limpieza general	km	72.6
R2	Tratamiento de fisuras con sellante elastomérico	ml	21780
R3	Roce	m2	72600
R4	Bacheo superficial	m2	43560
R5	Vigilancia y monitoreo visual	km	72.6

Luego se hace el ajuste del metrado para los kilómetros en estudio:

R2 Tratamiento de fisuras con sellante elastomérico

$$=21780 \times 10 / 72.6$$

3000 ml

R3 Roce

$$=72600 \times 10 / 72.6$$

10000 m2

R4 Bacheo superficial

$$=43560 \times 10 / 72.6$$

6000 m2

Del tramo en estudio. Para 10 Km.

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado
R1	Limpieza general	km	10
R2	Tratamiento de fisuras con sellante elastomérico	ml	3000
R3	Roce	m2	10000
R4	Bacheo superficial	m2	2000
R5	Vigilancia y monitoreo visual	km	10

CONSERVACIÓN PERIODICA

En el siguiente cuadro se presenta los metrados obtenidos de las bases del concurso público para la adjudicación:

De las bases del presupuesto. Para 72.6 Km. (Tramo Zúñiga – Dv. Yauyos)

Debido a que no se puede obtener los metrados directamente de campo en estas actividades hemos optado por tomar como referencia a los metrados de la base de licitación.

Item	Descripción	Unidad	Metrado
P1	Movilización y desmovilización	gbl	1
P2	Riego de liga	m2	432000
P3	Tratamiento de fisuras	ml	21780
P4	Parchado	m2	730
P5	Colocación de mortero asfáltico	m2	432000

Luego se hace el ajuste del metrado para los kilómetros en estudio:

P2 Riego de liga

$$=432000 \times 10 / 72.6 = 59500 \text{ m}^2$$

P3 Tratamiento de fisuras

$$=21780 \times 10 / 72.6 = 3000 \text{ ml}$$

P4 Parchado

$$=730 \times 10 / 72.6 = 100 \text{ m}^2$$

P5 Colocación de mortero asfáltico

$$=432000 \times 10 / 72.6 = 59500 \text{ m}^2$$

Del tramo en estudio. Para 10 Km.

Item	Descripción	Unidad	Metrado
P1	Movilización y desmovilización	gbl	1
P2	Riego de liga	m2	59500
P3	Tratamiento de fisuras	ml	3000
P4	Parchado	m2	100
P5	Colocación de mortero asfáltico	m2	59500

ANEXO 2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CAMBIO DE ESTÁNDAR

Lugar: Catahuasi-Yauyos-Lima

Fecha: Dic. 2010

PARTIDA : E1.1		MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO				
		Costo unitario directo por : Glb				24,000.00
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Sf.	Parcial Sf.	
Equipos						
TRASLADO DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS	Vje		24	1,000.00	24,000.00	
					24,000.00	

PARTIDA : E1.2		OBRAS PROVISIONALES				
		Costo unitario directo por : Glb				96,000.00
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Sf.	Parcial Sf.	
OBRAS PROVISIONALES	gbl		1	96,000.00	96,000.00	
					96,000.00	

PARTIDA : E1.3		TRAZO Y REPLANTEO				
		Costo unitario directo por : Glb				8,000.00
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Sf.	Parcial Sf.	
TRAZO Y REPLANTEO	gbl		1	8,000.00	8,000.00	
					8,000.00	

PARTIDA : E2.1		TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR MAYOR 1 KM				
Rendimiento		388.000	M3K/día	Costo unitario directo por : M3K		1.05
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Sf.	Parcial Sf.	
Equipos						
VOLQUETE 12 m3	hm	1.00	0.0088	120.00	1.05	
					1.05	

PARTIDA : E3.1		ESCARIFICADO Y CONFORMACIÓN DE LA SUB-RASANTE				
Rendimiento		800.000	m2/día	Costo unitario directo por : m2		3.42
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Sf.	Parcial Sf.	
Mano de Obra						
CAPATAZ "B"	hh	0.50	0.005	17.06	0.085	
OPERARIO	hh	1.00	0.01	9.95	0.100	
PEON	hh	3.00	0.03	8.97	0.269	
					0.45	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	½MO		3	0.45	0.0135	
CAMIÓN CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 1500 GAL	hm	1.00	0.01	80.00	0.8000	
RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T	hm	1.00	0.01	97.80	0.9780	
MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.00	0.01	117.36	1.1736	
					2.97	

Lugar: Catahuasi-Yauyos-Lima

Fecha: Dic. 2010

PARTIDA : E3.2 BASE GRANULAR						
Rendimiento		360.000	EQ	Costo unitario directo por : m3		34.90
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL	hh	1.00	0.0222	11.43	0.254	
PEON	hh	6.00	0.1333	10.24	1.365	
CAPATAZ "A"	hh	1.00	0.0222	21.03	0.467	
					2.09	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	2.08	0.104	
RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T						
AUTOPROPULSADO	hm	1.00	0.0222	60.00	1.332	
MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.00	0.0222	125.00	2.775	
					4.211	
Subpartidas						
MATERIAL GRANULAR BASE	m3		1.25	20.57	25.713	
TRANSPORTE DE AGUA PARA OBRA	m3		0.18	16.04	2.887	
					28.60	

PARTIDA : E3.3 BASE ESTABILIZADA						
Rendimiento		360.000	EQ	Costo unitario directo por : m3		265.51
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL	hh	1.00	0.0222	11.43	0.254	
PEON	hh	6.00	0.1333	10.24	1.365	
CAPATAZ "A"	hh	1.00	0.0222	21.03	0.467	
					2.09	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	2.08	0.104	
RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T						
AUTOPROPULSADO	hm	1.00	0.0222	60.00	1.332	
MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.00	0.0222	125.00	2.775	
					4.211	
Subpartidas						
MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO	m3		1.25	202.58	253.225	
TRANSPORTE DE AGUA PARA OBRA	m3		0.18	33.28	5.990	
					259.22	

PARTIDA : E3.4 IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA						
Rendimiento		4.000.000	EQ	Costo unitario directo por : m2		3.15
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	1.00	0.002	16.75	0.034	
OFICIAL	hh	1.00	0.002	13.49	0.027	
PEÓN	hh	6.00	0.012	12.49	0.150	
					0.21	
Materiales						
ASFALTICO LIQUIDO MC-30			0.315	7.88	2.48	
					2.48	
Equipos						
HERRAMIENTAS MENORES	%MO		5	0.21	0.011	
COMPRESORA NEUMÁTICA 260-330 PCM, 87 HP	hm	0.50	0.0010	69.23	0.069	
BARREDORA MECÁNICA 10-20 HP	hm	0.50	0.0010	15.44	0.015	
TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	hm	1.00	0.0020	63.00	0.126	
CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1800 G	hm	1.00	0.0020	119.29	0.239	
					0.46	

Lugar: Catahuasi-Yauyos-Lima

Fecha: Dic. 2010

PARTIDA : E3.5 COLOCACIÓN DE MORTERO ASFÁLTICO-SLURRY SEAL						
Rendimiento		2,000.000	EQ	Costo unitario directo por : m2		10.90
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.75	0.0030	16.75	0.050	
OFICIAL	hh	1.00	0.0040	13.49	0.054	
PEON	hh	6.00	0.0240	12.49	0.300	
					0.40	
Materiales						
GRAVILLA P/TRAT. SUPERFICIAL	m3		0.0100	54.82	0.55	
AGUA LIMPIA	gln		0.5000	7.00	3.50	
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bls		0.0040	18.00	0.07	
EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA CRS-2	gln		0.6000	8.19	4.91	
					9.03	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	0.40	0.020	
COMPRESORA NEUMÁTICA 250-330 PCM, 87 HP	hm	1.00	0.0040	69.23	0.277	
TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	hm	1.00	0.0040	63.00	0.252	
CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1800 G	hm	1.00	0.0040	119.29	0.477	
ESPARCIDORA DE AGREGADOS	hm	1.00	0.0040	109.70	0.439	
					1.46	

CONSERVACIÓN RUTINARIA

Lugar: Catahuasi-Yauyos-Lima

Fecha: Dic. 2010

PARTIDA : R1 LIMPIEZA GENERAL						
Rendimiento		10.000	Km/día	Costo unitario directo por : Km		149.78
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	1.0000	1.6000	15.44	24.70	
PEON	hh	2.0000	3.2000	9.60	30.72	
					55.42	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	55.42	2.77	
CAMIONETA PICK-UP 4X2 107 HP 1 TON.	hm	1.0000	1.6000	57.24	91.58	
					94.36	

PARTIDA : R2 TRATAMIENTO DE FISURAS CON SELLANTE ELASTOMERICO						
Rendimiento		MO. 600		Costo unitario directo por : m		6.94
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	1.00	0.0133	15.44	0.21	
OPERARIO	hh	3.00	0.0400	11.88	0.48	
OFICIAL	hh	1.00	0.0133	10.63	0.14	
PEON	hh	2.00	0.0267	9.60	0.26	
					1.08	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	1.08	0.05	
COMPRESORA NEUMÁTICA 250-330 PCM, 87 HP	hm	1.00	0.0133	72.87	0.97	
RUTEADOR	hm	1.00	0.0133	89.10	1.19	
SELLADOR DE FISURAS	hm	1.00	0.0133	153.10	2.04	
TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	hm	1.00	0.0133	63.07	0.84	
CAMIONETA PICK-UP 4x2 107 HP 1 TON.	hm	1.00	0.0133	57.24	0.76	
					5.86	

Lugar: Catahuasi-Yauyos-Lima

Fecha: Dic. 2010

PARTIDA : R3 ROCE MANUAL EN VEGETACION MENOR						
Rendimiento	500.000	m2/día	Costo unitario directo por : m2		0.23	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.20	0.0032	15.75	0.05
PEON		hh	1.00	0.016	10.58	0.17
						0.22
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3	0.22	0.01
						0.01

PARTIDA : R4 BACHEO SUPERFICIAL						
Rendimiento	300.000	m2/día	Costo unitario directo por : m2		30.98	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	1.00	0.0267	15.75	0.42
OPERARIO		hh	1.00	0.0267	13.12	0.35
PEON		hh	10.00	0.267	10.58	2.82
						3.60
Materiales						
ASFALTO LIQUIDO RC-250		gln		0.19	6.36	1.21
KEROSENE		gln		0.06	12	0.72
						1.93
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.00	3.59	0.18
COMPRESORA NEUMATICA 196 HP 600-690 PCM		hm	1.00	0.0267	131.64	3.51
COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 7 HP		hm	1.00	0.0267	22.17	0.59
RODILLO LISO VIBR. MANUAL 10.8 HP 0.8-1.1 T		hm	1.00	0.0267	27.69	0.74
MARTILLO NEUMATICO DE 25-29 Kg		hm	1.00	0.0267	4.53	0.12
						5.15
Subpartidas						
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUI		m3		0.06	30.94	1.86
TRANSPORTE DE AGREGADOS A OBRA		m3		0.06	77.94	4.68
PREP. MEZCL. ASFALT. EN CALIENTE PARA PAF		m3		0.06	229.68	13.78
						20.31

PARTIDA : R5 VIGILANCIA Y MONITOREO						
Rendimiento	10.000	Km/día	Costo unitario directo por : Km		8.68	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
PEON		hh	1.00	0.8	10.58	8.46
						8.46
Equipos						
CHALECO DE SEGURIDAD		Und.		0.0063	35	0.22
						0.22

CONSERVACIÓN PERIODICA

Lugar: Catahuasi-Yauyos-Lima

Fecha: Dic. 2010

PARTIDA : P1. MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION						
					Costo unitario directo por : Gb	24,000.00 ¹
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Equipos						
TRASLADO DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS	Vje		24	1,000.00	24,000.00	
					24,000.00	

PARTIDA : P2 RIEGO DE LIGA					
Rendimiento	4,000.000	m2/día	Costo unitario directo por : m2		3.15
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.00	0.0020	16.75	0.03
OFICIAL	hh	1.00	0.0020	13.49	0.03
PEON	hh	6.00	0.0120	12.49	0.15
					0.21
Materiales					
ASFALTO LIQUIDO MC-30			0.3150	7.88	2.48
					2.48
Equipos y herramientas					
Herramientas menores	%MO		5	0.21	0.01
Compresora neumática 250-330 PCM, 87 HP	hm	1.00	0.0010	69.23	0.07
BARREDORA MECANICA 10-20 HP	hm	1.00	0.0010	15.44	0.02
Tractor de tiro de 80 HP	hm	1.00	0.0020	63.00	0.13
Camión Imprimador 6x2 178-210 HP 1800 G	hm	1.00	0.0020	119.29	0.24
					0.46

PARTIDA : P3 TRATAMIENTO DE FISURAS					
Rendimiento	MO. 500		Costo unitario directo por : m		9.85
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.00	0.0160	15.44	0.25
OPERARIO	hh	4.00	0.0640	11.88	0.76
OFICIAL	hh	3.00	0.0480	10.63	0.51
PEON	hh	8.00	0.1280	9.60	1.23
					2.75
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	2.75	0.14
COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM,87 HP	hm	1.00	0.0160	72.87	1.17
RUTEADOR	hm	1.00	0.0160	89.10	1.43
SELLADOR DE FISURAS	hm	1.00	0.0160	153.10	2.45
TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	hm	1.00	0.0160	63.07	1.01
CAMIONETA PICK-UP 4x2 107 HP 1 TON.	hm	1.00	0.0160	57.24	0.92
					7.10

Lugar: Catahuasi-Yauyos-Lima

Fecha: Dic. 2010

PARTIDA : P4 PARCHADO						
Rendimiento	MO.				Costo unitario directo por : m	22.95
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Insumos Partida						
REMOCIÓN DE CARPETA	M2		1.00	0.59	0.59	
RECONFORMACIÓN BASE EXIS. EN PARCHES	M3		0.15	37.30	5.60	
PERFILADO Y COMPACT. BASE EN PARCHES	M2		1.00	2.71	2.71	
IMPRIMACIÓN ASFALTICA	M2		1.00	3.15	3.15	
COLOCACIÓN DE MORTERO ASFALTICO	M2		1.00	10.90	10.90	
						22.95

PARTIDA : P5 COLOCACIÓN DE MORTERO ASFÁLTICO						
Rendimiento	2,000.000	EQ			Costo unitario directo por : m2	10.90
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.75	0.0030	16.75	0.050	
OFICIAL	hh	1.00	0.0040	13.49	0.054	
PEON	hh	6.00	0.0240	12.49	0.300	
						0.40
Materiales						
GRAVILLA P/TRAT. SUPERFICIAL	m3		0.0100	54.82	0.55	
AGUA LIMPIA	gln		0.5000	7.00	3.50	
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bis		0.0040	18.00	0.07	
EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA CRS-2	gln		0.6000	8.19	4.91	
						9.03
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	0.40	0.020	
COMPRESORA NEUMÁTICA 250-330 PCM, 87 HF	hm	1.00	0.0040	69.23	0.277	
TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	hm	1.00	0.0040	63.00	0.252	
CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1800 G	hm	1.00	0.0040	119.29	0.477	
ESPARCIDORA DE AGREGADOS	hm	1.00	0.0040	109.70	0.439	
						1.46

ACTIVIDADES DE EMERGENCIA

Lugar: Catahuasi-Yauyos-Lima

Fecha: Dic. 2010

PARTIDA :A1 LIMPIEZA DE CALZADA POR DERRUMBES						
Rendimiento	500.000	m3/día			Costo unitario directo por : m3	16.55
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	1.00	0.016	15.75	0.25	
OPERARIO	hh	2.00	0.032	13.12	0.42	
PEON	hh	4.00	0.064	10.58	0.68	
						1.35
Materiales						
MECHA NARANJA	m		0.50	1.06	0.53	
DINAMITA	kg		0.10	17.89	1.79	
FULMINANTE	und		0.02	0.8	0.02	
						2.34
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3	1.35	0.04	
VOLQUETE 6X4 330 HP 10 M3	hm	1.00	0.016	196.32	3.14	
COMPRESORA NEUMÁTICA 196 HP 600-690 PCM	hm	1.00	0.016	131.64	2.11	
CARGADOR SILLANTAS 100-115 HP 2.2.25 YD3	hm	1.00	0.016	137.31	2.20	
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.00	0.016	327.28	5.24	
MARTILLO NEUMÁTICO DE 25-29 Kg	hm	2.00	0.032	4.53	0.14	
						12.87

Lugar: Catahuasi-Yauyos-Lima

Fecha: Dic. 2010

PARTIDA :A2 REPARACION DE CALZADA POR DERRUMBES					
Rendimiento	600.000	m2/día	Costo unitario directo por : m2		108.92
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.00	0.0133	15.75	0.21
PEON	hh	6.00	0.08	10.58	0.85
					1.06
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3	1.06	0.03
VOLQUETE 6X4 330 HP 10 M3	hm	1.00	0.0133	196.32	2.61
RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T	hm	1.00	0.0133	83.37	1.11
CARGADOR S/LLANTAS 100-115 HP 2.2.25 YD3	hm	1.00	0.0133	137.31	1.83
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.00	0.0133	327.28	4.35
MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.00	0.0133	149.3	1.99
					11.92
Subpartidas					
TRANSPORTE DE AGREGADOS A OBRA	m3		1.00	77.94	77.94
AGUA PARA COMPACTACION	m3		0.10	7.88	0.79
MATERIAL DE RELLENO	m3		1.00	17.22	17.22
					95.95