

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



**“TRATAMIENTO DE FISURAS CON ASFALTO MODIFICADO  
CARRETERA EL MILAGRO- CHICLAYO”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

Para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

**EDITH OBDULIA VALENCIA MALLMA**

**LIMA – PERU**

**2005**

**Dedicatoria.**

*A mis papas Pánfilo y Obdulia por su apoyo y amor insuperable, a mis hermanos Edgar, Cesar, William y Omar por la confianza e inmenso cariño, a mis sobrinos Piero y Gerardo por haber llegado a iluminar nuestras vidas, a José Luis por ahora ser parte de mi vida.*

**Agradecimiento.**

*A Dios por ser el eje de nuestras vidas, a los catedráticos de la Uni por sus enseñanzas, a mis compañeros por el compartir toda una vida, universitaria y ahora profesional, a Rex un amigo incondicional que me apoyo toda esta etapa, a mi asesor Ing. Néstor Huaman y vocal Ing. Luis Domínguez por el apoyo en la elaboración de este informe.*

**TRATAMIENTO DE FISURAS CON ASFALTO MODIFICADO CARRETERA EL  
MILAGRO- CHICLAYO**

**1.- OBJETIVOS**

El objetivo de este Estudio es presentar propuestas para el mejoramiento de las condiciones actuales de las carreteras que han sufrido daños debido al tiempo de vida, al uso que se le dado, realizando así el debido mantenimiento que requiere de esta manera se logrará mejorar los niveles de servicio, comodidad y seguridad de los usuarios de la Carretera.

**2.- INDICE TEMÁTICO**

INTRODUCCION.....	5
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES.....	7
1.1 ANTECEDENTES .....	7
1.2 OBJETIVOS Y ALCANCES .....	7
CAPITULO II	
MARCO TEORICO.....	8
2.1 DETERIORO EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	8
2.1.1 TIPOS DE FALLAS EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES.	
2.2 CLASIFICACION DE LOS DAÑOS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES:.....	10
2.2.1 TIPOS DE FISURAS Y GRIETAS	
2.2.2 DEFORMACIONES SUPERFICIALES DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	
2.2.3 DESINTEGRACIÓN EN LOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	

2.2.4 OTROS DETERIOROS EN LOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

2.3 ASFALTO MODIFICADO.....13

2.4 TRATAMIENTOS DE FISURAS EN CARPETAS ASFÁLTICAS.....29

2.4.1 TRATAMIENTO DE FISURAS TIPO BANDA

2.4.2 TRATAMIENTO DE FISURAS CON RUTEO

2.4.3 TRATAMIENTO DE FISURAS LLENADO TIPO CHORRO

CAPITULO III

APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS DE FISURAS CARRETERA EL MILAGRO-  
CHICLAYO.....35

3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA.....35

3.1.1 ANTECEDENTES

3.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

3.1.3 CONSIDERACIONES GENERALES DEL ESTUDIO

3.1.4 ESTUDIO TOPOGRAFICO

3.1.5 ESTUDIO DE TRAFICO

3.1.6 EVALUACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

3.1.7 ESTUDIO DE SUELOS CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

3.1.8 GEOLOGIA Y GEOTECNIA

3.1.9 HIDROLOGIA Y DRENAJE

3.1.10 SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL

3.2 APLICACIÓN DE TRATAMIENTO DE FISURAS .....58

3.2.1 TRATAMIENTO DE FISURAS TIPO BANDA

3.2.1.1.DESCRIPCIÓN

3.2.1.2 MATERIALES REQUERIDOS

3.2.1.3 EQUIPO BÁSICO

3.2.2 TRATAMIENTO DE FISURAS CON RUTEO	
3.2.2.1.DESCRIPCIÓN	
3.2.2.2 MATERIALES REQUERIDOS	
3.2.2.3 EQUIPO BÁSICO	
3.2.3 REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN	
3.2.4 MEDICIÓN	
3.3 EQUIPOS UTILIZADOS.....	67
3.4 ANALISIS DE COSTOS BENEFICIO.....	77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
PANEL FOTOGRAFICO.....	90
BIBLIOGRAFIA.....	102
ANEXOS	

## 1. INTRODUCCION

En la actualidad uno de los problemas con mayor incidencia en el deterioro de las vías asfaltadas, es la presencia de fisuras. Estas se presentan cuando los esfuerzos o deformaciones exceden ciertos valores límites ocasionado por el endurecimiento del asfalto el cual incrementa la rigidez de la superficie asfáltica, el cual se torna frágil y propenso a fisurar bajo esfuerzos de decrecimiento de la temperatura de la capa asfáltica, este efecto no solo crea esfuerzos de tensión debido a la contracción térmica, sino también incrementa su rigidez, haciendo más variable a las fallas por tensión ocasionados por el tránsito; estas fracturas en el pavimento constituyen el inicio del deterioro de la carpeta asfáltica, ya que, a través de ellos se producen infiltración de aguas superficiales (lluvias), la cual provoca deformaciones de la sub estructura, por pérdida de resistencia al esfuerzo cortante del material conformante de la sub base o sub rasante. De igual forma las fisuras en los pavimentos ocasionan la pérdida de continuidad, y con ella la redistribución de los esfuerzos, en la carpeta asfáltica, si la vía presenta esta irregularidad, se puede decir que estructuralmente se encuentra fallada, y sin capacidad de absorber los esfuerzos producto de las cargas móviles, por lo tanto es necesario el tratamiento de fisuras y reforzamiento de la carpeta asfáltica con la finalidad de recuperar la capacidad de absorber los esfuerzos y proveerla de mayor tiempo de vida útil.

Otro problema que ocasionan las fisuras es la posibilidad, que a través de ellas, se introduzcan elementos extraños que provoquen el deterioro de las aristas de la fisura, en forma de fracturas y desprendimiento, ocasionando una futura falla del pavimento, por todas estas causas es necesario un tratamiento adecuado de las fisuras en las carpetas asfálticas que sirven de superficie de rodadura de las vías.

Antes de iniciar el tratamiento es necesario realizar una evaluación a las fisuras presentes en la vía y definir si dichas fisuras corresponden a un problema estructural, como es el caso de la calidad en la carpeta asfáltica, en la base y sub-base, ó si las fisuras presentes se deben a problemas de adherencia como es el caso de las juntas de construcción o a cambios de temperatura y de otros tipos de fisuras no estructurales.

Para cada una de estos tipos de falla el tratamiento de las fisuras serán diferentes

Los métodos comerciales para tratamientos de fisuras son utilizando asfalto liquido o Cut backs (RC o MS) o emulsiones asfálticas, métodos que han sido utilizados en diferentes obras donde se ha observado que no son los apropiados debido a que soluciona el problema pero a corto plazo; el método con asfalto modificado es mucho mas apropiado para poder solucionar el problema que presente la vía en cuanto a las fisuras existentes ya que el material a utilizar presenta una mayor elasticidad, mayor adherencia, reduce el costo de mantenimiento.

Los métodos tradicionales presentan problemas de contaminación debido a que se utiliza kerosene y gasolina que son volátiles, el costo es menor a corto plazo sin embargo el método presentado es económico pero en el tiempo ya que como se ha mencionado reduce el costo de mantenimiento presentando una mayor vida útil.

## **CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES:**

### **1.1 ANTECEDENTES.-**

En los métodos convencionales para tratamientos de fisuras se utiliza asfalto liquido o Cut backs (RC o MS) o emulsiones asfálticas, el método que se propone con asfalto modificado es mas apropiado para poder solucionar el problema que presente la vía en cuanto a las fisuras existentes ya que el material a utilizar presenta una mayor elasticidad, mayor adherencia, reduce el costo de mantenimiento.

Los métodos tradicionales presentan problemas de contaminación debido a que se utiliza kerosene y gasolina que son volátiles

### **1.2 OBJETIVOS Y ALCANCES.-**

El objetivo principal de este informe es el de proponer una alternativa para el mejoramiento de las condiciones actuales de las carreteras que han sufrido daños debido al tiempo de la vía y al uso que se le ha dado, realizando el debido mantenimiento para mejorar los niveles de servicio, comodidad y seguridad para los usuarios de la carretera.

El tratamiento de fisuras propuesto en este informe es una solución a largo plazo, el beneficio se vera a través del tiempo ya que los costos iniciales son mas altos que los métodos convencionales, sin embargo esto se recupera en el tiempo.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1 DETERIORO EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES.

Las causas que inciden directamente en el deterioro de la superficie de rodadura pueden tener distintos orígenes y naturaleza entre las que se pueden destacar:

- Elevado incremento de las cargas circulantes y de frecuencia con respecto a las previstas en el diseño original.
- Deficiencias durante el proceso constructivo, en la calidad de los materiales en espesores o en las operaciones de construcción, particularmente en la densificación de las capas.
- Diseños deficientes: empleo de métodos de diseño inadecuados, incorrecta valoración de las características de los materiales empleados, incorrecta evaluación del tránsito previsto para el diseño.
- Factores climáticos regionales: elevación del nivel freático, inundaciones, lluvias, insuficiencia de drenaje superficial.
- Deficiente mantenimiento por escasez de recursos disponibles.

##### 2.1.1 TIPOS DE FALLAS EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES.

Las fallas pueden ser de dos tipos:

###### ***Fallas superficiales:***

Comprende los defectos de la superficie de rodamiento debidos a fallas de la capa asfáltica y no guardan relación con la estructura de la calzada. La corrección de estas fallas se efectúa regularizando la superficie y

confiriéndole la necesaria impermeabilidad y rugosidad. Ello se logra con capas asfálticas delgadas que poco aportan desde el punto de vista estructural en forma directa.

**Fallas estructurales:** comprende los defectos de la superficie de rodamiento cuyo origen es una falla en la estructura del pavimento, es decir de una o mas capas que conforman la estructura, que deben resistir el complejo juego de solicitaciones que impone el tránsito y el conjunto de factores climáticos regionales. En la corrección de este tipo de fallas es necesario reforzar el pavimento existente. Se hace necesario el diseño de una estructura nueva formado por la subrasante – pavimento antiguo – refuerzo.

Teniendo en cuenta que un pavimento es una estructura con cierta capacidad para absorber la energía elástica potencial de deformación impuesto por cada carga circulante durante su vida útil; retirada esta carga dicha energía es determinante de la recuperación elástica o cuasi elástica de la deformación producida. La falla de la estructura se deriva de dos causas fundamentales:

- 1) Si la capacidad mencionada es excedida mas allá del valor de las deformaciones recuperables por elasticidad instantánea y retardada, se desarrollan deformaciones permanentes en cada aplicación de las cargas, las que se acumulan modificando los perfiles de la calzada hasta valores que resultan intolerables para la comodidad, seguridad y rapidez del tránsito y aun pueden provocar el colapso total de la estructura.
- 2) Si la capacidad mencionada no es excedida pero las deformaciones recuperables son elevadas, se produce el fenómeno denominado fatiga cuando el número de aplicaciones de las cargas pesadas es elevado, que se traduce en reducción de sus características

mecánicas. En este caso la deformación horizontal por tracción en la parte inferior de las capas asfálticas al flexionar la estructura, puede exceder el límite crítico y se llega a la iniciación del proceso de fisuramiento.

**Combinación de las fallas:** Cuando una determinada falla alcanza cierta magnitud, evoluciona hacia otro tipo de falla mayor, lo que dificulta la interpretación.

Así por ejemplo, en pavimentos flexibles, es posible que un asentamiento no corregido permita la formación de fisuras de pequeña magnitud, que con el tiempo, se interconectan formando un sistema tipo piel de cocodrilo, el cual permite el ingreso de agua lo que produce degradación de la estructura que lleva a la desintegración del pavimento.

Por lo tanto, es importante efectuar, periódicamente un seguimiento y evaluación del pavimento, de forma que sea oportuna la detección e interpretación de los deterioros que se presente en el tiempo.

## 2.2. CLASIFICACION DE LOS DAÑOS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES:

### 2.2.1 FISURAS Y GRIETAS

#### ***Fisura Piel de Cocodrilo***

Serie de fisuras interconectadas formando pequeños polígonos irregulares de ángulos agudos, generalmente con un diámetro promedio de 30 mm.

### ***Fisuras en Bloque***

Fisuras y grietas formando polígonos de bordes regulares, con ángulos por lo general rectos.

### ***Fisuras en arco***

Fisuras y grietas formando polígonos de bordes tipo arco de circunferencia.

### ***Fisura Transversal***

Fracturas de longitud variable que se extienden a través de la superficie del Pavimento, formando un ángulo aproximadamente recto con el eje de la carretera.

### ***Fisura Longitudinal***

Fracturas de longitud variable que se extienden a través de la superficie del pavimento, paralelas al eje del pavimento.

### ***Fisura por Reflexión de Junta***

Fisuras o grietas que se observan en la superficie de sobre capas que tienden a reproducir las fallas y juntas que se producen en la capa de abajo.

## **2.2.2. DEFORMACIONES SUPERFICIALES DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS**

### ***Ahuellamiento***

Depresión longitudinal continua a lo largo del rodamiento del tránsito, de longitud mínima de 6.0 m.

### ***Corrimiento***

Distorsiones de la superficie del pavimento por desplazamiento de la mezcla asfáltica, a veces acompañadas por levantamientos de material, formando cordones laterales.

### ***Corrugación***

Serie de ondulaciones, constituidas por crestas y depresiones, perpendiculares a la dirección del tránsito, las cuales se suceden muy próximas unas de otras, a intervalos aproximadamente regulares, en general menor de 1.0 metro entre ellas, a lo largo del pavimento.

### ***Hinchamiento***

Abultamiento o levantamiento localizado en la superficie del pavimento, generalmente en la forma de una onda que distorsiona el perfil de la carretera.

### ***Hundimiento***

Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada.

## **2.2.3 DESINTEGRACIÓN EN LOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS**

### ***Bache***

Desintegración total de la superficie de rodadura, que puede extenderse a otras capas del pavimento, formando una cavidad de bordes y profundidades irregulares.

### ***Peladura***

Desintegración superficial de la capa de la carpeta asfáltica.

### **Desintegración de Bordes**

Consiste en la progresiva destrucción de los bordes del pavimento.

## **2.2.4 OTROS DETERIOROS EN LOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS**

### **Exudación de Asfalto**

El afloramiento del ligante de la mezcla asfáltica a la superficie del pavimento formando una película continua de bitumen.

### **Parche**

Área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o eventualmente diferente, para reparar el pavimento existente.

## **2.3 ASFALTO MODIFICADO.**

La modificación de asfalto es una técnica utilizada para el aprovechamiento efectivo de asfaltos en la pavimentación de vías. Esta técnica consiste en la adición de polímeros a los asfaltos convencionales con el fin de mejorar sus características mecánicas, es decir, su resistencia a las deformaciones por factores climatológicos y del tránsito (peso vehicular).

Los objetivos que se persiguen con la modificación de los asfaltos con polímeros, es contar con ligantes más viscosos a temperaturas elevadas para reducir las deformaciones permanentes (ahuellamiento), de las

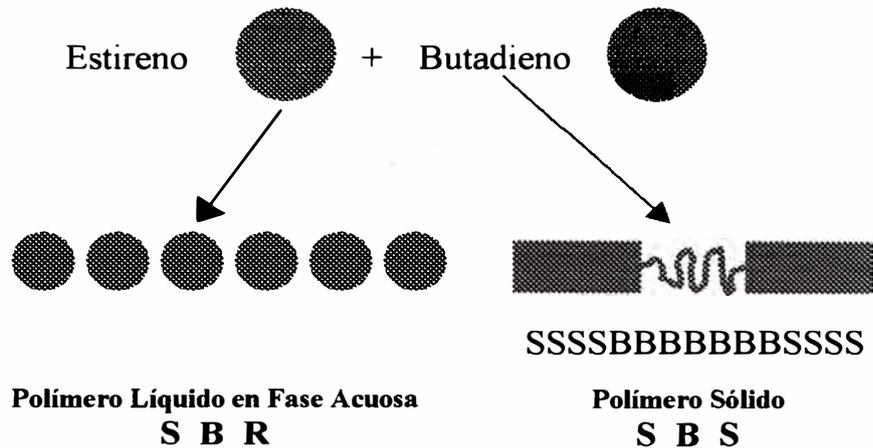
mezclas que componen las capas de rodamiento, aumentando la rigidez. Por otro lado disminuir el fisuramiento por efecto térmico a bajas temperaturas y por fatiga, aumentando su elasticidad. Finalmente contar con un ligante de mejores características adhesivas.

La elasticidad aumenta debido a que las cadenas de un polímero están unidas entre sí mediante enlaces químicos verdaderos y no meras interacciones estéricas. Un elastómero debe poseer, para ser aplicado, una temperatura de transición vítrea inferior a la del ambiente . Es decir, la interacción estérica de las cadenas no debe estar presente y el único vínculo de unión entre estas cadenas debe ser suministrado por los puentes. Esta estructura peculiar es la que proporciona elasticidad al material.

Los polímeros ramificados tendrán más dificultad en interpenetrarse y por tanto fluirán más fácilmente que los que no lo son. Por otra parte cuanto más largas sean las cadenas más fácilmente se enroscarán unas alrededor de otras dificultando el movimiento de las mismas y provocando mayor rigidez. Una propiedad de los polímeros es que existe una temperatura más o menos definida a la que las cadenas adquieren suficiente energía como para desplazarse unas respecto a otras. A esta temperatura se la denomina temperatura de transición del estado vítreo (glassy temperature)  $T_g$ .

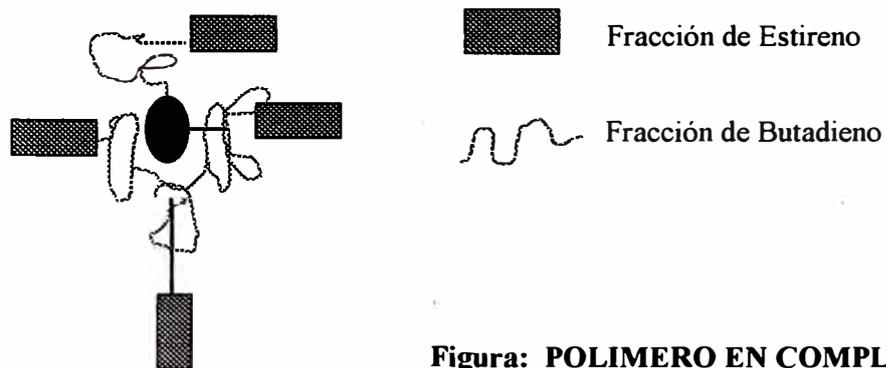
## ¿ QUE SON POLIMEROS ?

Un copolímero es un polímero formado por dos diferentes monómeros.



## MECANISMOS DE MODIFICACION ....

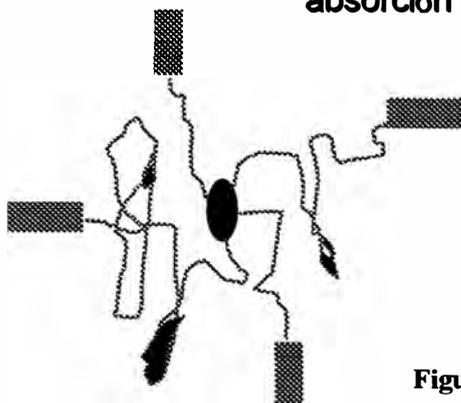
PRIMERA ETAPA: El Polímero está completamente encogido.



**Figura: POLIMERO EN COMPLETO ESTADO DE REPOSO**

## MECANISMOS DE MODIFICACION ....

SEGUNDA ETAPA: El Polímero comienza desenredarse por absorción del aceite contenido en el asfalto.



El aceite del asfalto impregna e hincha al polibutadieno

Figura: MUESTRA AL POLIMERO EN DISOLUCION

## MECANISMOS DE MODIFICACION ....

TERCERA ETAPA: El Polímero extendido en completo estado de disolución.

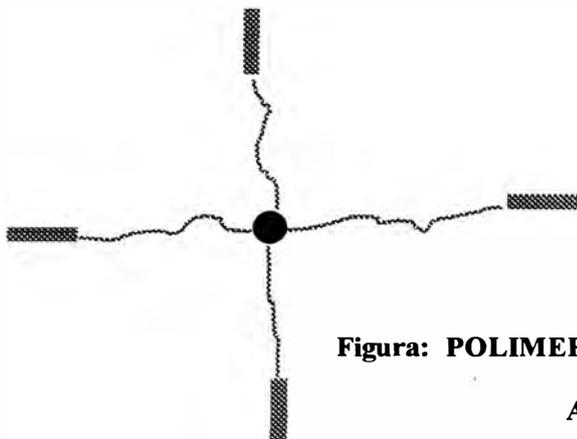


Figura: POLIMERO EN DISOLUCION CON BAJA MOVILIDAD DENTRO DEL ASFALTO POR SU GEOMETRIA Y POR ANCLAJE CON OTROS CONVENIENTES

## **Propiedades de los ligantes y mezclas asfálticas**

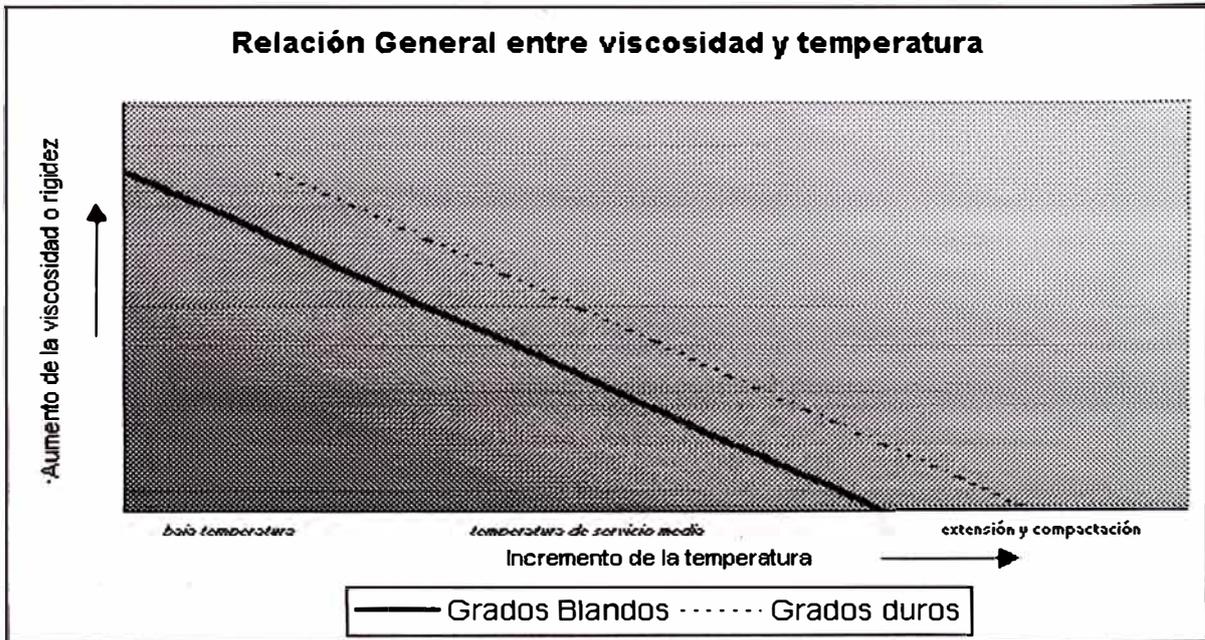
Aunque en una mezcla asfáltica, el asfalto sea minoritario en proporción, sus propiedades pueden influir de manera significativa en su comportamiento. El tipo de mezcla será el que, en gran medida, determine la contribución hecha por el ligante sobre todo el conjunto. Generalmente, las propiedades de las mezclas con granulometría continua dependen del enclavamiento o trabazón de los áridos, mientras que las preparadas con altos contenidos de mortero asfáltico dependen más de la rigidez de la proporción de ligante, polvo mineral y arena.

A altas temperaturas de servicio, puede que el ligante llegue a reblandecerse, facilitando la deformación de la mezcla (ahuellamiento). El riesgo de aparición de estas deformaciones es aún mayor en pavimentos sometidos a la circulación de vehículos pesados. De manera generalizada y sin tener en cuenta otros factores que pueden influir, se puede disminuir la probabilidad de aparición de estas deformaciones aumentando la rigidez del ligante mediante el empleo de un asfalto más duro.

Por otro lado a temperaturas de servicios bajas, el ligante se vuelve relativamente rígido y va perdiendo poder de resistencia a las tensiones, volviéndose frágil y siendo susceptible de fisuraciones. El grado de susceptibilidad a la fisuración está relacionado con la dureza del asfalto y su capacidad para absorber las sollicitaciones inducida por el tráfico. Disminuyendo la dureza del asfalto, se minimizará el riesgo de fallo por fragilidad.

Entonces, debido a lo dicho precedentemente a la hora de buscar comportamientos globales satisfactorios de la mezclas bituminosas, la elección del asfalto adecuado para cada tipo de mezclas se vuelve un compromiso entre ambos extremos; ahuellamiento a altas temperaturas y

fisuramiento por fragilidad térmica a bajas temperaturas. Donde mejorando el comportamiento a altas temperaturas, se influye negativamente en el comportamiento a bajas temperaturas



## Propiedades y especificaciones de los asfaltos modificados con polímeros.

### Propiedades

Polímeros utilizados con asfaltos	
Tipo de modificador	Ejemplo
Elastómeros	Natural
	SBS
	SBR
	EPDM
	PBD
Plastómeros	EVA
	EMA
	PE
	PP
	Poliestireno

Los polímeros son sustancias de alto peso molecular formada por la unión de cientos o miles de moléculas pequeñas llamadas monómeros (compuestos químicos con moléculas simples). Se forman así moléculas gigantes que toman formas diversas: cadenas en forma de escalera, cadenas unidas o termofijas que no pueden ablandarse al ser calentadas, cadenas largas y sueltas, etc. Algunos modificadores poliméricos que han dado buenos resultados.

Homopolímeros: que tienen una sola unidad estructural (monómero).

Copolímeros: tienen varias unidades estructurales distintas. (Ejemplos: EVA, SBS)

Plastómeros: al estirarlos se sobrepasa la tensión de fluencia, no volviendo a su longitud original al cesar la sollicitación. Tienen deformaciones pseudoplásticas con poca elasticidad.

Dentro de estos tenemos:

- EVA: etileno-acetato de vinilo.
- EMA: Etileno-acrilato de metilo

- PE: (polietileno) tiene buena resistencia a la tracción y buena resistencia térmica, como también buen comportamiento a bajas temperaturas.
- PP: (Polipropileno).
- Poliestireno: no son casi usados.

Elastómeros: al estirarlos, a diferencia de los anteriores, estos vuelven a su posición original, es decir, son elásticos.

Dentro de estos tenemos:

- Natural: caucho natural, celulosa, glucosa, sacarosa, ceras y arcillas son ejemplos de polímeros orgánicos e inorgánicos naturales
- SBS:(estireno-butadieno-estireno) o caucho termoplástico. Este es el más utilizado de los polímeros para la modificación de los asfaltos, ya que este es el que mejor comportamiento tiene durante la vida útil de la mezcla asfáltica.
- SBR: Cauchos sintéticos del 25% de Estireno y 75% de butadieno; para mejorar su adhesividad se le incorpora ácido acrílico
- EPDM: (polipropileno atáctico) es muy flexible y resistente al calor y a los agentes químicos.

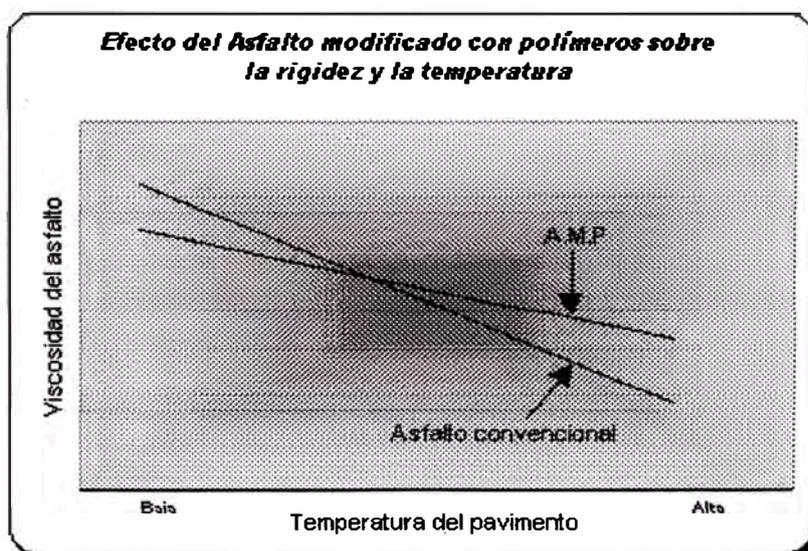
Termoendurecibles: estos tienen muchos enlaces transversales que impiden que puedan volver a ablandarse al calentarse nuevamente. Son ejemplos de estos las resinas epóxi; estas se usan en grandes porcentajes, mayores al 20%, son muy costosas y se utilizan para casos especiales (ejemplo: playa de camiones)

Los asfaltos modificados con polímeros están constituidos por dos fases, una formada por pequeñas partículas de polímero hinchado y la otra por asfalto. En las composiciones de baja concentración de polímeros existe

una matriz continua de asfalto en la que se encuentra disperso el polímero; pero si se aumenta la proporción de polímero en el asfalto se produce una inversión de fases, estando la fase continua constituida por el polímero hinchado y la fase discontinua corresponde al asfalto que se encuentra disperso en ella.

Esta micromorfología bifásica y las interacciones existentes entre las moléculas del polímero y los componentes del asfalto parecen ser la causa del cambio de propiedades que experimentan los asfaltos modificados con polímeros.

El efecto principal de añadir polímeros a los asfaltos es el cambio en la relación viscosidad-temperatura (sobre todo en el rango de temperaturas de servicio de las mezclas asfálticas) permitiendo mejorar de esta manera el comportamiento del asfalto tanto a bajas como a altas temperaturas.



Otras propiedades que el asfalto modificado mejora respecto del asfalto convencional son:

- Mayor intervalo de plasticidad(diferencia entre el punto de ablandamiento y el Fraass)
- Mayor cohesión.
- Mejora de la respuesta elástica.
- Mayor resistencia a la acción del agua.
- Mayor resistencia al envejecimiento.

Las propiedades que estos imparten dependen de los siguientes factores:

- Tipo y composición del polímero incorporado.
- Característica y estructura coloidal del asfalto base.
- Proporción relativa de asfalto y polímero.

Para que los asfaltos con polímeros consigan las prestaciones óptimas, hay que seleccionar cuidadosamente el asfalto base (es necesario que los polímeros sean compatible con el material asfáltico), el tipo de polímero, la dosificación, la elaboración y las condiciones de almacenaje. Cada polímero tiene un tamaño de partícula de dispersión óptima para mejorar las propiedades reológicas, donde por encima de esta el polímero solo actúa como un filler; y por debajo de esta, pasan a estar muy solubilizados y aumentan la viscosidad, sin mejorar la elasticidad y la resistencia.

#### **Durabilidad de las mezclas asfálticas preparadas con ligantes modificados con polímeros:**

En función de no contar con experiencias muy válidas en cuanto a la durabilidad de mezclas bituminosas modificadas con polímeros, se hacen necesarios implementar métodos de laboratorio para evaluar el comportamiento a corto y largo plazo de envejecimiento.

Como métodos de envejecimiento de las mezclas en laboratorio a corto y largo plazo se emplean los métodos desarrollados por SHRP (Strategic Highway Research Program).

Hay muy poca información de la degradación que sufren los polímeros componentes de los asfaltos durante su funcionamiento en servicio. En general los ensayos que se realizan para determinar la alteración que sufren los asfalto modificado con polímeros (A.M.P) recuperados del pavimento son muy complicados por el hecho de que el calentamiento de la mezcla y posterior disolución con solvente para obtener la muestra para luego ser ensayada, puede afectar las propiedades de ciertos polímeros y falsear los resultados.

Como es bien conocido el envejecimiento o endurecimiento de los asfaltos ocurre durante los procesos de mezclado y colocación de las mezclas (envejecimiento a corto plazo) y durante su vida de servicio en el pavimento (envejecimiento a largo plazo).

Para simular el envejecimiento a corto plazo se usan los ensayos TFOT y RTFOT.

Para simular el envejecimiento en servicio, SHRP ha adoptado el envejecimiento PAV.

En el caso de las mezclas asfálticas el SHRP ha propuesto para el envejecimiento a corto plazo el ensayo STOA y para el largo plazo el LTOA.

Se han realizado ensayos (los mencionados precedentemente) sobre muestras de ligante y mezclas bituminosas modificadas con polímeros llegando a la conclusión que los A.M.P, tienen un índice de envejecimiento más bajo que los convencionales.

En el anexo D se detalla el procedimiento de dichos ensayos.

### **VENTAJAS EN LAS MEZCLAS EN SERVICIO**

Los asfaltos modificados se deben aplicar, en aquellos casos específicos en que las propiedades de los ligantes tradicionales son insuficientes para cumplir con éxito la función para la cual fueron encomendados, es decir, en mezclas para pavimentos que están sometidos a solicitaciones excesivas, ya sea por el tránsito o por otras causas como: temperaturas extremas, agentes atmosféricos, tipología del firme, etc. Si bien los polímeros modifican las propiedades reológicas de los asfaltos, estos deben mostrar ventajas en servicio; los campos de aplicación más frecuentes son:

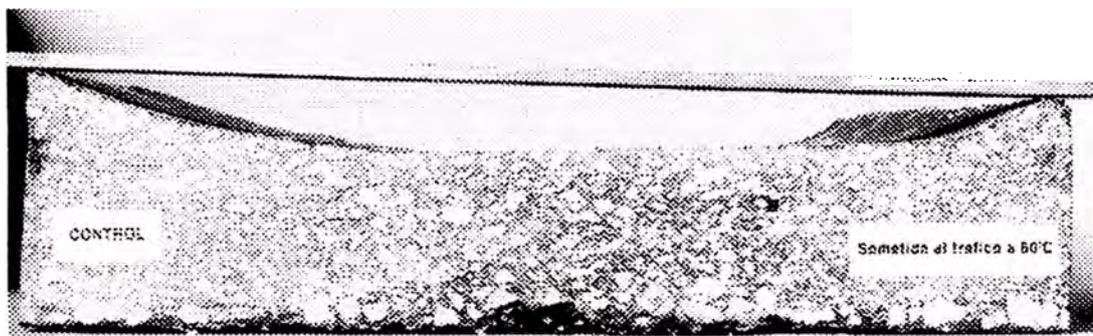
- **Mezclas drenantes:** las mezclas drenantes tienen un porcentaje muy elevado de huecos en mezcla (superior al 20%) y una proporción de árido fino muy baja (inferior al 20%), por lo que el ligante debe tener una muy buena cohesión para evitar la disgregación de la mezcla. Además el ligante necesita una elevada viscosidad para proporcionar una película de ligante gruesa envolviendo los áridos y evitar los efectos perjudiciales del envejecimiento y de la acción del agua (dado a que este tipo de mezclas es muy abierta).
- **Mezclas resistentes y rugosas para capas delgadas:** La utilización de polímeros en este tipo de mezclas es para aumentar la durabilidad de las mezclas. Estos tipos de mezclas de pequeño espesor surgen dada a la rapidez de aplicación, lo que reduce al mínimo los tiempos de cortes de tráfico. Estas se utilizan para trabajos de conservación de rutas y vías urbanas, que exigen mezclas con alta resistencia y con una buena textura superficial.

La resistencia de estas mezclas se consigue con áridos de buena calidad, elevado porcentaje de filler (8 a 10%) y un asfalto modificado con polímeros.

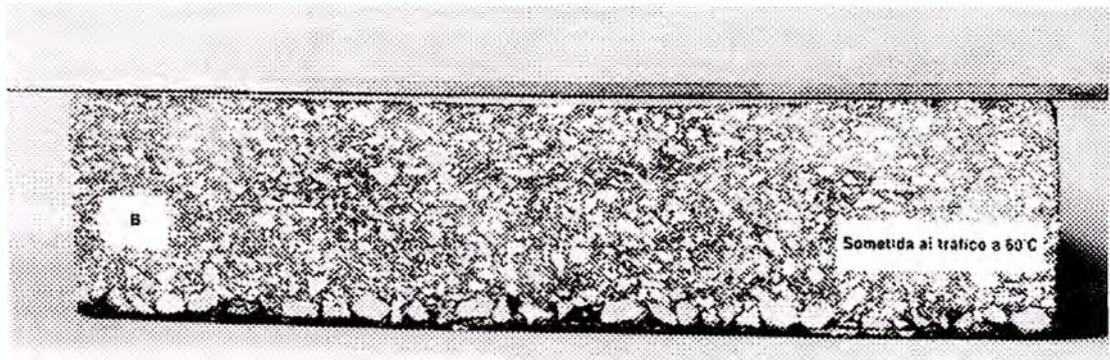
La buena textura superficial para mejorar la adherencia de los vehículos se consigue mediante una granulometría discontinua (discontinuidad 2-6mm)

En este tipo de mezclas es de vital importancia la adherencias con la capa subyacente (esta también influye en la durabilidad). Estas también deben ser resistentes, para soportar la acción del tránsito y el desprendimiento de los áridos.

Estas mezclas son denominadas también microaglomerados y tienen espesores menores a los 30 mm.



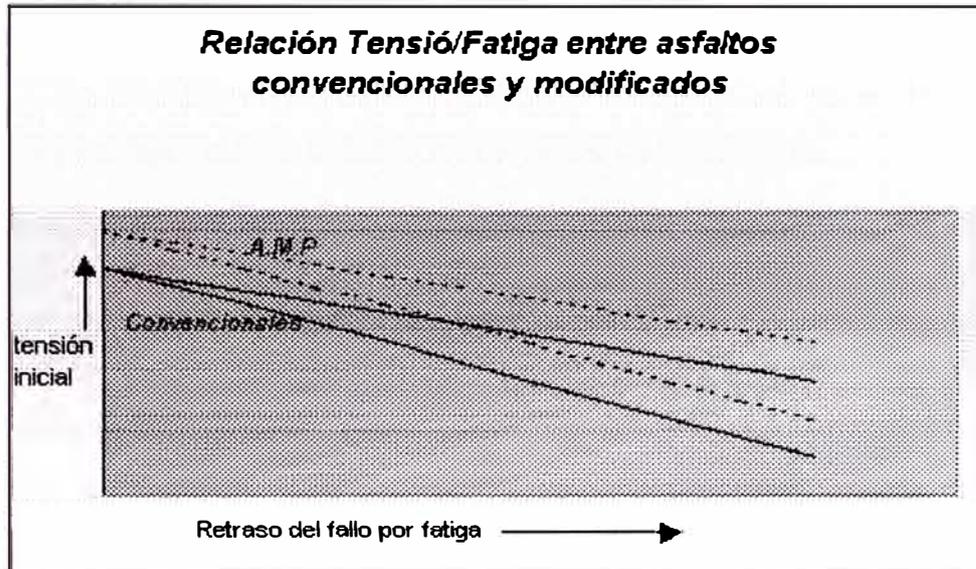
**Muestra de mezcla asfáltica convencional.**



### **Muestra de mezcla asfáltica modificada con polímeros.**

Como puede observarse existe una gran diferencia entre los resultados obtenidos sobre una muestra de mezcla asfáltica convencional y otra con una mezcla asfáltica modificada con polímeros, la mezcla modificada puede hacer frente al ahuellamiento con una marcada diferencia sobre la otra muestra.

En otras aplicaciones, el objetivo puede ser generar una mezcla flexible con el fin de reducir la posibilidad de rotura por fatiga. En estos casos, se necesitarán asfaltos modificados con polímeros, preferentemente de naturaleza elástica, para que la mezcla sea capaz de absorber las tensiones sin que se produzca la rotura.



Se han realizados varios ensayos que han demostrado que los asfaltos modificados con polímeros son capaces de asimilar mayores tensiones iniciales que las mezclas realizadas con una mezcla convencional.

- Tratamientos superficiales mediante el riego con gravilla: los A.M.P y las emulsiones con ellos fabricadas, son adecuados para riegos en vías de fuerte intensidad de tráfico y/o en zonas climáticas de temperaturas extremas, porque el ligante debe tener una buena cohesión en un amplio intervalo de temperatura y una buena susceptibilidad térmica, con el fin de evitar exudación del ligante durante el verano, así como la pérdida de gravilla en el invierno.
- Membrana absorbente de tensiones: estas membranas tienen como misión retardar la propagación de fisuras de un firme a un nuevo refuerzo, por lo que deben estar fabricadas con A.M.P para tener buena resistencia mecánica, resiliencia y flexibilidad para absorber las tensiones provocadas por el movimiento de las fisuras del firme.

## **VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE ASFALTO MODIFICADO:**

A manera de conclusión se pueden enumerar una serie de ventajas y desventajas de los asfaltos modificados con polímeros.

### **VENTAJAS:**

- 1 Disminuye la susceptibilidad térmica
- 2 Se obtienen mezclas más rígidas a altas temperaturas de servicio reduciendo el ahuellamiento.
- 3 Se obtienen mezclas más flexibles a bajas temperaturas de servicio reduciendo el fisuramiento.
- 4 Disminuye la exudación del asfalto: por la mayor viscosidad de la mezcla, menor tendencia a fluir y mayor elasticidad.
- 5 Mayor elasticidad: debido a los polímeros de cadenas largas.
- 6 Mayor adherencia: debido a los polímeros de cadenas cortas.
- 7 Mayor cohesión: el polímero refuerza la cohesión de la mezcla.
- 8 Mejora la trabajabilidad y la compactación: por la acción lubricante del polímero o de los aditivos incorporados para el mezclado.
- 9 Mejor impermeabilización: en los sellados bituminosos, pues absorbe mejor los esfuerzos tangenciales, evitando la propagación de las fisuras.
- 10 Mayor resistencia al envejecimiento: mantiene las propiedades del ligante, pues los sitios más activos del asfalto son ocupados por el polímero.
- 11 Mayor durabilidad: los ensayos de envejecimiento acelerado en laboratorio, demuestran su excelente resistencia al cambio de sus propiedades características.
- 12 Mejora la vida útil de las mezclas: menos trabajos de conservación.
- 13 Fácilmente disponible en el mercado.
- 14 Permiten mayor espesor de la película de asfalto sobre el agregado.
- 15 Mayor resistencia al derrame de combustibles.

- 16 Reduce el costo de mantenimiento.
- 17 Disminuye el nivel de ruidos: sobre todo en mezclas abiertas.
- 18 Aumenta el módulo de la mezcla.
- 19 Permite la reducción de hasta el 20% de los espesores por su mayor módulo.
- 20 Mayor resistencia a la flexión en la cara inferior de las capas de mezclas asfálticas.
- 21 Permite un mejor sellado de las fisuras.
- 22 Buenas condiciones de almacenamiento a temperaturas moderadas.
- 23 No requieren equipos especiales.

## **DESVENTAJAS**

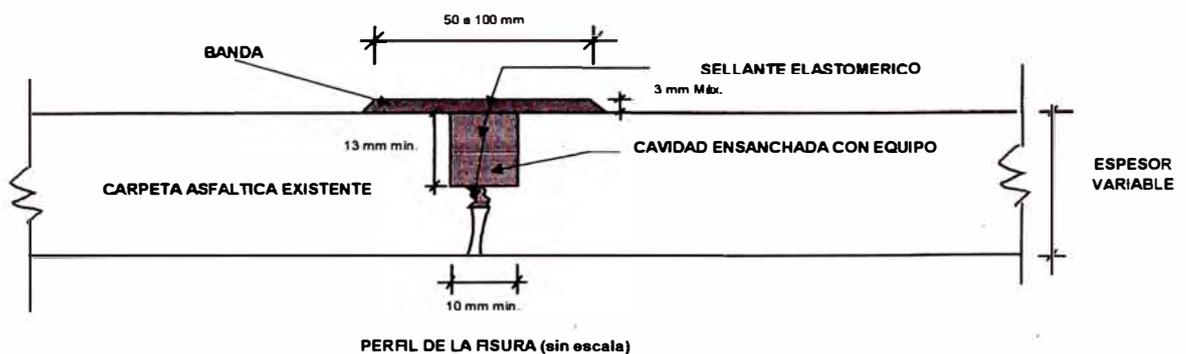
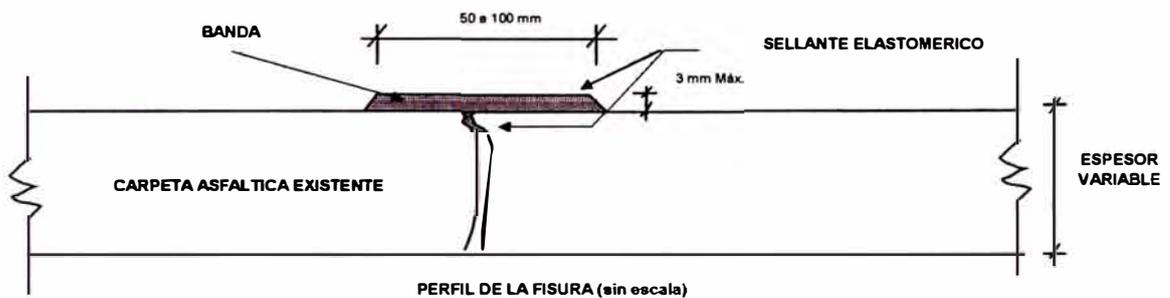
1. Alto costo del polímero.
2. Dificultades del mezclado: no todos los polímeros son compatibles con el asfalto base (existen aditivos correctores).
3. Deben extremarse los cuidados en el momento de la elaboración de la mezcla.
4. Los agregados no deben estar húmedos ni sucios.
5. La temperatura mínima de distribución es de 145°C por su rápido endurecimiento

## **2.4 TRATAMIENTOS DE FISURAS EN CARPETAS ASFALTICAS.**

### **2.4.1 TRATAMIENTO DE FISURAS CON FALLAS NO ESTRUCTURALES.**

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; en busca de soluciones se realizaron pruebas tratando de modificar las características elásticas y adhesivas de los asfaltos incorporando materiales elastomericos como es el caso del Jebe Liquido este material es básicamente un jebe (caucho) diluido con elementos volátiles como el tulol y el aditivo mejorador de adherencia, para realizar las mezclas asfálticas con las cuales se puede realizar los tratamientos de fisuras elásticas



#### **2.4.2 TRATAMIENTO DE FISURAS CON FALLAS ESTRUCTURALES.**

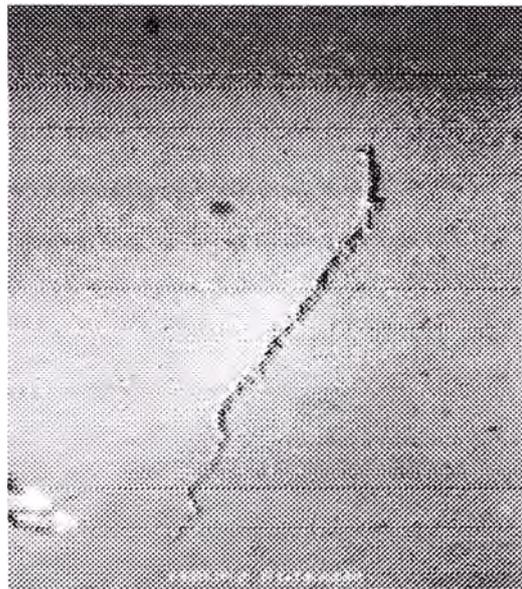
Las fisuras que se presentan a causa de fallas estructurales deben ser tratadas considerando la restitución de sus características de absorción de esfuerzos que ocasionaron las fisuras.

En estos tipos de fallas se trata de realizar una reparación estructural el cual será necesario restituir la capacidad de absorber energía de deformación y además proporcionar la continuidad de la carpeta asfáltica; perdida por la presencia de la fisura; para poder conseguir esta reparación lo primero será tratar de restituir el vacío existente con un material de características semejantes a la carpeta asfáltica existente tanto en resistencia mecánica como de rigidez. Por lo que se recomienda realizar al ensanche, de la fisura en todo el espesor de la carpeta asfáltica por medio de un ruteado y luego rellenado con el material antes mencionado que puede ser una mezcla asfáltica en caliente o mezcla asfáltica en frío; debidamente ligado a las caras de la carpeta antigua y compactada.

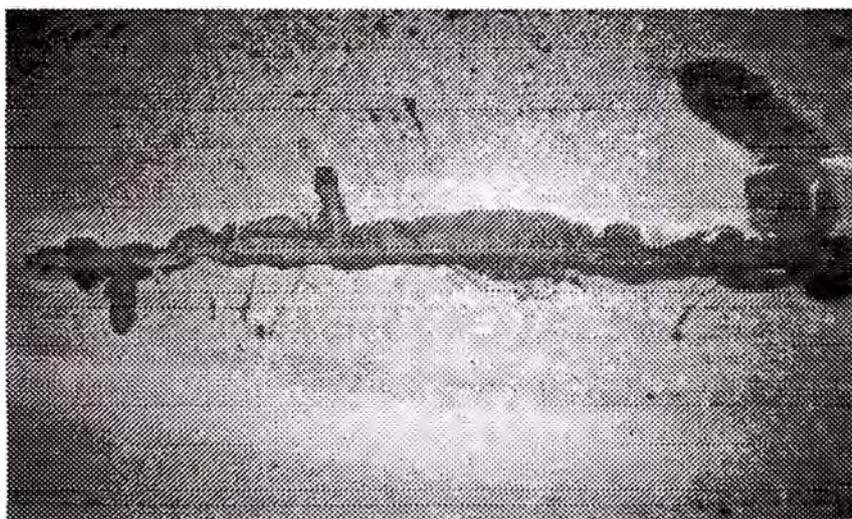
Esta reparación puede tener una duración corta debido al proceso de rigidización del asfalto por envejecimiento y posteriormente presentar la falla ocurrida anteriormente, esta debido a la presencia del fenómeno que ocasiono la falla original. Pero si esta zona fuera tratada por un sistema de reforzamiento asfáltico a base de micro pavimentos, se podría estar hablando de una reparación de tipo Rehabilitación que si garantiza un tiempo de duración razonable.



*Foto 1: Fisura Longitudinal*



*Foto 2: Fisura Roteada*



*Foto 3: Fisura Tratada*

### 2.4.3 TRATAMIENTO DE FISURAS LLENADO TIPO CHORRO.

En este tipo de tratamiento, el material es simplemente dispensado dentro de la fisura original. El sellado de áreas fisuradas en superficies asfálticas son aplicación de asfalto líquido y agregado fino, se realiza para evitar la entrada del agua superficial y otro material extraño que pueda contaminar o dañar la capa de base, este tratamiento se utilizara cuando se presenten grietas en pequeñas áreas aisladas, a fin de prevenir su mayor extensión que causará el deterioro de la superficie.

#### PROCEDIMIENTO:

- Colocar señales y dispositivos de seguridad.
- Barrer el material suelto del área a ser sellada.
- En el caso de grietas grandes picar las orillas para desprender el material suelto previamente al barrido. Cuando sea posible, limpiarlas con un chorro de aire comprimido
- Para grietas mayores de 3 mm de ancho rellenar aplicando asfalto líquido agregando arena, siguiendo la conformación de la misma
- Para áreas agrietadas, (grieta menor de 3 mm de ancho) regar con asfalto caliente, sin formar charcos, un área rectangular por lo menos 20 cm más ancha que el área agrietada.
- Esparcir uniformemente arena fina suficiente para cubrir el asfalto.
- Para áreas agrietadas compactar manualmente la arena.
- Barrer el material excedente fuera de la vía.
- Retirar la señalización.

#### Herramientas, materiales y Equipos

- Asfalto RC-250
- Arena fina de río
- Cepillos
- Carretillas de mano

- Camión de volteo
- Distribuidor calentador de asfalto con rociadora manual
- Compresor

## CAPITULO III

### APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS DE FISURAS CARRETERA EL MILAGRO- CHICLAYO

#### 3.1.1. ANTECEDENTES

El Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción a través del Proyecto Especial Infraestructura de Transportes, PROVIAS NACIONAL, convocó a Concurso Público Nacional N° 007-2002-MTC/15.02.PRT-PERT, para seleccionar a las Empresas Consultoras que elaborarán los Estudios Definitivos para el Mantenimiento Periódico de 1,715 km de la Red Vial Nacional, divididos en 7 paquetes de estudios:

PAQUETE	CARRETERA	SECTOR	LONGITUD (km)
I	Panamericana	Sur Palpa – km 715 km 390+000 – km 715+000	325
II	Panamericana Norte	Pativilca – Pte Santa Km 200+000 – km 445+200	245
III	Panamericana Norte	El Milagro – Chiclayo Km 580+000 – km 776+000	196
IV	Panamericana Norte	Chiclayo – Dv. Bayóvar – Piura Km 776+000 – km 985+000	209
V	Panamericana Norte	Sullana – Aguas Verdes Km 1018+000 – km 1294+000	309
VI	Transversal	Pativilca – Conococha – Choquechaca Km 0+000 – km 275+000	275
VII	Transversal	Nazca – km 156 Km 0+000 – km 156+000	156
TOTAL			1,715

Como resultado del Concurso convocado resultó ganador del Paquete III la empresa BARRIGA – DALL’ORTO S.A. INGENIEROS CONSULTORES, por lo que se adjudicó la Buena Pro mediante Resolución Directoral N°467-2002-MTC/15.02.PRT-PERT, de fecha 09.08.2002.

### **3.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO – PLANO GENERAL**

El Tramo se inicia en el km 580+000, Sector El Milagro de la carretera Panamericana Norte y finaliza a la salida norte de la ciudad de Chiclayo, en el km 776+000.

En el plano P-UB se esquematiza claramente la ubicación de la vía.

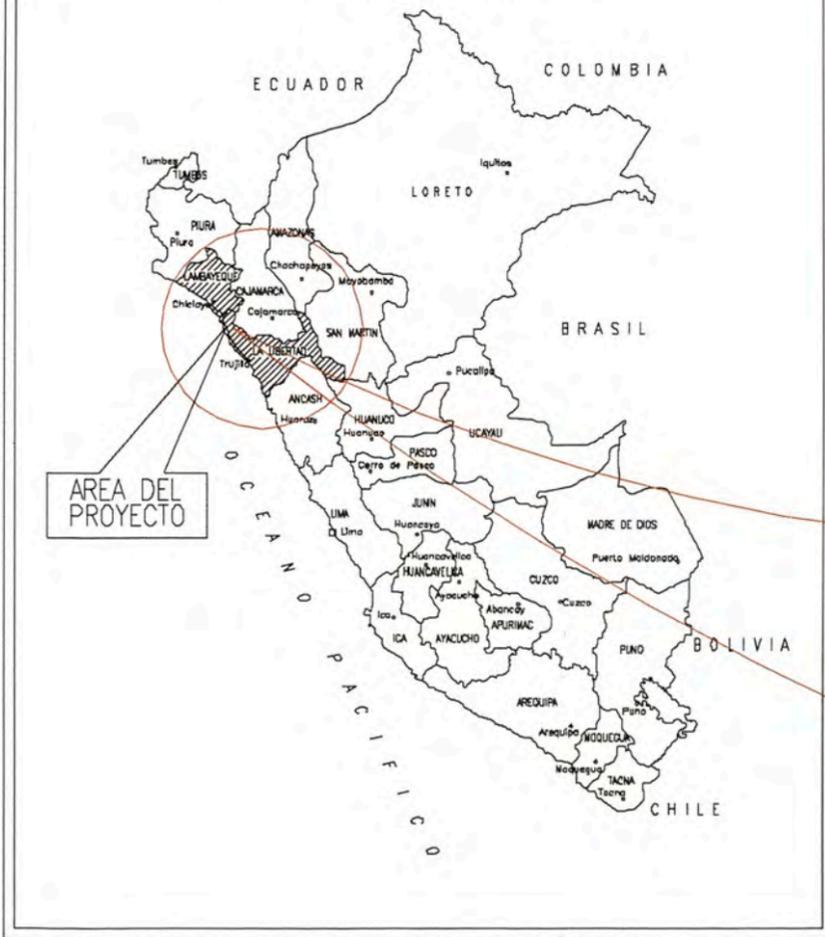
### **3.1.3 CONSIDERACIONES GENERALES DEL ESTUDIO**

De acuerdo a los Términos de Referencia, el Mantenimiento Periódico del pavimento se diseñó para un periodo de 05 años, que incluye un periodo de servicio de 03 años y una vida remanente de 02 años. En tal sentido, es importante el análisis y evaluación de la condición superficial y estructural del pavimento existente y la detección de los puntos críticos de la Carretera.

Aún teniendo un periodo de diseño de 05 años, PROVIAS\_NACIONAL recomendó la ejecución por etapas y en atención a lo solicitado por la Entidad, se efectuó una revisión de los criterios de diseño y como consecuencia del análisis efectuado, se recomendó que la ejecución de las obras diseñadas donde los espesores de refuerzo son mayores a 9 cm, se ejecute en dos etapas, considerando una primera etapa de un año de servicio y la segunda etapa, al inicio del 2º año de servicio, ejecutando el recapado asfáltico que permite cubrir, hasta el año 5, el periodo de diseño.

El Mantenimiento Periódico de la Carretera Panamericana Norte, sector El Milagro – Chiclayo, depende directamente de las condiciones superficiales y

# UBICACION



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL  
 PROVIAS NACIONAL

CONTRATO DE SUPERVISION : Nº 011-2004-MTC/20  
 CONTRATISTA : Nº 022-2004-MTC/20

SUPERVISION DE LAS OBRAS DE MANTENIMIENTO PERIODICO  
 CARRETERA : PANAMERICANA NORTE  
 SECTOR : EL MILAGRO - CHICLAYO (1ra. Etapa)  
 (km 580+000 - Km 776+000)

## PLANO DE UBICACION

SUPERVISOR : MOTILMA CONSULTORES S.A.  
 CONTRATISTA : J.J.C. CONTRATISTAS GENERALES S.A.

JEFE DE SUPERVISION : ING. EFRAIN SERRUDO VALDEZ DE PERALTA  
 RESIDENTE DE OBRA : ING. CIRO CABRERA C.  
 PROCESO :  
 MOTILMA S.A.

PLANO Nº  
**P-UB**

estructurales del pavimento existente; por lo que es necesario precisar los tres grandes grupos de mantenimiento vial, definidos por el Banco Mundial: Mantenimiento Periódico o Restauración, Rehabilitación y Reconstrucción.

- **Mantenimiento Periódico o Restauración:** se refiere a las actividades que mantienen la infraestructura vial dentro de un nivel aceptable o bajo los estándares establecidos por la Entidad. Este tipo de mantenimiento comprende tanto al pavimento como a las elementos complementarios del camino. Su aplicación debe ser frecuente en el tiempo y requiere de una constante evaluación de la infraestructura vial. Una aplicación eficiente de este tipo de mantenimiento protege a la infraestructura vial de un deterioro acelerado y permite que las futuras intervenciones en mantenimiento no sean costosas. Básicamente este tipo de mantenimiento incluye en lo que respecta al pavimento flexible las siguientes actividades: Parchados superficiales, Parchados profundos, Tratamiento o sellado de fisuras, Sellos asfálticos, Lechadas, Capas asfálticas nivelantes, Tratamientos superficiales, Carpetines o micropavimentos con un espesor de 25 mm o menos, eventualmente reemplazos de carpeta asfáltica en todo su espesor o parcial, cuando existe en forma localizada deterioros severos.
- **Rehabilitación:** esta alternativa aporta una nueva superficie de rodadura con un espesor de carpeta asfáltica mayor a los 25 mm, aumenta la comodidad al conducir, corrige defectos de la sección transversal y superficie, además el espesor del recapado asfáltico aporta capacidad estructural al pavimento. En general previo a todo recapado se deben realizar obras sobre la carpeta existente de modo que ésta sea uniforme y homogénea a lo largo de todo el tramo, tales como Parchados superficiales, Parchados profundos, Tratamiento o sellado de fisuras y en caso de imperfecciones superficiales se ejecutan Capas asfálticas nivelantes o fresados.
- **Reconstrucción:** se presenta cuando la estructura existente ha cumplido su vida de servicio, se encuentra deteriorada o colapsada, por lo que es

necesario reemplazar el pavimento existente incluyendo, según sea el caso, hasta la base o sub base, por una nueva estructura de pavimento acorde con el número de repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el nuevo período de diseño. La estructura existente puede ser reemplazada por capas o mediante reciclado.

### 3.1.4. ESTUDIO TOPOGRAFICO

Los trabajos de topografía estuvieron referidos a la medición de progresivas, perfil longitudinal, secciones transversales, nivelación de secciones de calibración para la rugosidad, levantamiento perimétrico de canteras.

#### MEDICIÓN DE PROGRESIVAS

Se efectuó por el borde de la pista asfaltada línea blanca lateral derecho, con wincha de fibra de vidrio dejando una marca cada 20 m y una con pintura naranja cada 100 m. Entre los hitos de kilometraje que no coincidieron con los 1,000 m, se ejecutó una ecuación de empalme, la misma que se indica en las Libretas de Medición y Nivelación.

Antes de ingresar a la ciudad de Chiclayo se empalmó la Panamericana Norte (PN) con el inicio de la Vía de Evitamiento (E) y se efectuó una ecuación de empalme lado izquierdo y derecho, de igual manera se realizó a la salida de la Vía de Evitamiento de Chiclayo (E) con la Panamericana Norte (PN), a continuación se presentan las progresivas de empalme:

LADO IZQUIERDO	LADO DERECHO
AT. 766 + 318 (PN) = AD. 0 + 000 (E)	766 + 418 (PN) = 0 + 000 (E)
AT. 9 + 200 (E) = AD. 773 + 117 (PN)	9 + 184 (E) = 773 + 000 (PN)

### PERFIL LONGITUDINAL

Fue tomado por el eje con niveles automáticos cada 20 m. y cerrado a 500 m y 1000 m, partiendo del BM original N° 580.0 con una elevación de 206.062 m lado derecho, elevación obtenida en los archivos de los Planos Post-construcción y que coincidieron con lo pintado en campo, al realizar la nivelación se cerraron con todos los BMs originales encontrados, se debe indicar que en su mayoría no existen por lo que se tuvo que reemplazar con BMs nuevos colocados en lugares seguros según se indica en las Libretas de Nivelación y en el terreno están pintados con pintura naranja.

### SECCIONES TRANSVERSALES

Fueron tomados en lugares de mayor ancho como peajes, balanza, centros poblados, caminos de desvíos a ciudades, etc. Los anchos de asfalto de la Carretera Panamericana fueron controlados cada 500 y 1,000 m.

### SECCIONES DE CALIBRACIÓN PARA RUGOSIDAD

Los trabajos de nivelación en las secciones de calibración fueron realizadas con sumo cuidado, respetando las indicaciones y procedimientos que se encuentran especificados en el Anexo B Rugosidades, son 5 secciones por carril de 300 m cada una y se encuentran ubicadas en las siguientes progresivas:

CARRIL DERECHO (S – N)	CARRIL IZQUIERDO (N – S)
KM 596+000 – KM 596+300	KM 596+000 – KM 596+300
KM 637+700 – KM 638+000	KM 638+000 – KM 638+300
KM 687+000 – KM 687+300	KM 686+700 – KM 687+000
KM 724+700 – KM 725+000	KM 724+000 – KM 725+000
KM 755+000 – KM 755+300	KM 755+300 – KM 755+600

Los anchos de la Panamericana en los tramos de rugosidad son de 7.20 m. ancho total, siendo la media plataforma de 3.60 m., se respetó del borde al eje a la huella externa 0.90 m y del borde al eje de la huella interna 2.6 m., que corresponde a las huellas de los neumáticos de una camioneta, se denominó como eje a, a la huella externa del carril y eje b, a la huella interna del carril, marcando los puntos a nivelar cada 0.50 m. con pintura naranja y en el último tramo se marcó con pintura blanca, el sentido se tomó siguiendo las indicaciones carril derecho, sentido Trujillo – Chiclayo, carril izquierdo sentido Chiclayo – Trujillo con la ubicación del km que le corresponde a cada tramo.

Se dejó en cada sección 2 BMs, uno al inicio y otro al final, pintados con pintura naranja y como señal de ubicación de la sección al inicio y final se dejó en el borde una pilca de piedra pintada de blanco (yeso).

### 3.1.5. ESTUDIO DE TRANSITO

En base a los volúmenes de tráfico del año 2001 de las estaciones de peaje de Chicama y Pachanguilla, además con la información de conteos de tráfico del año 2000 de la OPP – MTC, se efectuó la evaluación y asignación de los volúmenes de tránsito determinando volumen, clasificación vehicular, Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes con la correspondiente proyección del tránsito para 3 y 5 años.

#### **Ejes Equivalentes**

En base a los criterios de AASHTO y a las cargas legales por eje, el volumen de tránsito fue transformado a ejes equivalentes de 80 KN, determinando el Número de Repeticiones de EE para los periodos de 3 y 5 años.

Los parámetros de cálculo que se han utilizado son los siguientes:

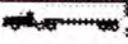
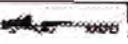
- a. Factor de distribución direccional
- b. Factor de distribución carril
- c. Factores de Ejes Equivalentes

d. Factor de Presión de Neumáticos

e. Tasa de Crecimiento

Pesos por eje vehiculos pesados- Est. Chicama peaje Dic 2001										factores de ejes equivalentes a 8.2 Tn				
		cantid	pes eje1	pes eje2	pes eje3	pes eje4	pes eje5	pes eje6	pes eje7	eje delantero	eje posterior			
C2		1439	4425	7482		0	0	0	0	0.372	1.157			1.529
C3		5923	6196	8202	4634	0	0	0	0	0.93	0.7			1.63
C4		688	6647	11045	9180	2780	0	0	0	1.083	1.066			2.159
T2S1		33	3998	4717	3105	0	0	0	0	0.205	0.23	0.069		0.504
T2S2		412	4922	8103	5160	5201	0	0	0	0.393	1.539	0.534		2.466
T2S3		974	5753	9910	6593	6909	6814	0	0	0.667	2.722	0.91		4.399
T3S1		10	4964	5010	4469	5381	0	0	0	0.393	0.555	0.632		1.579
T3S2		914	5354	6652	5661	6384	6194	0	0	0.484	0.829	0.983		2.295
T3S3		6074	5550	8167	6930	7013	7018	6942	0	0.557	1.264	0.956		2.779
C2R2		30	5789	8221	6180	7063	0	0	0	0.788	1.613	1.785		4.186
C3-2		1	8316	7416	10214	0	0	0	0	2.52	0.682	2.455		5.658
C3R2		806	8227	9146	8904	8713	9297	0	0	0.903	1.508	2.589		5
C3R3		452	6366	8684	7156	8305	5964	5804	0	0.945	1.093	3.907		5.946
C4R3		1	6839	11474	7489	1637	8060	6072	5741	1.153	0.656	0.952	0.375	3.134
C4RB2		1	6479	8555	7568	8537	498	498	0	0.929	1.345	0		2.273
8X4		282	5199	4762	9978	5170	0	0	0	0.868	0.202			1.071
8X4RB3		48	5735	5613	8845	7972	8464	8464	10001	0.621	1.568	1.311	2.952	6.453
8X4RB3		1	4951	4462	7241	7259	7821	7821	6974	0.317	0.47	0.687		1.474

Del análisis de los pesos y factores de EE calculados, se obtuvieron factores simplificados que identifican a los 5 tipos de vehículos más representativos que circulan por la Panamericana Norte entre Trujillo y Chiclayo:

Tipo de vehículo	Diagrama	TOTAL
Camión 2E		1.529
Camión 3E		1.830
Camión 4E		2.488
Camión 5E		5.656
Camión 6E		6.453

### 3.1.6. EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO EXISTENTE

#### EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS

La evaluación del estado superficial del pavimento, consistió en la constatación de la existencia o no de deterioros visualmente observables en el pavimento existente. Para ello fue necesario identificar las fallas presentes en el pavimento, analizar su severidad y ver sus posibles soluciones.

En el Anexo A se presenta la metodología empleada para la Evaluación Superficial de Pavimentos, utilizada durante el desarrollo de esta actividad, el procedimiento incluyó el Aspecto superficial – estructural del pavimento, Reparaciones existentes por km en el pavimento, Ahuellamientos, Defectos varios del pavimento, Drenaje y Comodidad de manejo, la ponderación de estos seis aspectos definieron una calificación y por ende una condición. Como etapa previa se efectuó una evaluación visual de la condición de pavimentos flexibles, la base de este procedimiento fue la inspección visual. A través del Procedimiento de Evaluación Superficial de Pavimentos se efectuaron mediciones sistemáticas de los ahuellamientos a lo largo del trazado de las vías, mediante una regla metálica que reprodujo las condiciones de la sección transversal del proyecto original. Esta medición de los ahuellamientos se complementó con el relevamiento de la superficie del pavimento en servicio a modo de determinar y cuantificar las **fisuras, grietas**

y cualquier otro tipo de deterioro superficial existente. Se detalló otros deterioros de mayor magnitud, toda esta información fue relevada en planillas confeccionadas al efecto, las mismas que se presentan en el Anexo A.

A continuación se presenta un cuadro resumen de la evaluación superficial donde se puede apreciar que los ahuellamientos son menores a 5 mm, asimismo que la condición superficial ha obtenido un puntaje de 82.1 puntos que demuestra que en general el tramo superficialmente se encuentra en buen estado.

KM	KM	Tipo Pav.	Ahuellamientos			Resumen Datos	
			1°	2°	3°	T	C
590.000	590.000	A	0.8	4.8		55.4	B
590.000	590.000	A	2.6	2.7		56.3	B
600.000	610.000	A	1.3	3.8		51.2	B
610.000	620.000	A	1.8	3.7		51.4	B
620.000	630.000	A	1.5	3.5		56.0	B
630.000	640.000	A	4.1			58.0	B
640.000	650.000	A	4.8			79.3	B
650.000	660.000	A	3.7	0.5		52.5	B
660.000	670.000	A	4.1			50.0	B
670.000	680.000	A	3.3	2.0		70.4	B
680.000	690.000	A	4.2			79.0	B
690.000	700.000	A	3.1	2.0		50.4	B
700.000	710.000	A	3.3	0.7		54.4	B
710.000	720.000	A	3.3	0.7		54.4	B
720.000	730.000	A	4.2	0.7		54.4	B
730.000	740.000	A	2.8	0.5	1.6	52.4	B
740.000	750.000	A	3.4	1.3		56.6	B
750.000	760.000	A	3.4			56.6	B
760.000	766.000	A	3.2			58.5	B
0.000	0.000	A	3.4	0.8		57.0	B
0.000	0.000	A	3.7	0.7		57.3	B
773.000	776.000	A	2.9	2.7		55.0	B
776.000	773.000	A	3.7			55.3	B
<b>PROMEDIO</b>			<b>3.1</b>	<b>2.0</b>	<b>1.6</b>	<b>52.1</b>	<b>B</b>

### 3.1.7 ESTUDIOS DE SUELOS CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

#### **Características de los Suelos de la Subrasante en las diferentes zonas del Tramo (Carretera Panamericana Norte Km. 580 – Km. 776).**

Para fines de descripción, se consideran los siguientes sub-tramos, que se indican a continuación:

##### **1. Km. 580 – Km. 668: Trujillo – Pacasmayo**

La subrasante es grava arenosa predominantemente constituida por suelos indeformables, de buena estabilidad, carentes de plasticidad y no sujeto a deformaciones plásticas, generalmente son transportados y probablemente aluviales, depositados en pendientes suaves, según la inclinación de los valles. Tienen una graduación pobre, siendo la mayor parte de sus partículas angulares ó sub-angulares de materiales más o menos alterados.

Las arenas y gravas, como se está indicando son incoherentes, con partículas menores a 1/8" que son arenas sucias y gravas de 1/8" – 6" u 8". Los fragmentos con diámetros mayores a 8" son los denominados cantos. Incluyen limos – inorgánicos sin ninguna plasticidad, tienen textura arenosa ó angular y granular.

No tienen cohesión es decir capacidad para resistir los esfuerzos de corte.

##### **2. Km. 668-Km. 713: Pacasmayo – Limite Regional.**

Son parecidos a los del sub-tramo anterior es decir no cohesivos también y se mantienen unidos por la acción entre lazante de las partículas; en otras palabras tienen una cohesión aparente. Mantienen una relativa compacidad, no consistencia que se relaciona a esta a una condición del suelo. Aquella compacidad refleja también estabilidad, factor este que se ha usado ventajosamente en la construcción de los terraplenes. Como se ha indicado no son elásticos ni compresibles.

No se manifiestan fenómenos de consolidación, vale decir expulsión de agua de los poros, simplemente porque no existe tal agua, es decir no hay presión

hidrostática. Generalmente pertenecen a los grupos A-1 y A- 2 (Clasificación AASHTO): gravas y arenas, sin aglutinamientos, de mala graduación.

En la clasificación SUCS (Sistema Unificado) son los GP ó grava mal graduada.

La Información de los ensayos de Atterberg, muestran su carencia de plasticidad, como se ha indicado.

### **3. Km. 713 – Km. 776: Limite Regional – Chiclayo**

Se mantiene la similitud con los anteriores. No siendo la clasificación e identificación una ciencia exacta, se considera suficiente para el Ingeniero de Carreteras, algunos nombres comunes para la clasificación de campo.

Es así como se tienen gravas, arenas, limos inorgánicos, como finos sin plasticidad, no arcillas, ni morrenas, loess, ni margas, ni caliche y como se ha dicho estructura granular.

En la zona que corresponde a la Vía de Evitamiento de Chiclayo Km. 0- Km. 9 (Se inicia aproximadamente en el Km. 766 y empalma en las inmediaciones del Km. 773 de la Carretera Panamericana Norte), la carretera se desplaza a través de áreas que han servido de depósitos de sedimentos, tipo de suelo A-4(5) (Clasificación AASHTO) utilizados para cultivos varios. El espesor del manto del suelo descrito es variable entre 0.10 m – 1.00 m (aprox).

Esta áreas han sufrido inundaciones en diferentes épocas elevando en consecuencia las humedades e influenciando negativamente en el valor soporte y por lo tanto haciendo disminuir la capacidad de resistencia del pavimento.

### **Características de Sub-Base y Base**

Los materiales Base y Sub-Base encontrados a través de las 6 Calicatas ejecutadas en la berna a lo largo del Tramo (Km. 580 – Km. 776) son suelos de Clasificación AASHTO: A-1-a(0) y A-1-b(0) se adjuntan en el Anexo C las pruebas realizadas por el Laboratorio, estos suelos empleados en la base y

sub-base, dadas sus características físicas y químicas, cumplen con los requisitos de las Especificaciones Técnicas.

### Comprobación de Densidades de Campo en la base, hechas en los Kms. Y Progresivas concordantes con las deflexiones Pre-seleccionadas

Con la finalidad de hacer comprobaciones de densidades en determinadas ubicaciones, se coordinó con la Universidad Privada Antenor Orrego (Trujillo) para efectuar 6 (seis) densidades de campo, con los resultados que se muestran en el Anexo E Ensayos de Suelos y Cantes. También se efectuaron 6 (seis) calicatas, para verificar espesores de base tomándose muestras para su clasificación, cuyos resultados se ven en las hojas del laboratorio GEO-SERV. SAC del Anexo C y en el siguiente cuadro resumen.

DENSIDAD Y CALICATAS EN BASE (Tomado en Berma)					U.P.A.D	Geo-SERV.
Nº	Km.	Lado	Lugar/Referencia	Base.Espe.	Den.Seca	Clasific.
1	596+800	L.D.	Puente Careaga	0.20 m.	2.271	A-1-b (0)
2	629+450	L.I.	Pampa Pallan	0.20 m.	1.858	A-1-a (0)
3	660+500	L.D.	Desv. San Pedro	0.20 m.	2.345	A-1-b (0)
4	730+000	L.D.	Macupe	0.20 m.	2.013	A-2-4 (0)
5	758+450	L.D.	Reque	0.20 m.	2.144	A-1-b (0)
6	2+050	L.I.	Vía Evitam.Chiclayo	0.20 m.	2.319	A-1-a (0)
	2+050	L.I.	Vía Evitam.Chiclayo	Sub. Rasante		A-4- (5)

### SUB RASANTE: VIA EVITAMIENTO CHICLAYO

Previo estudio se determinó el Km. 2+050 para tomar una densidad y una muestra de base como también de la sub rasante para su clasificación, la que dio para la base: un suelo Tipo A-1-b (0) y para la subrasante un suelo Tipo A-4 (5), (clasificación AASHTO).

Presumimos que esta sería una de las razones de las deflexiones altas detectadas en la Vía de Evitamiento y como consecuencia de este resultado, el tramo requerirá un refuerzo asfáltico.

### **LAS CANTERAS**

Tramo Trujillo – Chiclayo, Carretera Panamerica Norte a lo largo se encuentran canteras formados por suelos gravosos – areno limosos, generalmente no plásticos A-1-a y A-1-b, que son excelentes para la construcción de pavimentos asfálticos; de las cuales escogimos 12 utilizadas anteriormente para la construcción de la carretera, de éstas señalamos 5 para usarlos en el asfaltado y una de posible uso (ETEN). De las 5 se han analizado 3, las que pasamos a describir y a dos (Ciudad de Dios y San Nicolás) se han verificado con las pruebas de la Supervisión de la Obra de Rehabilitación anterior. Se adjunta los Análisis del Laboratorio de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

En este informe se trata de las canteras solo en sus aspectos geológicos, especialmente de su potencial volumen o profundidad y posible variabilidad, así como su origen y extensión. Por tanto se informa de los siguientes:

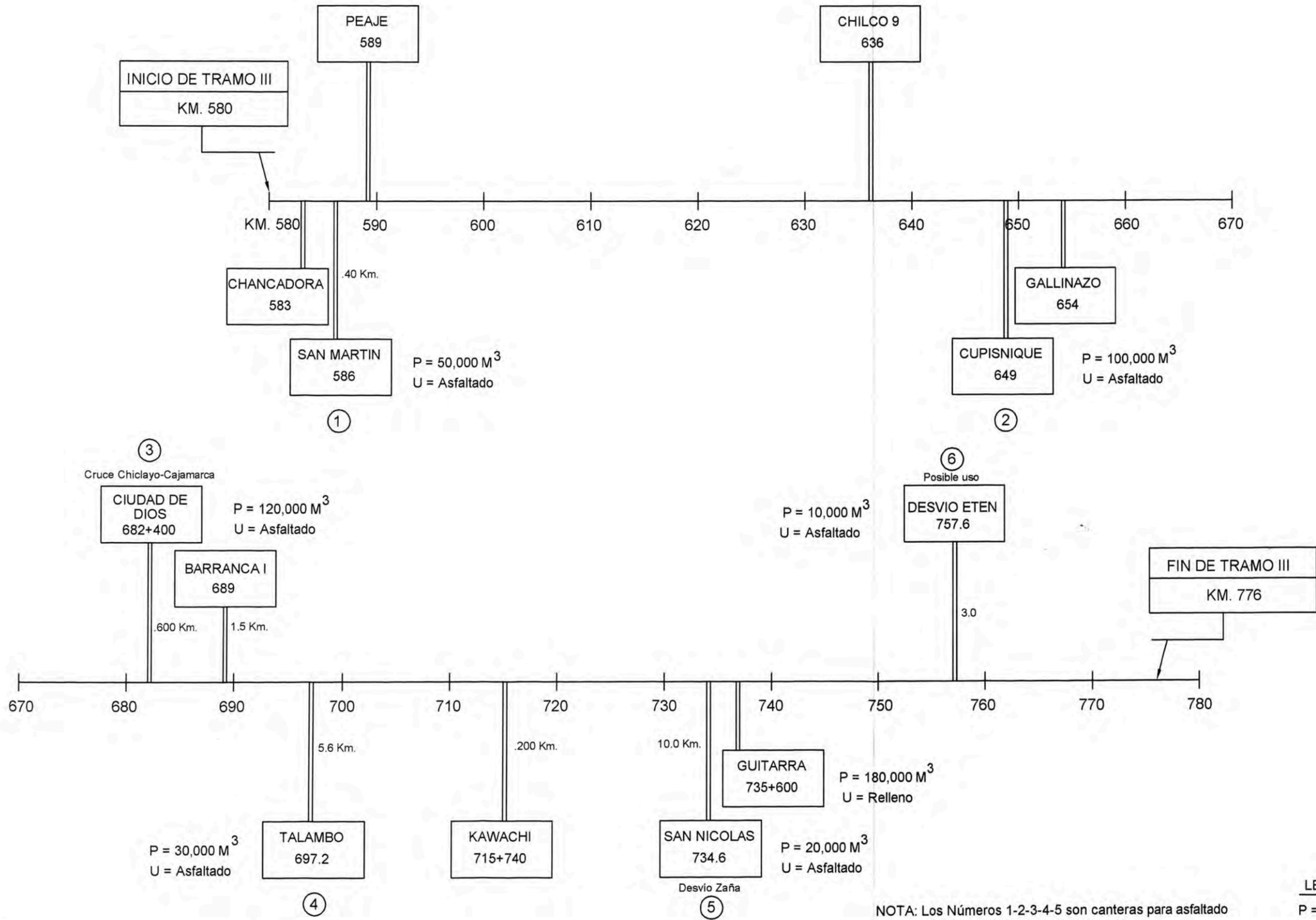
- 1.- Ubicación.
- 2.- Litología.
- 3.- Origen y clasificación.
- 4.- Granulometría de campo.
- 5.- Extensión.

Se detalla en cuadro adjunto.

**CUADRO RESUMEN DE CANTERAS**

CANTERAS	Ubicacion	Litología.	Componentes:	Origen:	Clasificación	Granulometría de campo	Volumen Posible
<b>CANTERAS EL MILAGRO/ CHANCADOR A</b>	Km. 583 Derecha/Izquierda.	Sedimentaria. Son clastos angulosos. tanto presentan caras planas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volcánicos 70%</li> <li>• Granítico 15%</li> <li>• Calizas 15%</li> </ul>	material arrastrado por sucesivos huacos.	material coloaluvional.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clastos &gt; 4 cm 4%</li> <li>• Clastos: 2 a 4.cm 20%</li> <li>• Clastos: 0.5 a 2.0cm 70%</li> <li>• Arena Media 5%</li> <li>• Limo 1%</li> </ul>	extensión de unas 40 Has. Profundidad no menor a 40m
<b>CANTERA SAN MARTIN</b>	Km. 586+000	Sedimentaria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volcánicos 85%</li> <li>• Arenisca 10%</li> <li>• Caliza 5%</li> </ul>	por el transporte de un río poco caudaloso o de suave pendiente.	Es de origen fluvial.	depósito en actual explotación con instalaciones de chancadora. producen hasta cinco tipos de material, desde el material chancado de 2" hasta un material pulvulento.	Es suficientemente extenso para proveer estos áridos.
<b>CANTERA RIO SECO DE CUPISNIQUE</b>	Km.649+000 . Al pie del Cerro Tres Picos o C° Chilco	Sedimentaria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rocas graníticas</li> <li>• Volcánicas. 30%</li> <li>• Caliza silicea 10%</li> </ul>	Por el transporte de río, que podría tener gran caudal en tiempos de gran lluvia, de pretéritos fenómenos del Niño de hace centurias.	Fluvial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantos de 30cm 20%</li> <li>• Cantos de 10cm 35%</li> <li>• Cantos de 5cm 35%</li> <li>• Arena gruesa 8%</li> <li>• Arena fina: 2%</li> </ul>	Tiene una gran extensión, lo menos de 200x200m y una profundidad de unos 20m.

<b>CANTERA CIUDAD DE DIOS</b>	Km.682+400 Acceso: 600m izquierda.	Sedimentaria y ceniza volcánica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volcánicos. 70%</li> <li>• Intrusivos. 30%</li> </ul>	Mayormente es por el transporte de ríos y una parte por depositación de cinerita.	Fluvial.	Depende del estrato. Son dominantes los cantos rodados de un promedio de 7.0 cm	Aproximadamente una hectárea, con profundidad que no supera los 15.0m
<b>CANTERA TALAMBO</b>	Km.697+200 Acceso: 5.6 kilómetros.	Sedimentaria.	Es una cantera en actual explotación a gran escala. Tiene chancadora y demás accesorios.	Transporte por río de mediano caudal.	Fluvial.	Está en estado de explotación.	Es suficientemente como para garantizar la provisión de material en sus cuatro clases, desde grava hasta finos.
<b>12.6.6. CANTERA SAN NICOLAS</b>	Km.734+600 Acceso: Derecha 8.6 kilómetros y luego Izquierda 1.5 kilómetros. Total acceso	Sedimentaria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volcánicos 90%</li> <li>• Caliza silisificada 10%</li> </ul>	Por gravedad, procedente de las rocas del lugar.	Colofluvial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gravilla 85%</li> <li>• Arena media 10%</li> <li>• Limo 5%</li> </ul>	Aproximadamente 4 Has. Profundidad: No mayor de 20.0m
<b>CANTERA LA GUITARRA</b>	Km.735+600 . Derecha.	Sedimentaria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volcánicos 90%</li> <li>• Intrusivos: 5%</li> <li>• Calizas: 5%</li> </ul>	Transportado por gravedad.	Coloaluvional.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clastos de 3.0cm diámetro</li> <li>• Limo-arcilla 20%</li> </ul>	Superficie unas 4.0 Has. Profundidad no menor a 30.0m
<b>CANTERA DE ETEN</b>	Km.757+600 Acceso: 3.2 kilómetros en carretera a Eten.	Sedimentaria. Conglomerádica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volcánicos 85%</li> <li>• Intrusivos 5%</li> <li>• Arenisca 95%</li> <li>• Arcilla 5%</li> </ul>	Transporte por río, posiblemente.	Fluvial, posiblemente.	Según los estratos, dominan los cantos de 5 a 10 cm de diámetro.	Superficie de 4 Has. Profundidad: posiblemente no menor a 30.0m.



NOTA: Los Números 1-2-3-4-5 son canteras para asfaltado y la N° 6 de posible uso para asfaltado

**LEYENDA**  
 P = Potencia  
 U = Usos

### 3.1.8 ESTUDIO DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA

#### TALUDES.

No hay una definición geotécnica de talud, es decir si bien se tiene una idea clara de esta forma, de lo que no se tiene es una determinada, tal como la altura que caracterice a estas laderas. Algunos clasifican o la definen como talud a cualquier ladera adjunta a la carretera cuya altura es mayor a 2.0m. En este Estudio se considera como talud a aquella ladera que tiene una altura de 4.0 o más metros. Esta es la ladera que en al derrumbarse por su extrema inestabilidad, sea material rocoso, clástico, limoso o arenoso, vertical y con un ángulo de 45° cubriría casi el 75% del ancho de una carretera. Del mismo modo el talud bajo, o sea el que sustenta a la carretera. Prácticamente en todo este sector de 196.0 Km de la Carretera Panamericana Norte, no se tiene taludes problema, No obstante, merecen atención tres Taludes, el primero ubicado en la cuesta de la variante de Pacasmayo, el segundo en el **Km 649** al pie del cerro Chilco y el tercero en el **Km. 736**.

#### HUAICOS.

No son casos frecuentes, se han dado solo en algunos sectores; en Chiclín y uno pequeño próximo a Paijan.

#### EOLOGÍA

La eología es un problema especial de este sector, si bien no puede afectar a la estructura de la carretera, puede ser un serio obstáculo que no permite mantener un tránsito continuo y seguro. Hay dos tramos con dunas migrantes, una en el **Km. 656** y **Km.662** al llegar y al salir del poblado de San Pedro de Lloc, es decir el final de la extensa Pampa de Cupisnique y otra en el **Km.737+500** los que requieren constante mantenimiento.

## HIDROGEOLOGIA DE RIOS

### RÍO CHICAMA.

#### 1. Ubicación

Este río resulta de la confluencia de numerosos ríos, entre ellos el río Sayapullo, río Lucma y otros pequeños, pero numerosos. La Panamericana lo cruza mediante el Puente Careaga en el Km.597+700.

#### 2. Geomorfología

**Características Hidrogeológicas Generales.-** Es un extenso río, lo particular de este río es que su volumen de agua varía desde  $0.0\text{m}^3/\text{seg}$ . hasta unos  $500\text{ m}^3/\text{seg}$  en época de lluvias. Pero en épocas excepcionales como durante el Fenómeno del Niño 1998 alcanzó hasta  $1000\text{ m}^3/\text{seg}$ . En esta zona, unos 100m aguas arriba del Puente Careaga, tiene una pendiente de  $2^\circ$  En las proximidades de este puente, el río se ha dividido en dos lechos, por motivos de defensa del río en años anteriores a la presencia del Fenómeno del Niño. El brazo menor, (izquierdo) pasa bajo un pontón alto y el flujo principal pasa bajo el puente.

**Geomorfología.-** Es un río que en todo su recorrido serpentea, generando amplios meandros, especialmente al aproximarse al puente Careaga. Está cerrado por terrazas que varían de altura de 2.0m hasta 3.5.m. En las partes mas internas, esto es a unos 500m parece que llegan a no mas de 1.0m.

### RIO JEQUETEPEQUE.

#### 1. Ubicación

Es otro de los ríos costeros que tiene su origen en las serranías de San Juan - Contumazá, con un recorrido gruesamente aproximado de 100 Km.

Sobre este río la Panamericana cruza mediante el Puente La Libertad Km.680+800.

#### 2. Geomorfología

La geomorfología de este río en la zona del Puente La -Libertad, esto es a unos 100.0 m aguas arriba, se caracteriza por un lecho algo profundo,

cerrado por altas terrazas, que alcanza una altura de 12.0 m promedio. El conjunto es de la geoforma meandro que corta a un suelo llano.

### **RÍO ZAÑA/UCUPE**

El río Zaña es otro de los ríos del Pacífico, proviene de los contrafuertes de la sierra. Es de aguas someras permanentes. Poco requerimos tratar de este río por que bajo una visión general presenta dos factores que favorecen a la conservación de la carretera y el Puente Ucupe (Km. 733+060).

Presenta las siguiente características generales:

- a) Los meandros no son amplios por estar limitados por terrazas resistentes.
- b) Las terrazas y el lecho está conformado por cantos rodados de naturaleza volcánica y areniscas, ambas resistentes al desgaste. Miden entre 4.0cm hasta 12.0cm de diámetro promedio. Los de mayor diámetro son pocos, igualmente la arena.
- c) Además de los cantos hay vegetación ribereña que defiende a las terrazas, para el flujo normal. Sin embargo para los embates no representan defensa alguna.
- d) El volumen normal de estas aguas están en equilibrio con su lecho.

### **RIO REQUE**

#### **1. Ubicación**

Este río es de flujo permanente a diferencia del Chicama. Durante el primer y segundo Fenómeno del Niño sorprendió por su gran volumen, quintuplicó su volumen ordinario de aguas de temporada de lluvias, de lo que hasta esos años se conocía, de tal modo que casi triplicó el ancho de su lecho.

#### **2. Geomorfología**

**Geomorfología.-** Este río discurre sobre un amplio llano en los últimos kilómetros de su desembocadura al mar. Su geoforma es de amplios meandros que discurren sobre un lecho cuya pendiente es algo mas de 1°.

Está limitado por altas terrazas, de un promedio de 8.0m de altura. Son tres niveles de terrazas, una muy pequeña, de una altura de 1.50m. la segunda de 3.0m y la mayor de 8.0m, todas medidas al nivel del lecho actual.

## **GEOLOGIA y GEOTECNIA DE TALUDES**

### **TALUD DEL Km.649**

Este talud es parte de un macizo rocoso diorítico, se halla al final de la Pampa de Cupisnique. Está algo alejado de la carretera a unos 5.0m de distancia del pie del talud. La ladera de ésta alcanza una longitud de 12.0 m y con un talud V:H de 1:4 en la parte más próxima a la carretera. Todo indica no ser un peligro.

El talud bajo la carretera sí podría generar un pequeño problema, por la altura del talud y la posibilidad, aunque remota que pudiera sufrir erosión por una reactivación del río seco que pasa por la derecha de la carretera.

### **TALUD DE VARIANTE DE PACASMAYO**

Este es un pequeño y corto talud ubicado en la cuesta de salida de la variante de Pacasmayo. Es de litología sedimentaria, fluvial, conglomerádica, limonitosa.

En cierto momento se hace un talud cerrado. Por ambos lados de la carretera se tiene dos taludes de una altura no mayor de 3.0m, con relación de talud V:H de 1:3 lo que apuntaría a un ángulo estable, se evidencia porque no hay desmoronamientos.

Se ha tomado alguna consideración a este pequeño talud, por solo el hecho que el único proceso que podría desestabilizar a sus cantos rodados que tienen un promedio de 6.0 cm sería por el efecto erosivo del viento, que aún así más rodarían que colapsarían.

Lo mas recomendable por lo pequeño y posiblemente por el poco costo es cementar la superficie con la misma inclinación. Indudablemente sin que exista la posibilidad de resquebrajamientos.

#### **TALUD DEL Km. 736.**

Este talud está en la ladera de un pequeño cerro, constituido por rocas andesita básicas, la cual si bien está fracturada por diaclasas, no queda material suelto. No representan mayor problema, por las siguientes razones: **1ro.-** Se halla en su punto mas próximo a la carretera a unos 5.0m. **2do.-** El material con el cual está constituido es un macizo rocoso, compacto y **3ro.-** En el punto mas próximo a la carretera presenta un talud V:H de **1:2**. **4to.** Por sus características litológicas y emplazamiento no conllevan un peligro geodinámico, ni aún en un caso de sismo, por tanto no requiere de solución geotécnica.

#### **HUAICOS**

Los huaicos que se han producido dentro de este tramo (EL MILAGRO - CHICLAYO) son en la zona de Chiclín. En parte han sido totalmente naturales, propiamente huaicos. En otros casos se ha debido a efecto humano y/o combinación de huaico-desborde. Con muy poco efecto en Paiján.

#### **Km. 580.**

Esta progresiva solo es referencial, por cuanto el propio fenómeno de huaico se dio en la entrada de la antigua carretera a Cascas, a unos 150.0m del desvío de la antigua Panamericana hacia Cascas.

Solo se cita con el fin de advertir de que si el proceso hubiera sido mas intenso, si habría llegado a la misma Panamericana actual. El mecanismo ha sido el siguiente:

Había una acequia a la izquierda de la antigua carretera con una sección de 50x60 cm, casi sobre ella hay un cequión de tierra y vegetación, con una sección de 2.20x1.80 m, el mismo que pasa por la parte alta de una pequeña concavidad, de unos 50x70m algo ovalado. Al producirse las lluvias, se llenó de agua la concavidad y también debilitó las bases del cequión produciéndose desborde de éste, fluyendo rápidamente la acequia de abajo de 50x60 cm, al cual rápidamente lo horadó, sobre todo por ser de un material terroso, produciéndose una forma de huaico. Estas aguas discurrieron y erosionaron el cequión angosto que tenía una alcantarilla de 20". Indudablemente al llegar esas aguas, ya cargadas con lodo, fluyeron hacia los cañaverales en dirección a la Panamericana sin llegar a ella, se disipó a unos 80.0 m.

#### **Km.580-620**

El huaico aquí sí afectó fuerte y directamente a la Panamericana y también afecto al desvío a Cascas, produciendo la destrucción de la plataforma. El proceso ha sido el siguiente: las carreteras a Cascas, actual y la antigua se unen un poco antes del poblado de Sausal, a la altura de la Quebrada del Mal Alma. En esta pequeña quebrada se produjo una gran lluvia durante el Fenómeno del Niño-98. Las aguas turbulentas destrozaron la estructura de la carretera en una longitud de unos 45 metros. También se colmaron las aguas de un cequión y sus aguas cortaron la pista en la misma sección de una alcantarilla, fluyendo en dirección de Chiclín.

### **3.1.9 HIDROLOGIA Y DRENAJE**

#### **Generalidades.**

La costa del Perú se caracteriza por tener un clima con escasa precipitación pluvial, por lo que presenta una geografía desértica, sin embargo en periodos de 15 a 20 años, se presentan precipitaciones pluviales extraordinarias durante los meses de diciembre a mayo, debido al calentamiento de las

*CAPITULO III: APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS DE FISURAS CARRETERA EL MILAGRO- CHICLAYO*

aguas marinas por las corrientes cálidas que desplazan a las aguas frías de la corriente de Humboldt. Desde Trujillo hasta Tumbes, estos eventos generan daños en la infraestructura vial: tales como derrumbes, cortes de tramos de carretera, desbordes, destrucción de alcantarillas, pontones y puentes.

Sobre la base de información de precipitación pluvial registrada en las cuencas de influencia o mediciones de descarga en un punto particular de la cuenca, el estudio hidrológico determina los caudales probables para diversos años de recurrencia y niveles que alcanzaría el caudal de diseño en una sección del cauce en particular.

En conformidad al alcance del estudio, según términos de referencia contractuales, nos hemos limitado a verificar los requerimientos de estructuras de drenaje, inspección de las alcantarillas, pontones y puentes existentes en la carretera Panamericana Norte para el tramo km 580 El Milagro al km 776 y la vía de evitamiento de ciudad de Chiclayo entre el Km. 0 al Km. 9.

Los lechos de los cauces de los ríos y quebradas están conformados por suelos de arena fina o gruesa, limos y gravas con cantos rodados estos en función de la pendiente del cauce; los cauces no presentan vegetación natural, salvo en algunos ríos con cultivos temporales de corto periodo vegetativo.

En el reconocimiento de campo se observó que la mayoría de estructuras que cruza la carretera se presentan en los valles y corresponden a alcantarillas y pontones de canales de riego, algunos de ellos a canales de drenaje agrícola y puentes para cruces de ríos.

En general las alcantarillas se encuentran en buen estado de conservación y los cauces de los canales de riego se encuentran bien mantenidos y en operación. Los canales ubicados cerca de áreas urbanas presentan sedimentación, rellenos con basura y desechos.

Los daños más serios observados en el reconocimiento de campo corresponden a la situación de riesgo que presentan los puentes, cuya estabilidad estaría comprometida por la erosión y socavación en la cimentación de los pilares y estribos. Los puentes con mayor riesgo se consideran:

- El Careaga Km. 597+700,
- Puente Arenita km 621+500
- Puente La Libertad Km. 680+800
- Puente Chaman km 700+900
- Puente El Avispero Km. 716+600,
- Puente Ucupe km 733+060
- Puente Reque km 760+200

Debido al alcance de los términos de referencia contractuales, el trabajo ejecutado limita a observar las obras de drenaje existente, pontones y puentes, verificando dimensiones de sección, estado de conservación y operación. A continuación se indica las recomendaciones para mejorar y asegurar la operación de las obras de arte de drenaje y cruce de cursos de agua.

- Realizar limpieza en las alcantarillas y cauces de los cursos de agua.
- Mantener coordinación con la direccional zonal de aguas del Ministerio de Agricultura y con los usuarios de los canales de riego, de manera que el mantenimiento de los canales para su operación sea el correcto, evitar desbordes principalmente en época de riego.
- Encimar y alargar los sardineles de los muros cabezales de las alcantarillas con la finalidad de evitar los derrames de los taludes y erosión de las bermas de la carretera. Asimismo darle seguridad al usuario nocturno con relación a ubicación de alcantarillas.
- Reconstruir los muros y sardineles de alcantarilla que se presentan inestables por deslizamiento y rotación.
- Reemplazar las alcantarillas con diámetro menor a 0,90 metro.

- Efectuar estudios de hidráulica fluvial para los puentes Careaga, Arenita, Libertad, Chaman, Ucupe y Avispero, con el fin de verificar la estabilidad de los pilares y estribos que presentan fuerte erosión y socavación en la cimentación. Diseño de obras de encauce y defensa.
- Verificar la profundidad de socavación local del pilar central del puente Reque, mejorar la sección geométrica de la cimentación del pilar.
- Reemplazar el puente Arenita.

### 3.1.10 SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL

En concordancia con lo indicado en los Términos de Referencia el Estudio de Señalización y Seguridad Vial incluyó la ejecución de las siguientes actividades:

- Reconocimiento y verificación de campo de la señalización horizontal y vertical existentes, asimismo de los elementos de seguridad vial.
- Marcas en el pavimento
- Repintado de parapetos de alcantarillas y muros
- Postes delineadores
- Tachas reflectivas
- Captafaros
- El diseño de la señalización horizontal propuesto se ha efectuado de acuerdo a lo establecido en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC.
- Asimismo se ha diseñado los dispositivos auxiliares para el control de tránsito a través de las zonas de trabajo a efectuarse, en la Panamericana Norte entre Trujillo y Chiclayo, durante la etapa de su mantenimiento periódico y/o rehabilitación.

Los trabajos proyectados a lo largo del tramo de la Panamericana Norte, entre Trujillo y Chiclayo, están orientados al mantenimiento Periódico y/o

Rehabilitación del Pavimento; en tal sentido, el proyecto recomienda que durante la ejecución de las obras se permita el tránsito en un solo carril, salvo en los casos críticos y por periodos cortos se podrá suspender el tránsito, con la debida autorización del Supervisor y el MTC.

Con el propósito de mantener la transitabilidad durante la ejecución de las obras de mantenimiento periódico y/o rehabilitación, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Normas y medidas de seguridad, con la finalidad de evitar accidentes de tránsito durante el proceso de los trabajos.
- Planificación del tránsito en forma adecuada.
- Planos de la señalización provisional en las zonas de trabajo.
- Ordenar el tránsito en un solo carril.
- Se podrá efectuar interrupciones periódicas de tránsito en corto tiempo y durante el día, previa autorización del Supervisor y MTC.
- Efectuar trabajos de mantenimiento en los accesos paralelos al tramo en ejecución, a fin de utilizarlos como desvíos temporales, cuando el frente de trabajo del contratista se desarrolle en ese sector.

Durante la ejecución de los trabajos se debe mantener una coordinación constante con la Policía Nacional de Carreteras, para que los usuarios cumplan y respeten la señalización provisional de la vía en cada frente de trabajo.

## **3.2 APLICACIÓN DE TRATAMIENTO DE FISURAS**

### **3.2.1 TRATAMIENTO DE FISURAS TIPO BANDA**

#### **3.2.1.1 DESCRIPCION**

La presente especificación se refiere al Tratamiento de Fisuras en Caliente Tipo Banda en Carpetas Asfálticas, *aplicables a fisuras con anchos menores*

ó iguales a 13 mm, en conformidad con los requerimientos de la Norma ASTM D5078 " Standard Specification for Crack Filler " .

### **3.2.1.2 Materiales Requeridos**

Los materiales consistirán en:

#### **a) Sellante elastomérico**

Material de composición asfáltica derivado del petróleo y modificado elásticamente, medio viscoso al ser aplicado en caliente para fluir y penetrar en las fisuras de carpetas asfálticas en climas calurosos, apropiado para cubrir el rango de temperaturas ambientales en la zona del Proyecto y, con características altamente adhesivas y flexibles para adaptarse a eventuales movimientos de la fisura.

El Producto, que puede ser suministrado en estado sólido, debe ser derretido por calentamiento para ser aplicado a presión en la fisura; en época de verano debe ser resistente a desplazamientos, a desprenderse ó a fluir; a bajas temperaturas ambientales debe poseer flexibilidad adecuada; y de tiempo rápido de fraguado.

El material elastomérico deberá cumplir los siguientes requisitos de calidad, en conformidad a la Norma ASTM D5078

PRUEBA	ESPECIFICACION RECOMENDADA
Penetración en Cono (ASTM D-5329)	15 – 45
Resilencia (ASTM D-5329)	30 % min.
Punto de Ablandamiento (ASTM D-36)	210° F (99° C) min.
Ductilidad , 77 °F (25 °C) (ASTM D-113)	30 cm/min.
Flexibilidad (Procedimiento)	Pasa a 30 °F (-1 °C)
Compatibilidad Asfáltica (ASTM D-5329)	Pasa
Contenido de Bitumen (ASTM D-4)	60% min.
Adhesión a la Tensión (ASTM D-5329)	400 % min.
Temperatura Segura de Calentamiento	400° F(204 °C)
Temperatura de Aplicación Recomendada	380° F(193 °C)

#### **b) Antiadherente (Sello)**

Material líquido que se aplica sobre la superficie de un sellante en caliente para permitir la inmediata apertura del tráfico vehicular . El Producto debe poseer características que no altere las propiedades del sellante, solo que lo endurezca dado que el sellante se torna en épocas de verano algo blando y pegajoso por periodos largos. El material debe aplicarse inmediatamente después del sellante usando para el efecto pulverizadores de bomba manual.

#### **3.2.1.3 Equipo Básico**

El equipo mínimo incluirá:

a) Una compresora neumática de 250 PCM de capacidad .

b) Una Selladora de fisura en caliente:

Equipo mecánico que sirve para calentar el sellante elastomérico y aplicarlo a presión dentro de la fisura a tratar.

Unidad de tamaño medio con una capacidad de 125 gal; equipada con un quemador para calentar el material, alejado del suelo; sistema de agitación y recirculación para evitar que el material se solidifique en alguno de los accesorios; sistema de control automático, controles de temperatura variables, flujo hidráulico variable, lectura digital de temperatura, cierres automáticos para la manguera, la boquilla aplicadora, la bomba, el quemador y controles eléctricos; sistema de control integrado de operación para corregir posibles errores del operador; bomba, manguera y boquilla aplicadora.

El equipo debe ser de fácil cargado y a prueba de salpicaduras ó derrames.

c) Dos camionetas Pick-Up

d) Dispositivos de señalización y accesorios de seguridad.

e) Herramientas manuales necesarias.

### 3.2.2 TRATAMIENTO DE FISURAS CON RUTEO

#### 3.2.2.1 Descripción

La presente especificación se refiere al Tratamiento de Fisuras en Caliente con Ruteo y Banda en Carpetas Asfálticas, *aplicables a fisuras con anchos mayores a 13 mm, asimismo a fisuras pre-existentes tratadas anteriormente y que se han vuelto a reflejar*, en conformidad con los requerimientos de la Norma ASTM D5078 "Standard Specification for Crack Filler".

#### 3.2.2.3 Materiales Requeridos

Los materiales consistirán en:

**a) Sellante elastomérico**

Material de composición asfáltica derivado del petróleo y modificado elásticamente, medio viscoso al ser aplicado en caliente para fluir y penetrar en las fisuras de carpetas asfálticas en climas calurosos, apropiado para cubrir el rango de temperaturas ambientales en la zona del Proyecto y, con características altamente adhesivas y flexibles para adaptarse a eventuales movimientos de la fisura.

El Producto, que puede ser suministrado en estado sólido, debe ser derretido por calentamiento para ser aplicado a presión en la fisura; en época de verano debe ser resistente a desplazamientos, a desprenderse ó a fluir; a bajas temperaturas ambientales debe poseer flexibilidad adecuada; y de tiempo rápido de fraguado.

El material elastomérico deberá cumplir los siguientes requisitos de calidad, en conformidad a la Norma ASTM D5078

PRUEBA	ESPECIFICACION RECOMENDADA
Penetración en Cono (ASTM D-5329)	15 – 45
Resiliencia (ASTM D-5329)	30 % min.
Punto de Ablandamiento (ASTM D-36)	210° F (99° C) min.
Ductilidad , 77 °F (25 °C) (ASTM D-113)	30 cm/min.
Flexibilidad (Procedimiento)	Pasa a 30 °F (-1 °C)
Compatibilidad Asfáltica (ASTM D-5329)	Pasa
Contenido de Bitumen (ASTM D-4)	60% min.
Adhesión a la Tensión (ASTM D-5329)	400 % min.
Temperatura Segura de Calentamiento	400° F(204 °C)
Temperatura de Aplicación Recomendada	380° F(193 °C)

**b) Antiadherente (Sello)**

Material líquido que se aplica sobre la superficie de un sellante en caliente para permitir la inmediata apertura del tráfico vehicular. El Producto debe poseer características que no altere las propiedades del sellante, solo que lo endurezca dado que el sellante se torna en épocas de verano algo blando y pegajoso por periodos largos. El material debe aplicarse inmediatamente después del sellante usando para el efecto pulverizadores de bomba manual.

### **3.2.2.3 Equipo Básico**

El equipo mínimo incluirá:

**a) Un Ranurador de Fisuras (Router – Ruteador):**

Equipo autopulsado que permita cortar en seco la carpeta asfáltica para ensanchar la fisura en las medidas especificadas (cavidad).

La unidad debe estar provista con discos cortadores (cuchillas) de carburo; con control eléctrico que regule la profundidad del corte; con embrague a control eléctrico que posibilite detener o reemprender la marcha del equipo; y deflector de detritos de materiales pétreos, producto del corte o desprendimientos de materiales sueltos.

**b) Una compresora neumática de 250 PCM de capacidad.**

**c) Una Selladora de fisura en caliente:**

Equipo mecánico que sirve para calentar el sellante elastomérico y aplicarlo a presión dentro de la fisura a tratar.

Unidad de tamaño medio con una capacidad de 125 gal; equipada con un quemador para calentar el material, alejado del suelo; sistema de agitación y recirculación para evitar que el material se solidifique en alguno de los accesorios; sistema de control automático, controles de temperatura variables, flujo hidráulico variable, lectura digital de temperatura, cierres automáticos para la manguera, la boquilla aplicadora, la bomba, el quemador y controles eléctricos; sistema de control integrado de operación para corregir posibles errores del operador; bomba, manguera y boquilla aplicadora.

El equipo debe ser de fácil cargado y a prueba de salpicaduras ó derrames.

**d) Dos camionetas Pick-Up.**

**e) Dispositivos de señalización y accesorios de seguridad.**

Herramientas manuales necesarias.

### 3.2.3 REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

#### APLICACIÓN

Antes de su uso debe ceñirse las especificaciones del fabricante referidos al mismo producto, método de calentamiento, los procedimientos para la preparación del pavimento, secciones de la vía, precauciones y seguridad en obra.

La aplicación se hará a presión, utilizando una boquilla alimentadora conectada a la unidad de calentamiento del sellante.

#### CALENTAMIENTO

El sellante se deberá derretirse en un caldero de doble compartimiento que disponga de un efectivo sistema de agitación. El aceite de transferencia de calor en la unidad de calentamiento no deberá exceder de 525° F (274°C). La unidad de calentamiento será capaz de calentar el sellante hasta 410° F (210° C).

Advertencia:

No debe agitarse mientras esta añadiéndose nuevas tandas de sellante, por que pueden ocurrir salpicaduras peligrosas.

Antes de aplicar el sellante, éste debe calentarse en el rango de temperatura recomendado, temperaturas que se muestran en sus contenedores.

#### TEMPERATURA DEL PAVIMENTO

El sellante será aplicado cuando la temperatura en la superficie del pavimento es mayor de 50°F (10°C). La aplicación a temperaturas bajas reduce la adhesión debido a la presencia de exceso de humedad en las fisuras o juntas. Si la temperatura en la superficie es menor de 50°F, podría calentársela por métodos apropiados para lograr la temperatura mínima recomendada. Si las condiciones exigen que el sellado se ejecute a temperaturas menores de 50°F, debe tomarse extremo cuidado para evitar

que las juntas y fisuras están libres de hielo y otras contaminantes. La temperatura del sellante debe mantenerse dentro del rango de seguridad.

### **LIMPIEZA DE PAVIMENTO**

Para lograr la mejor eficiencia en el tratamiento de fisuras y juntas, éstas deben rutearse y limpiarse con aire comprimido u otro dispositivo para eliminar suciedades, polvo u otros materiales adheridos en la cavidad; así mismo eliminar todo material extraño existente sobre la superficie del pavimento. El supervisor aprobará el método de limpieza. Para mejores logros, la razón profundidad – ancho no deberá exceder de 2 a 1. Cuanto más baja la relación profundidad – ancho (por ejemplo 1 a 1), da mejores resultados. Para reducir la abrasión causada por las llantas de los vehículos, la altura del sellante no debería exceder de 1/8” (3mm.) sobre la superficie del pavimento.

### **FISURAS EN LA CARPETA ASFALTICA**

Las fisuras debe rutearse aun ancho mínimo de 3/8” (1cm) y a una profundidad mínima de 1/2” (1.3 cm).

Luego de la limpieza de las fisuras o juntas se aplicará el sellante un poco en exceso y se nivelará a un espesor menor de 1/8” (3mm) y a un ancho de 2” a 4” (5 a 10cm) utilizando un rodillo o una escoba de goma.

En los casos que la carpeta asfáltica así tratada, va a recibir una capa o sello asfáltico, debe evitarse que se produzca o incremente la rugosidad (Lomas y/o Corrimientos).

Para el sellante de fisuras de pavimentos de concreto asfáltico se emplearán las especificaciones standard ASTM D-5078 –95(2000), aplicados en caliente.

### 3.2.4 MEDICIÓN

Durante la Fase de Revisión del Expediente Técnico de Mantenimiento Periódico se inspeccionó el estado de la infraestructura vial y entre otros se constato la presencia de fisuras sobre la carpeta asfáltica, parte de ellas tratadas anteriormente; se midió de manera expeditiva sus longitudes parciales por cada Km. a lo largo del Proyecto, utilizando un aparato sobre una rueda que la llamamos "Fisurámetro". El Proyecto consignó entre fisuras finas y gruesas una longitud total de 32 200.00 m. y los medidos en el campo alcanzó una longitud total de 38 634.000 m. aproximadamente. De esta longitud total se estima un 40 % para sellado profundo de fisuras con ruteo y un 60 % para el sellado superficial de fisuras tipo banda.

### 3.3 EQUIPOS UTILIZADOS

#### Ruteadora CRAFCO Modelo 200



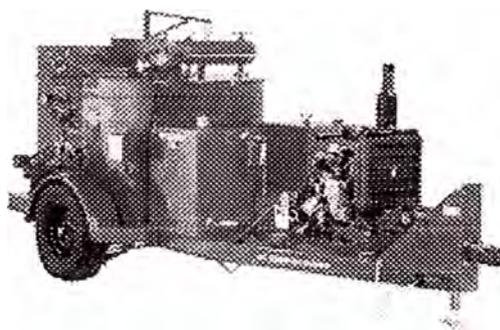
El equipo utiliza un cabezal cortador y permite al operador seguir la

sinuosidad de grietas de manera simple, rápida y efectiva lo que incrementa significativamente las operaciones de limpieza y preparación de grietas es las faenas. La **Ruteadora Modelo 200** está concebida para un operario que puede controlar la profundidad de corte sin detener la operación. Los rendimientos dependiendo del pavimento tratado pueden alcanzar varios miles de metros lineales por día. El equipo cuenta con diversos mecanismos de seguridad.

### **Características**

Motor Kohler Command 25hp Embrague Eléctrico Estanque de bencina de polipropileno de 6 galones Pie estabilizador para un cambio fácil y seguro de crucetas cortadoras.

### **Selladora CRAFCO E-Z Pour 100**



### **Descripción**

Selladora perteneciente a la **serie E-Z Pour**. Unidad de 100 galones alimentada por combustible diesel. El modelo con una excelente relación costo-eficiencia está también disponible con compresor (Modelo E-Z Pour

100DC) y autocargador opcionales. Estas opciones le ahorran tiempo, dinero y una variedad de equipos normalmente requeridos en los proyectos. El equipo está diseñado para operar de forma continua en un “tren” de sellado de elevada productividad lo que garantiza un bajo costo por metro lineal sellado.

Las unidades son la solución adecuada y de menor costo para contratistas de sellado, concesiones, obras viales y urbanas.

### **Características**

- Combustible Diesel
- Compresor Opcional (Modelo E-ZPourDC)
- Autocargador Opcional
- Diseño Libre de Problemas

### **Opciones Disponibles**

#### Enganches Opcionales:

Muela de 3”

Enganche de Bola 2”

Enganche de Bola 2 5/16”

#### Mangueras Opcionales:

15 pies

20 pies

25 pies

## DynaFLEX 88



### Descripción

**DynaFlex 88** es sello asfáltico tipo elastomérico, de un componente, para aplicación en caliente. Formulado para el sellado de juntas y grietas en pavimentos tanto de hormigón como de asfalto. DynaFlex 88 está compuesto por una mezcla de asfalto modificado con elastómeros y aditivos especiales que lo hacen un compuesto elástico y adhesivo altamente resistente a condiciones severas de servicio.

**DynaFlex 88 cumple con las especificaciones ASTM D3405 y ASTM D3406 y las normas LNV 55-84 y LNV 57-84 establecidas por el Laboratorio Nacional de Vialidad (Colombia).**

**DynaFlex 88** posee una notable resistencia al calor. No escurre a altas temperaturas y conserva su flexibilidad a bajas temperaturas. Posee un excelente comportamiento al envejecimiento por calor y alto poder de adhesión tanto al hormigón como al asfalto. El producto es totalmente impermeable y de superficie no pegajosa a temperaturas normales.

### Usos Básicos

- Juntas de Pavimentos de carreteras y losas de aeropuertos.
- Juntas de dilatación en soleras.
- Sellado de grietas en pavimentos de asfalto u hormigón.

- Juntas de canales o acequias revestidas.

### **Instalación**

#### **Utilización del Sello:**

Los sellantes de mejor calidad no funcionaran apropiadamente a menos que se utilicen correcta y cuidadosamente. Es necesario realizar el sellado de juntas bajo condiciones climáticas secas, en ningún caso con lluvia.

**Preparación de la superficie:** Antes de iniciar la colocación, la junta debe estar limpia, seca, sin aceites y libre de toda otra suciedad, polvo, compuestos de curado, etc. Eliminar rastros de concreto suelto, piedras, triturados en polvo de las paredes de las juntas mediante escobillas de acero.

En el caso de faenas de conservación, resellado y reparaciones de juntas y grietas deben eliminarse todos los rastros de aplicaciones de sellantes anteriores. Utilice equipos de aire comprimido, cepillos metálicos, ruteadoras u otros procedimientos que aseguren paredes limpias, previo a la aplicación del sello.

Se recomienda, a modo de proteger las aristas de las juntas de hormigón mientras se realizan otros trabajos sobre el pavimento, llenar la junta con arena u otro material fácil de sacar, hasta que se pueda realizar el sellante.

#### **Imprimación:**

Para asegurar una adherencia óptima se recomienda la imprimación de la junta o grieta (totalmente seca y limpia) utilizando **Dynaflex L (Primer)** diluido. El sello deberá aplicarse sobre la imprimación seca. La utilización de un cordón de respaldo **Dynex Respaldo C** es recomendable para controlar la profundidad de aplicación del sello y lograr el factor de forma adecuado.

**Dynex Respaldo C** es compatible con sellos de aplicación a alta temperatura.

**Calentamiento del sellante:**

Al derretir el material, éste no debe ser sobrecalentado ni quemado. No se deben agregar sustancias de ningún tipo. Dynaflex 88 a diferencia de otros tipos convencionales de sellante, contiene aditivos especiales para lograr sus excelentes cualidades y debe tratarse adecuadamente.

Los envases de **DynaFlex 88** vienen en cantidades apropiadas (22 kilos) para fundir medidas justas y cómodas de manejar.

**DynaFlex 88** debe fundirse en equipos de calentamiento indirecto de doble cámara con agitación permanente (Selladoras) que posean termómetros y control de temperatura. No debe aplicarse calor directamente. El producto debe ser calentado a 200°C para su aplicación. No deberá exceder los 220°C durante su calentamiento. Temperaturas menores a 190°C reduce la adhesión del producto.

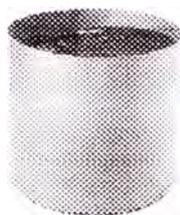
Al derretir el material, éste no debe ser sobrecalentado ni quemado. No se deben agregar sustancias de ningún tipo.

**Aplicación:**

**DynaFlex 88** se aplica idealmente mediante derretidores / aplicadores mecánicos que permiten altas productividades. El producto se aplica fluido a 200°C a temperatura ambiente de entre 5°C y 30°C.

En tiempo frío el nivel del sello de junta debe estar entre 2-3 mm., por debajo del nivel del concreto, ya que en tiempo caluroso el hormigón llega su máxima dilatación y el nivel de sello debe ser el mismo que el de la zona de concreto.

## DynaFLEX 9002



### Descripción

**Dynaflex 9002** es un sello Asfáltico Elastomérico de alto rendimiento compuesto por una mezcla de asfalto especiales, elastómeros y carga mineral. De color negro y consistencia semi sólida a temperatura ambiente ha sido formulado para condiciones climáticas exigentes y solicitaciones severas, en particular en aquellas zonas donde existan severos cambios de temperatura. Fabricado en un sólo componente se proporciona listo para su uso en caliente.

**Dynaflex 9002** posee una excelente adherencia a superficies secas. Mantiene elasticidad apropiada a bajas temperaturas, sin escurrir frente a calores intensos, manteniéndose estable dentro de la extensa gama de temperaturas a que estará sometido en los diversos climas. Absolutamente impermeable y resistente al envejecimiento.

**Usos Básicos** indicada para sellar juntas de dilatación o grietas en pavimentos de hormigón o asfáltico, sean éstos nuevos o antiguos. Sello en todo tipo de grietas o juntas horizontales.

DynaFlex 9002 cumple con las normas ASTM 3405 y del Laboratorio Nacional de Vialidad LNV 55-84.

## **Instalación**

### **Preparación de la Superficie**

Antes de iniciar la colocación, la junta debe estar limpia, seca, sin aceites y libre de toda otra suciedad, polvo, compuestos de curado, etc. Eliminar rastros de concreto suelto, piedras, triturados en polvo de las paredes de las juntas mediante escobillas de acero.

En el caso de faenas de conservación, resellado y reparaciones de juntas y grietas deben eliminarse todos los rastros de aplicaciones de sellantes anteriores. Utilice equipos de aire comprimido, cepillos metálicos, ruteadoras u otros procedimientos que aseguren paredes limpias, previo a la aplicación del sello.

### **Imprimación:**

Para un óptimo resultado se recomienda imprimir con Asfáltico MC-30. El producto se aplica una vez evaporado el solvente de la imprimación.

### **Calentamiento del sellante:**

Al derretir el material, éste no debe ser sobrecalentado ni quemado. No se deben agregar sustancias de ningún tipo. **Dynaflex 9002** a diferencia de otros tipos convencionales de sellante, contiene aditivos especiales para lograr sus excelentes cualidades y debe tratarse adecuadamente.

### **Aplicación:**

Aplique el producto a una temperatura de 170-10°C. Vierta el sello **Dynaflex 9002** relleno la grieta hasta 1 a 3 mm bajo el nivel del pavimento o según la especificación considerada.

### **Recomendaciones**

Evite ejecutar la faena en tiempo frío. La temperatura de pavimento ideal es de 10°C en ascenso.

## RoadSaver 201



### Descripción

El sellador Crafcó, **Roadsaver 201** es un sello de un solo componente de aplicación en caliente para ser aplicado en agrietamientos y juntas de pavimentos, especialmente formulado para cumplir con los requerimientos ASTM D 3405 y AASHTO M301. El sello excede los requerimientos de ASTM D1190, AASHTO M173 y especificaciones SS-S-164. **Roadsaver 201** contienen un mínimo de 18% de cauchos reciclados por peso de componentes asfálticos. **RoadSaver 201** es suministrado en forma sólida que es fácilmente derretido. Cuando es aplicado apropiadamente, **Roadsaver 201** formará un sello elástico de larga duración que es flexible y extensible a temperaturas bajo 0°C y es resistente al tráfico en las altas temperaturas. **Roadsaver 201** es formulado como un sello de alta viscosidad para aplicación y manipulación mejorada cuando se sellan grietas en concretos asfálticos.

### Usos Básicos

- Sellado de Juntas de Dilatación
- Sellado de Agrietamientos en Pavimentos de Asfalto y Cemento Pórtland

## **Instalación**

### **Aplicación:**

El sello **Roadsaver 201** es aplicado de forma óptima usando unidades de derretimiento de aplicación con alimentación a presión. La aplicación manual puede ser difícil. **Roadsaver 201** es ideal para el sello de grietas y juntas en asfalto y pavimentos de hormigón.

La unidad de peso de Roadsaver 201 Crafcoc es 9,3 lbs. (4,2 kgs.) Por galón a 60F.(15.5C.) 12,1 Lbs.(5,4 kg.) De material se requiere para llenar 100 pies (30,4 m.) De junta de 1/2" x 1/2" (1,2 cms. x 1,2 cm.).

### **Presentación**

El material se suministra en cajas individuales de sello que son paletizadas en unidades de despacho. Las cajas contienen un film no-adherente que permite la fácil remoción del sello cada pallette contiene 72 cajas agrupadas en seis capas de 12 cajas x capa. El peso del sello en cada caja no excede las 40 lbs.(18 kgs.) y el peso del pallet no excede 2,880 lbs. (1310 kgs.). Los pallets de sello son pesados y el producto es vendido por peso neto de producto.

Las cajas usan un cierre de cinta adhesiva y no contienen corchetes. Las cajas están etiquetadas con el nombre del producto, número de parte, número de lote, especificaciones que cumplen, temperaturas de aplicación e instrucciones de seguridad.

Las unidades paletizadas son protegidas del clima usando una bolsa plástica de dos mm. de grosor, un guardapolvo resistente al clima y humedad y un mínimo de dos capas de envoltura protectora stretch resistente a U.V. por seis meses. Los pallets están etiquetados con el código del producto, número de lote y peso neto. Instrucciones de aplicación se proveen con cada pallette en un sobre resistente al clima.

### **3.5 ANALISIS DE COSTOS BENEFICIO.**

Para realizar el análisis costo beneficio en este informe nos basaremos en el estudio realizado por el departamento técnico de Utrapave en Texas.

Se ha realizado estudios y ensayos sobre los beneficios de los asfaltos modificados en la vida útil de los pavimentos, como se ha visto en el capítulo 2 mejora la adherencia la viscosidad y presenta mayor resistencia al envejecimiento.

En el anexo E se muestra estudio realizado por la universidad de Texas.

Entre los polímeros disponibles para asfalto, el SBR es el de más antigüedad y el que se ha usado en todas las regiones de los Estados Unidos. Diferentes pruebas de laboratorio muestran las cualidades mejoradas por la modificación. Ensayos de campo y la experiencia práctica indican que la modificación sí mejora el comportamiento del asfalto, especialmente cuando las condiciones climáticas y/o de tránsito son difíciles.

#### **EL CASO TEXAS.**

Utrapave ha realizado estudios en varios estados de los Estados Unidos. Pero entre los más significativos está en Texas. Este estado ha empleado el polímero SBR desde 1975 y usa más asfalto modificado que cualquier otro estado del país. El departamento de Transporte de Texas mantiene una red vial de más de 183,000 millas- carril (305,000 kilómetros- carril). El departamento hace un escrutinio anual de la condición de los pavimentos. Este escrutinio produce un compendio de datos archivados en el sistema de información de manejo de pavimentos (Pavement Management Information System o PMIS). Estos datos forman la base de un informe anual.

El PMIS usa un sistema de tanteos por dos conceptos:

- 1) La condición física del pavimento (Distress Rating)
- 2) La calidad del rodaje sobre el mismo (Ride Rating) bajo condición física se considera ahuellamiento, grietas, baches, etc. Bajo calidad de rodaje se usa equipos montados en un vehículo que mide el movimiento en el mismo. Ultrapave se ha concentrado lógicamente en los resultados de la condición física.

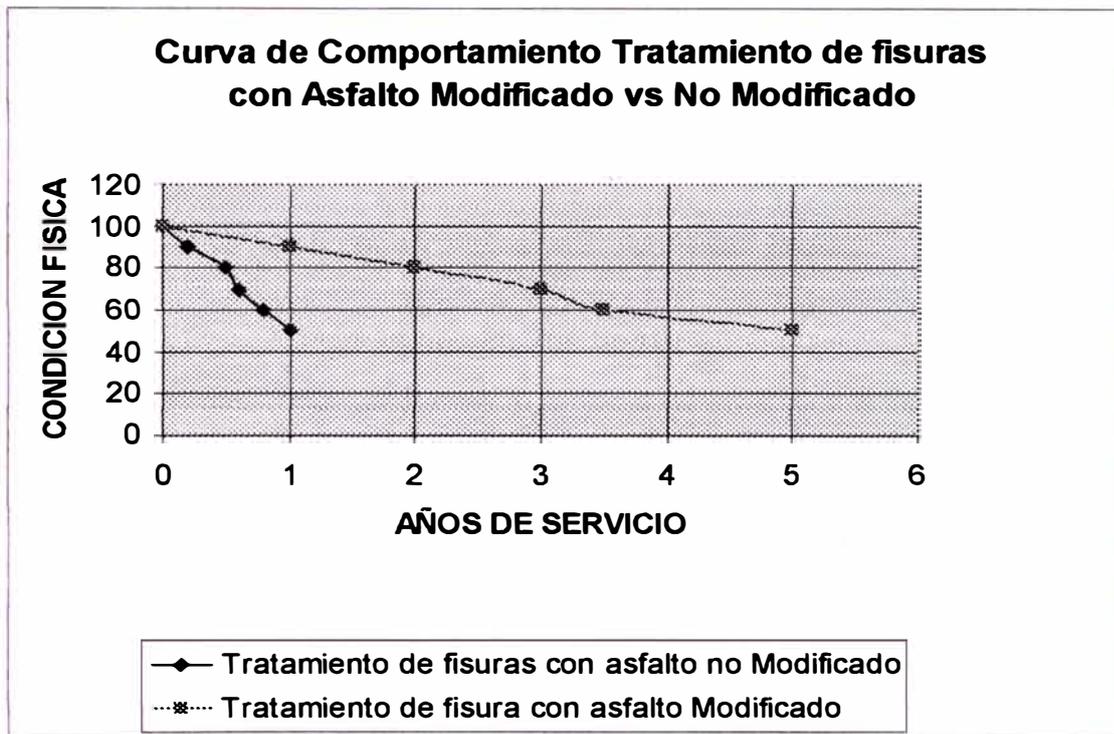
La escala de este resultado es de 0 a 100. una calificación de 50 indica que el pavimento requiere mantenimiento.

Usando los datos de PMIS se realizó una regresión en el tiempo contra la condición vial (Distress Rating) para cada serie de datos

En este informe se tomara de referencia la información de la carretera AREQUIPA MATARANI (donde se utilizo el tratamiento de fisuras con asfalto modificado)

- 1) Tratamiento de fisuras con asfalto sin modificar
- 2) Tratamiento de fisuras con asfalto modificado

Se observa que la curva de comportamiento para la calificación de 50 en la escala de condición física al año 1 en caso de asfaltos no modificados y a los 5 años con asfalto modificado.



## MÉTODO DEL VALOR PRESENTE NETO INCREMENTAL (VPNI)

El Valor Presente Neto Incremental es muy utilizado cuando hay dos o más alternativas de proyectos mutuamente excluyentes y en las cuales solo se conocen los gastos. En estos casos se justifican los incrementos en la inversión si estos son menores que el Valor Presente de la diferencia de los gastos posteriores.

Para calcular el VPNI se deben realizar los siguientes pasos:

1. Se deben colocar las alternativas en orden ascendente de inversión.
2. Se sacan las diferencias entre la primera alternativa y la siguiente.
3. Si el VPNI es menor que cero, entonces la primera alternativa es la mejor, de lo contrario, la segunda será la escogida.
4. La mejor de las dos se compara con la siguiente hasta terminar con todas las alternativas.
5. Se deben tomar como base de análisis el mismo periodo de tiempo

$$VF = VP (1+i)^t$$

$$VPNI = \sum Q (1+i)^{-t}$$

Donde:

VF: Valor futuro

VP: Valor presente

VPNI : Valor presente neto incremental

Q: Diferencia entre las alternativas.

i : Tasa de Interes ( en nuestro caso se considerara 20%)

Se va considerar en nuestro análisis los costos unitarios de cada alternativa:

A: Tratamiento de fisuras con asfalto modificado

B: Tratamiento de fisuras convencional

Para un metrado genérico de 100 ml, se considerara además que el mantenimiento se realizara de acuerdo al deterioro que presenten en el tiempo las fisuras tratadas.

<b>Alternativas</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>B-A</b>
<b>Costo inicial</b>	-672	-343	329
<b>Costa anual de operación Año 1</b>	0	-240.1	-240.1
<b>Costo anual de operación Año 2</b>	0	-102.9	-102.9
<b>Costo anual de operación Año 3</b>	0	-240.1	-240.1
<b>Costo anual de operación Año 4</b>	0	-102.9	-102.9
<b>Costo anual de operación Año 5</b>	-470.4	-240.1	230.3

$$\begin{aligned} \text{VPNI} &= 329 - 240.1 (1.2)^{-1} - 102.9 (1.2)^{-2} - 240.1 (1.2)^{-3} - 102.9 (1.2)^{-4} + 230.3 \\ &\quad (1.2)^{-5} \\ \text{VPN} &= -38.56 \end{aligned}$$

Como el VPNI es menor que cero, entonces la mejor alternativa es la A (Tratamiento de fisuras con asfalto modificado).

A continuación se presenta el cuadro comparativo de costos de tratamientos de fisuras y sus respectivos análisis de costo.

**CUADRO COMPARATIVO DE PRECIOS UNITARIOS SOBRE  
TRATAMIENTOS DE FISURAS**

TIPO DE TRATAMIENTO	P U	TIEMPO (AÑOS)
TRATAMIENTO DE FISURAS TIPO BANDA	S/. 6,72	5
TRATAMIENTO DE FISURAS CON RUTEO	S/. 9,18	6
TRATAMIENTO DE FISURAS CON EMULSION ASFALTICA	S/. 3,62	2
TRATAMIENTO DE FISURAS CON ASFALTO RC-250	S/. 3,77	2

**ANALISIS DE COSTOS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE TRATAMIENTOS DE FISURAS**

<b>Partida TRATAMIENTO DE FISURAS TIPO BANDA</b>						
<b>Rendimient:</b>		740,00 ML/DIA	<b>Costo unitario directo por : ML</b>		<b>SI.</b>	<b>6,72</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Und</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Materiales</b>						
300101	DETACK	GLN		0,0042	40,76	0,17
300102	POLIFLEX III	KG		0,2900	7,02	2,04
						<b>2,21</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	1,00	0,0108	14,11	0,15
470102	OPERARIO	HH	3,00	0,0324	11,96	0,39
470103	OFICIAL	HH	6,00	0,0649	9,95	0,65
470104	PEON	HH	4,00	0,0432	8,61	0,37
						<b>1,56</b>
<b>Equipos</b>						
499010	SELLADORA	HM	1	0,0108	123,06	1,33
490107	COMPRESORA NEUMATICA 250 PCM	HM	1	0,0108	23,46	0,25
490304	CAMIONETA	HM	2	0,0216	21,00	0,45
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		4,000%	1,56	0,06
						<b>2,09</b>
<b>Insumos Partida</b>						
8000310	IDENTIFICACION DE FISURAS	M		1,00	0,86	0,86
						<b>0,86</b>

<b>Partida 2.113a TRATAMIENTO DE FISURAS CON RUTEO</b>						
<b>Rendimient:</b>		560,00 ML/DIA	<b>Costo unitario directo por : ML</b>		<b>SI.</b>	<b>9,18</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Und</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Materiales</b>						
300101	DETACK	GLN		0,0042	40,76	0,17
300102	POLIFLEX III	KG		0,3520	7,02	2,47
						<b>2,64</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0,50	0,0071	14,11	0,10
470102	OPERARIO	HH	3,00	0,0429	11,96	0,51
470103	OFICIAL	HH	5,00	0,0714	9,95	0,71
470104	PEON	HH	4,00	0,0571	8,61	0,49
						<b>1,81</b>
<b>Equipos</b>						
499010	SELLADORA	HM	1	0,0143	123,06	1,76
499011	RUTEADORA	HM	1	0,0143	75,65	1,08
490107	COMPRESORA NEUMATICA 250 PCM	HM	1	0,0143	23,46	0,34
490304	CAMIONETA	HM	2	0,0286	21,00	0,60
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,000%	1,81	0,09
						<b>3,87</b>
<b>Insumos Partida</b>						
8000310	IDENTIFICACION DE FISURAS	M		1,00	0,86	0,86
						<b>0,86</b>

<b>Insumo Part 8000310 IDENTIFICACION DE FISURAS</b>						
<b>Rendimiento</b>		1.000 ML/DIA		<b>Costo unitario directo por : ML</b>		<b>S/. 0,86</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Und</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
	<b>Materiales</b>					
544570	PINTURA DE TRAFICO	gln		0,0007	28,00	0,02
397010	MATERIAL DE SEÑALIZACION	glb.		1,0000	0,09	0,09
						<b>0,11</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
470102	OPERARIO	HH	1,00	0,0080	11,96	0,10
470104	PEON	HH	6,00	0,0480	8,61	0,41
						<b>0,51</b>
	<b>Equipos</b>					
490304	CAMIONETA	HM	1	0,0080	21,00	0,17
497600	MEDIDOR LINEAL	HM	1	0,0080	5,00	0,04
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,000%	0,51	0,03
						<b>0,24</b>

Partida  
Rendimiento

ARENA FINLAY  
250 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3 **S/. 14,18**

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	<b>Mano de Obra</b>					
470101	CAPATAZ	HH	0,25	0,0080	14,11	0,11
470104	PEON	HH	2	0,0640	8,61	0,55
						<b>0,66</b>
	<b>Materiales</b>					
391102	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	%MO		3,50%	0,59	0,02
						<b>0,02</b>
	<b>Equipos</b>					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,00%	0,66	0,03
482207	ZARANDA VIBRATORIA 50 TON/H	HM	1	0,0320	22,07	0,71
490491	CARGADOR FRONTAL 966	HM	1	0,0320	116,16	3,72
492796	GRUPO ELECTROGENO DE 30 KW.	HM	1	0,0320	7,45	0,24
530004	COMBUSTIBLES MAS LUBRICANTE	GLN	48,13	0,1925	8	1,54
						<b>6,24</b>
	<b>Insumos Partida</b>					
910203	CARGUIO	M3		1,1	1,66	1,83
910303	EXPLOTACION DE CANTERAS	M3		1,1	2,76	3,04
920104	TRANSPORTE INTERNO DE MATER	M3		1,05	2,28	2,39
						<b>7,26</b>

**Partida** **TRATAMIENTO DE FISURAS CON ASFALTO RC-250**  
**Rendimiento:** **300 M2/DIA** **Costo unitario directo por : M2** **\$/.** **3,62**

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	<b>Mano de Obra</b>					
470101	CAPATAZ	HH	0,25	0,0067	14,11	0,09
470103	OFICIAL	HH	1	0,0267	9,95	0,27
470104	PEON	HH	6	0,1600	8,61	1,38
						<b>1,74</b>
	<b>Materiales</b>					
130006	ASFALTO RC-250	GLN		0,04	3,76	0,15
391102	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	%MO		3,00%	1,43	0,04
						<b>0,19</b>
	<b>Equipos</b>					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,00%	1,74	0,09
480437	CAMION 3 TON	HM	0,5	0,0133	25,02	0,33
490193	COMPRESORA NEUMATICA	HM	0,25	0,0067	17,64	0,12
491021	PLANCHA COMPACTADORA	HM	2	0,0533	13,1	0,70
530004	COMBUSTIBLES MAS LUBRICANTES	GLN	8,84	0,0276	8	0,22
						<b>1,46</b>
	<b>Insumos Partida</b>					
910404	ARENA FINLAY	M3		0,016	14,11	0,23
						<b>0,23</b>

**Partida** **TRATAMIENTO DE FISURAS CON EMULSION ASFALTICA**  
**Rendimiento:** **300 M2/DIA** **Costo unitario directo por : \$/.** **3,77**

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	<b>Mano de Obra</b>					
470101	CAPATAZ	HH	0,25	0,0067	14,11	0,09
470103	OFICIAL	HH	1	0,0267	9,95	0,27
470104	PEON	HH	6	0,1600	8,61	1,38
						<b>1,74</b>
	<b>Materiales</b>					
137004	EMULSION ASFALTICA CON POLIMERO	GLN		0,05	5,9	0,30
391102	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	%MO		3,00%	1,43	0,04
						<b>0,34</b>
	<b>Equipos</b>					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,00%	1,74	0,09
480437	CAMION 3 TON	HM	0,5	0,0133	25,02	0,33
490193	COMPRESORA NEUMATICA	HM	0,25	0,0067	17,64	0,12
491021	PLANCHA COMPACTADORA	HM	2	0,0533	13,1	0,70
530004	COMBUSTIBLES MAS LUBRICANTES	GLN	8,84	0,0276	8	0,22
						<b>1,46</b>
	<b>Insumos Partida</b>					
910404	ARENA FINLAY	M3		0,016	14,18	0,23
						<b>0,23</b>

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **CONCLUSIONES:**

1. Uno de los problemas de mayor incidencia que se presenta en vías asfaltadas, es la presencia de fisuras, ocasionadas por diseños deficientes y un mal control de calidad en el proceso constructivo.
2. Se presentan dos tipos de tratamiento de fisuras que emplean asfaltos modificados (tipo banda y con ruteo), las cuales serán aplicadas, de acuerdo, a la evaluación técnica que se realice.
3. El tratamiento de fisuras con asfalto modificado mejora la adherencia, la trabajabilidad y da una mayor resistencia al envejecimiento.
4. Se verifica que el asfalto modificado aumenta la vida útil del pavimento, además de dar un coeficiente de costo/ beneficio favorable.
5. Actualmente en los proyectos de carreteras se muestra una tendencia al cambio respecto al método tradicional del tratamiento de fisuras, que se realizaba con asfaltos diluidos o emulsiones asfálticas, al empleo de tratamiento de fisuras con asfalto modificado.
6. Este método es conocido en nuestro medio desde hace varias décadas sin embargo su empleo ha sido retrasado debido a que en nuestro país no se cuenta con la tecnología e insumos requeridos para su elaboración.
7. La problemática que existe en nuestro país respecto al deterioro prematuro de carreteras se debe a la falta de inversión que presenta la investigación para la mejora en la tecnología de los pavimentos.
8. Es evidente que la mayor desventaja de utilizar asfalto modificado es el alto costo inicial, sin embargo, queda compensado por la reducción del mantenimiento futuro y el alargamiento de la vida de servicio del pavimento.

### **RECOMENDACIONES:**

1. Se recomienda el uso de sellantes elásticos, para el tratamiento de fisuras de espesores menores a 13 mm, que se encuentran dispersas sobre la carpeta asfáltica.
2. Se recomienda el uso de sellantes (mezcla asfáltica en caliente), para el tratamiento de fisuras de espesores mayores a 13 mm que se encuentran concentrados en determinados puntos, los cuales reflejan una falla estructural.
3. Para el tratamiento de fisuras estructurales se recomienda el uso de refuerzos asfálticos que incluyan mantas (geotextiles) que proporcionen una mayor resistencia a los esfuerzos.
4. Es recomendable no utilizar polímeros si no se tienen bien definidas las características del asfalto y su composición química.
5. El sellado de fisuras, se debe considerar dentro de los programas de mantenimiento de vías no solo como medida correctiva, sino también como preventiva, ya que el sellado a tiempo prolonga la vida útil del pavimento, lo que reduce el costo de conservación y por tanto la postergación de inversiones en rehabilitación.

# PANEL FOTOGRAFICO.

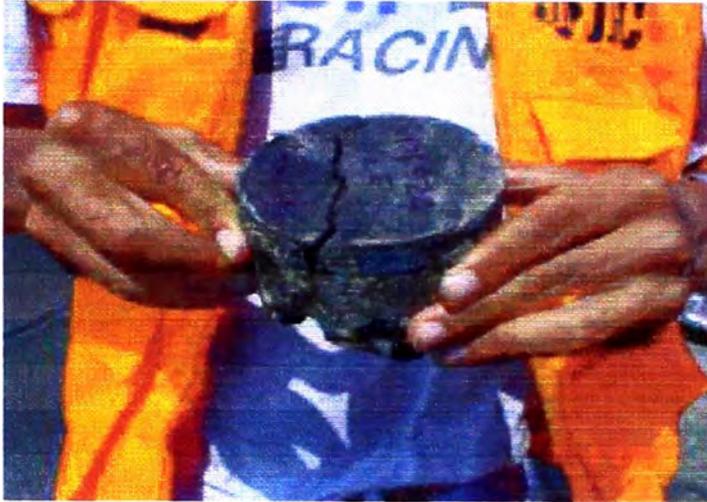


SE PUEDE APRECIAR EL TRATAMIENTO DE FISURAS EJECUTADOS POR METODOS TRADICIONALES, EN LA CUAL LA FISURA ESTA REFLEJADA EN SU SUPERFICIE; ES UN IMPEDIMENTO FÍSICO PARA CUALQUIER OTRO TRATAMIENTO POSTERIOR.



EQUIPO EN PROCESO DE EXTRACCIÓN DE UN TESTIGO DIAMANTINADO DE LA CARPETA ASFÁLTICA, PARA VERIFICAR EL GRADO DE PENETRACIÓN DEL TRATAMIENTO DE FISURAS EJECUTADOS CON METODOS TRADICIONALES.

PANEL FOTOGRAFICO

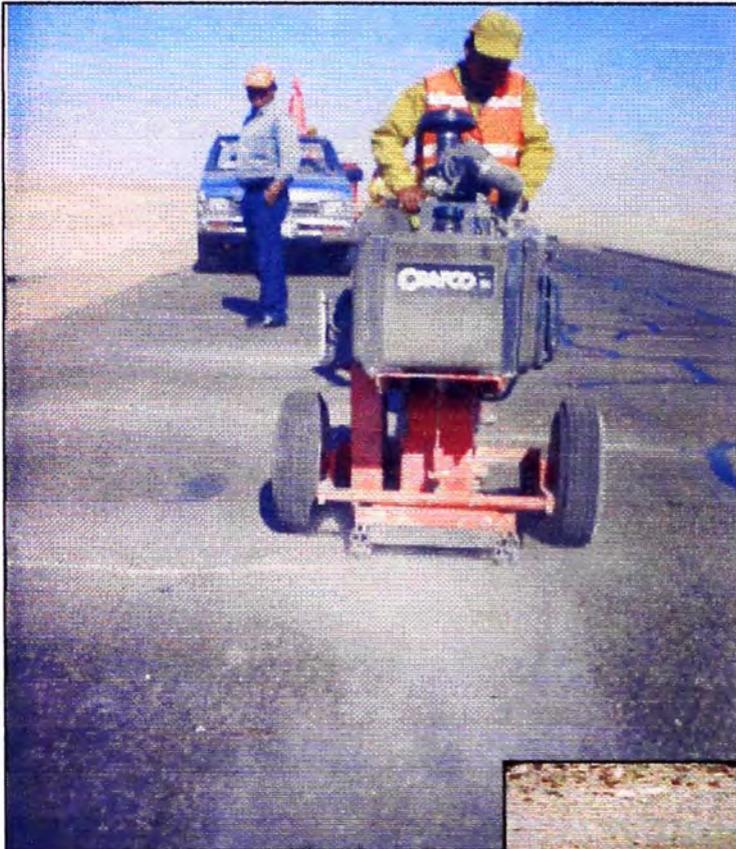


SE PUEDE OBSERVAR EL  
TRATAMIENTO DE FISURAS  
HECHO POR TERCEROS, NO  
ACUSA PENETRACIÓN  
ALGUNA

EL TRATAMIENTO DE  
FISURAS REALIZADO CON  
METODOS TRADICIONALES  
NO GARANTIZA EL RESANE  
TOTAL DE LA GRIETA.



EN LA VISTA SE PUEDE VER  
UN TESTIGO EXTRAÍDO  
CON EQUIPO DIAMANTINO



EQUIPO RUTEADOR EMPLEADO DURANTE EL TRATAMIENTO DE FISURAS CON AFALTOS MODIFICADOS

VISTA DE LA FISURA ENSANCHADA CON LA MAQUINA DE RUTEO.

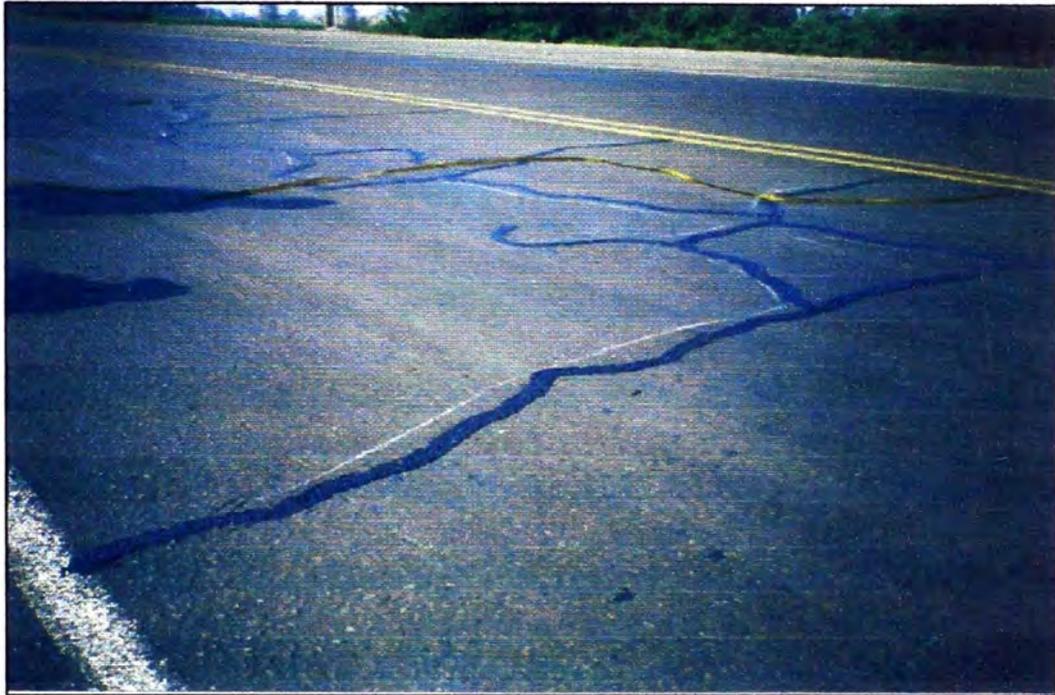




MAQUINA COMPRESORA UTILIZADA EN LA LIMPIEZA DE LAS FISURAS PREVIO AL TRATAMIENTO DE SELLADO A USARSE



TRATAMIENTO DE FISURA NO ESTRUCTURAL, TIPO BANDA CON ELASTOMERO POLIFLEX. ESTE TRATAMIENTO SE UTILIZA EN FISURAS SUPERFICIALES DE ANCHOS MENORES A LOS 13 mm.



FISURAS TRATADAS CON SELLANTES ELASTOMEROS DEL TIPO BANDA. EL ACABADO MOSTRADO ES HOMOGENEO Y BASTANTE RESISTENTE EN COMPARACION CON EL METODO TRADICIONAL



FISURAS ESTRUCTURALES DESPUES DE HABER SIDO RUTEADAS. SE APRECIA LA APLICACIÓN DEL SELLANTE ELASTOMERICO A PRESIÓN ASEGURANDO LA ADECUADA PENETRACION.



EQUIPO UTILIZADO DURANTE EL SELLADO DE LA FISURA POR RUTEO, EN EL SE REALIZA EL MEZCLADO EN CALIENTE DEL ASFALTO MODIFICADO EMPLEADO EN EL TRATAMIENTO.



VISTA DEL ACABADO OBTENIDO DESPUES DE UN TRATAMIENTO DE FISURAS POR RUTEO. EL PAVIMENTO QUEDA TOTALMENTE RESANADO, QUEDANDO LISTO PARA REANUDAR EL SERVICIO.



VISTA DE LA SEÑALIZACION DE LOS DAÑOS SUPERFICIALES ENCONTRADOS EN EL PAVIMENTO



VISTA DE DAÑOS CAUSADOS EN EL PAVIMENTO EN ESTE CASO UNA GRIETA QUE SERA TRATADA



VISTA DE FISURA QUE SERA TRATADA CON EL METODO DEL RUTEO

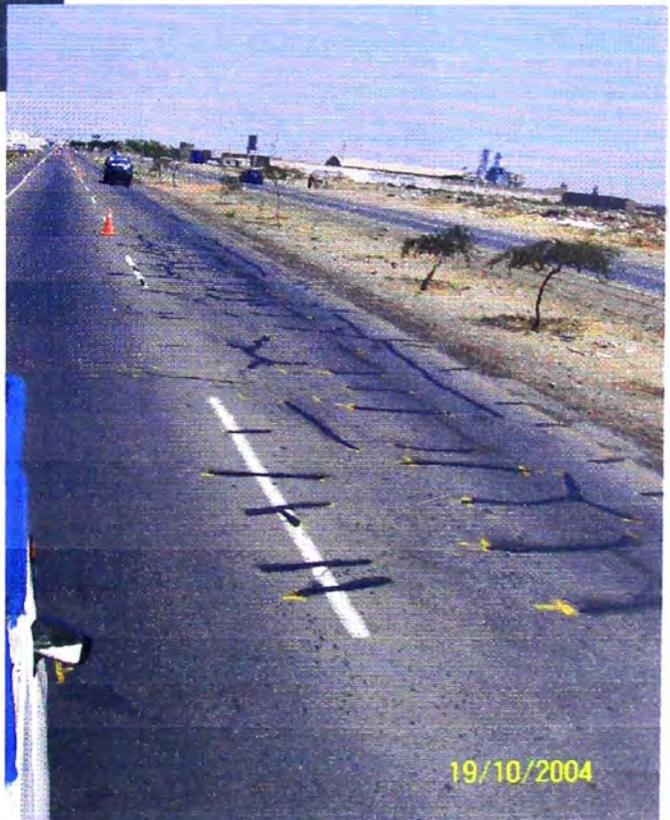


VISTA DEL ENSANCHAMIENTO DE FISURA CON EL EQUIPO DE RUTEADORA



VISTA SEÑALIZACION DE FISURAS  
ENCONTRADAS QUE SERAN TRATADAS

VISTA DEL ACABADO OBTENIDO DESPUES  
DE UN TRATAMIENTO DE FISURAS POR  
RUTEO.





VISTA DEL ACABADO OBTENIDO DESPUES DE UN TRATAMIENTO DE FISURAS POR RUTEO.



VISTA DEL ACABADO OBTENIDO DESPUES DE UN TRATAMIENTO DE FISURAS POR RUTEO. ESTA FISURA ES LONGITUDINAL



FISURAS ESTRUCTURALES DESPUES DE HABER SIDO RUTEADAS. SE APRECIA LA APLICACIÓN DEL SELLANTE ELASTOMERICO A PRESIÓN ASEGURANDO LA ADECUADA PENETRACION.

## BIBLIOGRAFÍA

1. INGENIERIA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS, Alfonso Montejo  
Fonseca Editorial: UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA.
2. PAGINA WEB CRAFCO. COM
3. PAGINA WEB [WWW.JARACL.CL/JUNTURAS.HTM](http://WWW.JARACL.CL/JUNTURAS.HTM)
4. PAGINA WEB [WWW.COMPOSAN.COM](http://WWW.COMPOSAN.COM)
5. 11VO CONGRESO LATINOAMERICANO DEL ASFALTO.
6. EXPEDIENTE TECNICO DE LA OBRA: MANTENIMIENTO PERIODICO DE LA PANAMERICANA NORTE, SECTOR EL MILAGRO – CHICLAYO.
7. ASFALTO MODIFICADO - APUNTES DE CLASE INGENIERO NESTOR HUAMAN LIMA-2005

**ANEXO A:**

**EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO.**

**EVALUACION VISUAL DE PAVIMENTOS  
TOMA DE DATOS**

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

RUTA:

CARRETERA: PANAMERICANA NORTE

TRAMO: EL MILAGRO - CHICLAYO

DE KM: 581.000 AL KM 766.000

ANCHO CALZADA: 7.2 m

ANCHO BERMA : 2.40 m

ASISTENTE EVALUACION: JAVIER LEYVA

ING. RESPONSABLE: ING. MIGUEL MEDINA

FECHA: 10/12/2002

Kilometraje	Tipo Pav.	Aspecto Superficial			Reparaciones			Ahuellamientos			Defectos Varios			Bermas Rec.		Drenaje		Comodidad	Resumen Datos		Observaciones
		B	R	M	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	SI	No	S/D	C/D		T	C	
		580.000	A		6		2				5		5			X			0		
581.000	A		8			12			6		7			X		0		6	61	R	Tratamiento de fisuras ok
582.000	A		8			12			5		7			X		0		6	62	B	Tratamiento de fisuras ok
583.000	A		9			12			10		7			X		0		6	56	R	Tratamiento de fisuras ok
584.000	A		8			7			5		7			X		0		5	68	B	Tratamiento de fisuras ok
585.000	A		8			6			6		7			X		0		6	67	B	Tratamiento de fisuras ok
586.000	A		6			7			5		7			X		0		6	69	B	Ingreso planta de agregados
587.000	A		8			12		4			7			X		0		6	63	R	Tratamiento de fisuras
588.000	A		6			12		4			5			X		0		6	67	B	
589.000	A		7			14			6		4			X		0		6	63	R	Salida de Peaje
			0	7.4		0.2	9.4		0.8	4.8		6.3				0		5.7	65	R	
590.000	A			12		12			7			9		X		0		8	52	R	
591.000	A		6			0			5		4			X		0		5	80	B	
592.000	A		6			0			4		4			X		0		5	81	B	
593.000	A		6			0			6		4			X		0		5	79	B	Ingreso Ascope
594.000	A			10		12		4				8		X		0		6	60	R	Cruce con salida zona Urbana Ascope
595.000	A			20		14			6			10		X		0		6	44	M	Fisuras trazadas
596.000	A			20		14			8			10		X		0		8	40	M	
597.000	A			10				5			5			X		0		8	72	B	
598.000	A		8			7			4		4			X		0		5	72	B	
599.000	A		8			6			4		5			X		0		4	73	B	
			3.4	7.2	1.3	5.2		2.8	2.7		2.8	1.7	2.0			0.0		6	65	R	
600.000	A		5			0			2		1			X		0		2	90	B	
601.000	A		5			0			4		1			X		0		2	88	B	
602.000	A		8			0			7		2			X		0		2	81	B	
603.000	A		6			0			7		2			X		0		2	83	B	
604.000	A		7			4			6		2			X		0		3	78	B	Zona Urbana de Chocope
605.000	A		8			4			6		1			X		0		4	77	B	
606.000	A		10			4			6		2			X		0		5	73	B	Terraplen, zona cultivo, cañaveral
607.000	A		10			2			6		2			X		0		5	75	B	Terraplen, zona cultivo, cañaveral
608.000	A		8			0			4		2			X		0		4	82	B	Terraplen, zona cultivo, cañaveral
610.000	A		8			0			3		0			X		0		4	85	B	Terraplen, zona cultivo, cañaveral
			1.0	6.5		1.4			1.3	3.8		1.5				0.0		3.3	81	B	

## EVALUACION VISUAL DE PAVIMENTOS TOMA DE DATOS

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

RUTA:

CARRETERA: PANAMERICANA NORTE

TRAMO: EL MILAGRO - CHICLAYO

DE KM: 581.000 AL KM 766.000

ANCHO CALZADA: 7.2 m

ANCHO BERMA: 2.40 m

ASISTENTE EVALUACION: JAVIER LEYVA

ING. RESPONSABLE: ING. MIGUEL MEDINA

FECHA: 13/10/2002

Kilometraje	Tipo Pav.	Aspecto Superficial			Reparaciones			Ahuellamientos			Defectos Varios			Bermas Rec.		Drenaje		Comodidad	Resumen Datos		Observaciones
		B	R	M	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	SI	No	S/D	C/D		T	C	
		611.000	A		6		0				6		4			X			0		
612.000	A		6		0			4		3				X		0		4	83	B	Terraplen, cultivo cañaveral
613.000	A		6		0				6		4			X		0		4	80	B	
614.000	A	4			3				7		3			X		0		4	79	B	Zona urbana Pailan
615.000	A	4			2			5		4				X		0		4	81	B	Zona urbana Pailan
616.000	A	5			4			4		3				X		0		4	80	B	Zona urbana Pailan
617.000	A	4			0				6		3			X		0		4	83	B	Zona urbana Pailan
618.000	A	5			0				6		3			X		0		4	82	B	
619.000	A	4			0				6		3			X		0		4	83	B	
620.000	A	5			0			5		3				X		0		4	83	B	
		3.1	1.8		0.9			1.8	3.7		3.3					0.0		4	81	B	
621.000	A	5			0				6		1			X		0		3	85	B	
622.000	A	5			0			4		2				X		0		3	86	B	
623.000	A	4			2				6		1			X		0		3	84	B	
624.000	A	4			0			3		1				X		0		3	89	B	
625.000	A	4			0			4		1				X		0		3	88	B	
626.000	A	4			2				6		1			X		0		3	84	B	
627.000	A	4			0				6		1			X		0		3	86	B	
628.000	A	4			0			4		1				X		0		3	88	B	
629.000	A	4			0				6		1			X		0		3	86	B	
630.000	A	4			2				6		1			X		0		3	84	B	
		4.2			0.6			1.5	3.6		1.1					0.0		3	86	B	
631.000	A	4			2			4		1				X		0		3	86	B	
632.000	A		5		0			4		1				X		0		5	85	B	
633.000	A	4			0			4		1				X		0		3	88	B	
634.000	A	4			0			4		2				X		0		4	86	B	Bermas parchadas
635.000	A	4			0			4		2				X		0		3	87	B	Bermas parchadas
636.000	A	4			0			5		1				X		0		3	87	B	
637.000	A	4			0			4		2				X		0		3	87	B	Bermas parchadas
638.000	A	4			0			4		1				X		0		3	88	B	
639.000	A	4			0			4		2				X		0		3	87	B	Bermas parchadas
640.000	A	4			0			4		1				X		0		3	88	B	
		3.6			0.2			4.1		1.4						0.0		3.3	87	B	

## EVALUACION VISUAL DE PAVIMENTOS TOMA DE DATOS

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

RUTA:

CARRETERA: PANAMERICANA NORTE

TRAMO: EL MILAGRO - CHICLAYO

DE KM: 581.000 AL KM 766.000

ANCHO CALZADA: 7.2 m

ANCHO BERMA : 1.20 a 2.40 m

ASISTENTE EVALUACION: JAVIER LEYVA

ING. RESPONSABLE: ING. MIGUEL MEDINA

FECHA: 13/10/2002

Kilometraje	Tipo Pav.	Aspecto Superficial			Reparaciones			Ahuellamientos			Defectos Varios			Bermas Rec.		Drenaje		Comodidad	Resumen Datos		Observaciones
		B	R	M	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	Si	No	S/D	C/D		T	C	
641.000	A	4			0			4			2			X		0		4	86	B	Bermas parchadas
642.000	A	4			0			4			1			X		0		4	87	B	
643.000	A		6		0			4			1			X		0		4	85	B	
644.000	A		6		3			4			1			X		0		4	82	B	
645.000	A		6		0			5			3			X		0		4	82	B	
646.000	A		10			5		8				8		X		0		5	64	R	
647.000	A		8		4			4			3			X		0		4	77	B	
648.000	A		6		4			4			2			X		0		4	80	B	
649.000	A		10			10		7				8		X		0		6	59	R	
650.000	A		8		1			4				4		X		0		4	79	B	
		0.8	6.0		1.2	1.5		4.8			3	2.0				0.0		4.3	78	B	
651.000	A	5			0			5			3			X		0		4	83	B	
652.000	A	5			0			5			1			X		0		4	85	B	
653.000	A	5			0			4			2			X		0		5	64	B	Bermas parchadas
654.000	A	4			0			3			2			X		0		3	88	B	Bermas parchadas
655.000	A	4			0			3			1			X		0		4	88	B	
656.000	A		7		2			4			5			X		0		5	77	B	
657.000	A	5			0			4			2			X		0		4	85	B	
658.000	A	5			1			5			3			X		0		4	82	B	
659.000	A		7		0			4			4			X		0		4	81	B	Las bermas se reducen a 1.20m
660.000	A		7		2				6		4			X		0		6	75	B	
		3.3	2.1		0.5			3.7	0.6		2.7					0.0		4.3	83	B	
661.000	A		8		2			5			3			X		0		5	77	B	
662.000	A		8		0			4			2			X		0		5	81	B	libre de bermas parchadas 1.20
663.000	A		6		0			4			2			X		0		5	83	B	
664.000	A		6		1			4			2			X		0		4	83	B	
665.000	A		6		0			4			2			X		0		4	84	B	
666.000	A		6		0			3			1			X		0		4	86	B	Fabrica Cemento Pacasmayo
667.000	A		8		1			4			4			X		0		6	77	B	
668.000	A		7		0			5			3			X		0		5	80	B	
669.000	A		6		1			4			2			X		0		4	83	B	
670.000	A		5	8	1			4			3			X		0		4	75	B	
		0.5	6.9		0.6			4.1			2.4					0.0		4.6	81	B	

**EVALUACION VISUAL DE PAVIMENTOS  
TOMA DE DATOS**

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

RUTA:

CARRETERA: PANAMERICANA NORTE

TRAMO: EL MILAGRO - CHICLAYO

DE KM: 581.000 AL KM 766.000

ANCHO CALZADA: 7.2 m

ANCHO BERMA : 2.40 m

ASISTENTE EVALUACION: JAVIER LEYVA

ING. RESPONSABLE: ING. MIGUEL MEDINA

FECHA: 14/10/2002

Kilometraje	Tipo Pav.	Aspecto Superficial			Reparaciones			Ahuellamientos			Defectos Varios			Bermas Rec.		Drenaje		Comodidad	Resumen Datos		Observaciones
		B	R	M	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	SI	No	S/D	C/D		T	C	
671.000	A		8		0			5			4			X		0		5	78	B	
672.000	A		7		0			3			3			X		0		5	82	B	
673.000	A		6		0			3			1			X		0		4	86	B	Bermas 2.40
674.000	A	5			0			4			3			X		0		5	83	B	
675.000	A		8		0			8			1			X		0		6	77	B	
676.000	A		8		1				6		2			X		0		6	77	B	
677.000	A		7		1			5			4			X		0		5	78	B	
678.000	A		6		0				6		2			X		0		4	82	B	
679.000	A		7		2			5			4			X		0		5	77	B	
680.000	A		7		2				8		4			X		0		5	74	B	
		0.5	6.4		0.6			3.3	2		2.8					0.0		5	79	B	
681.000	A		7		1			5	5		4			X		0		5	73	B	
682.000	A		6		1			4			3			X		0		5	81	B	
683.000	A		6		1			4			3			X		0		5	81	B	Mantenimiento de bermas parchadas
684.000	A		6		1			4			3			X		0		5	81	B	Ciudad de Dios, cruce a Cajamarca
685.000	A		6		1			5			3			X		0		5	80	B	
686.000	A		6		1			4			3			X		0		4	82	B	
687.000	A		6		5			5			2			X		0		5	77	B	
688.000	A		7		5			3			5			X		0		4	76	B	parches en mal estado
689.000	A		7		0			3			5			X		0		5	80	B	
690.000	A		6		1			5			4			X		0		5	79	B	
			6.3		1.7			4.2			3.5					0.0		4.8	79	B	
691.000	A		7		1			5			2			X		0		5	80	B	Entrada a Guadalupe, carril derecho
692.000	A		7		0			4			2			X		0		5	82	B	Guadalupe, carril derecho
692.000	A		6		0			4			4			X		0		5	81	B	Guadalupe, carril lzq.(1.6km)
693.000	A	5			0			4			3			X		0		4	84	B	
694.000	A		6		3				8		3			X		0		5	75	B	
695.000	A		6		1				8		4			X		0		6	75	B	
696.000	A		6		2				6		3			X		0		5	78	B	
697.000	A		6		2			5			2			X		0		6	79	B	Chepen, zona urbana
698.000	A		7		2			4			1			X		0		5	81	B	
699.000	A		6		0			5			1			X		0		5	83	B	
700.000	A	5			0			3			1			X		0		5	86	B	
		0.9	5.2		1.0			3.1	2.0		2.4					0.0		5.1	80	B	

## EVALUACION VISUAL DE PAVIMENTOS TOMA DE DATOS

**DEPARTAMENTO:** LA LIBERTAD                      **RUTA:**                      **CARRETERA:** PANAMERICANA NORTE  
**TRAMO:** EL MILAGRO - CHICLAYO                      **DE KM:** 581.000 AL KM 766.000  
**ANCHO CALZADA:** 7.2 m                      **ANCHO BERMA :** 2.40 m  
**ASISTENTE EVALUACION:** JAVIER LEYVA                      **ING. RESPONSABLE:** ING. MIGUEL MEDINA                      **FECHA:** 14/10/2002

Kilometraje	Tipo Pav.	Aspecto Superficial			Reparaciones			Ahuellamientos			Defectos Varios			Bermas Rec.		Drenaje		Comodidad	Resumen Datos		Observaciones
		B	R	M	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	SI	No	S/D	C/D		T	C	
701.000	A	5			0			3			1			X		0		5	86	B	
702.000	A		8		0			5			4			X		0		5	78	B	
703.000	A		7		0				7		1			X		0		5	80	B	
704.000	A		7		0			4			1			X		0		4	84	B	
705.000	A		6		1			4			1			X		0		5	83	B	Pacangulla
706.000	A	5			0			3			0			X		0		4	88	B	
707.000	A	4			0			4			0			X		0		4	88	B	
708.000	A	4			0			3			0			X		0		4	89	B	
709.000	A		6		0			3			2			X		0		4	85	B	
710.000	A		6		0			4			2			X		0		5	83	B	
		1.8	4		0.1			3.3	0.7		1.2					0.0		4.5	84	B	
711.000	A	5			0			4			0			X		0		5	86	B	
712.000	A	4			3			5			1			X		0		4	83	B	Ingreso a peaje
713.000	A	5			1			5			1			X		0		5	83	B	
714.000	A	6			0			5			0			X		0		5	84	B	
715.000	A	4			2				7		1			X		0		4	82	B	
716.000	A	5			1			5			1			X		0		5	83	B	
717.000	A	5			1			4			1			X		0		4	85	B	
718.000	A	5			0			5			0			X		0		5	85	B	
719.000	A	5			0			4			0			X		0		4	87	B	
720.000	A	5			0			5			1			X		0		3	86	B	
		4.9			0.8			4.2	0.7		0.6					0.0		4.4	84	B	
721.000	A	4			0			4			1			X		0		4	87	B	
722.000	A	4			0			4			0			X		0		3	89	B	
723.000	A	4			1			4			0			X		0		3	88	B	
724.000	A	4			0			4			0			X		0		3	89	B	
725.000	A	4			0			4			0			X		0		3	89	B	
726.000	A	4			0			4			0			X		0		3	89	B	
727.000	A		6		0			7			2			X		0		3	82	B	
728.000	A	4			0			4			2			X		0		5	85	B	Garita de control semasa 2 accesos
729.000	A	5			0			4			0			X		0		3	88	B	
730.000	A	5			2			3			1			X		0		3	86	B	
		3.8	0.6		0.3			4.2			0.6	0				0.0		3.3	87	B	

**EVALUACION VISUAL DE PAVIMENTOS  
TOMA DE DATOS**

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

RUTA:

CARRETERA: PANAMERICANA NORTE

TRAMO: EL MILAGRO - CHI CLAYO

DE KM: 581.000 AL KM 766.000

ANCHO CALZADA: 7.2 m

ANCHO BERMA: 2.40 m

ASISTENTE EVALUACION: JAVIER LEYVA

ING. RESPONSABLE: ING. MIGUEL MEDINA

FECHA: 15/10/2002

Kilometraje	Tipo Pav.	Aspecto Superficial			Reparaciones			Ahuellamientos			Defectos Varios			Bermas Rec.		Drenaje		Comodidad	Resumen Datos		Observaciones
		B	R	M	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	SI	No	S/D	C/D		T	C	
		731.000	A		10		4					16	4			X			0		
732.000	A		7		4					8	3			X		0		6	72	B	
733.000	A		5		0					3	2			X		0		5	85	B	
734.000	A	5			0					4	2			X		0		5	84	B	
735.000	A	5			1					3	2			X		0		4	85	B	
736.000	A	5			0					4	0			X		0		4	87	B	
737.000	A	4			0					3	0			X		0		4	89	B	
738.000	A	5			0					4	0			X		0		4	87	B	
739.000	A	4			0					3	0			X		0		4	89	B	
740.000	A	4			0					4	0			X		0		4	88	B	
		3.2	2.2		0.9					2.8	0.8	1.8	1.3			0.0		4.8	82	B	
741.000	A	5			0					3	0			X		0		3	89	B	
742.000	A	5			0						6	0		X		0		3	86	B	
743.000	A	5			0						7	1		X		0		4	83	B	
744.000	A	5			0					5	1			X		0		3	86	B	
745.000	A	5			0					5	1			X		0		4	85	B	
746.000	A	5			0					3	0			X		0		3	89	B	
747.000	A	5			0					5	0			X		0		4	86	B	
748.000	A	5			0					4	0			X		0		3	88	B	
749.000	A	5			0					4	0			X		0		4	87	B	
750.000	A	4			0					5	1			X		0		3	87	B	
		4.9			0.					3.4	1.3		0.4			0.0		3.4	87	B	
751.000	A	5			0					4	0			X		0		5	86	B	
752.000	A	4			0					4	1			X		0		4	87	B	
753.000	A	4			0					2	1			X		0		5	88	B	
754.000	A	5			0					3	1			X		0		5	86	B	
755.000	A	4			0					3	1			X		0		4	88	B	Parchado en bermas
756.000	A	5			0					3	1			X		0		5	86	B	
757.000	A		6		0					3	2			X		0		4	85	B	
758.000	A	4			0					3	0			X		0		5	88	B	Reque zona urbana
759.000	A	4			0					5	0			X		0		4	87	B	
760.000	A	4			0					4	0			X		0		5	87	B	Puente Reque, ingreso
		3.9	0.6		0.0					3.4			0.7			0.0		4.6	87	B	
761.000	A	4			0					3	0			X		0		4	89	B	Cruce Monsefú
762.000	A	4			0					4	0			X		0		4	88	B	
763.000	A	4			0					3	0			X		0		4	89	B	
764.000	A	4			0					3	0			X		0		4	89	B	
765.000	A	4			0					3	0			X		0		4	89	B	Ingreso vi a de evitamiento, Chiclayo
		4.0			0.0					3.2			0.0			0.0		4.0	89	B	

## EVALUACION VISUAL DE PAVIMENTOS TOMA DE DATOS

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

RUTA:

CARRETERA: PANAMERICANA NORTE

TRAMO: EL MILAGRO - CHICLAYO

DE KM: 581.000 AL KM 766.000

ANCHO CALZADA: 7.2 m

ANCHO BERMA: 1.5 m

ASISTENTE EVALUACION: JAVIER LEYVA

ING. RESPONSABLE: ING. MIGUEL MEDINA

FECHA: 16/10/2002

Kilometraje	Tipo Pav.	Aspecto Superficial			Reparaciones			Ahuellamientos			Defectos Varios			Bermas Rec.		Drenaje		Comodidad	Resumen Datos		Observaciones
		B	R	M	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	SI	No	S/D	C/D		T	C	
1.000	A		6		1			4			3			X		0		5	81	B	Via de Evitamiento Lado derecho
2.000	A	5			0			5			1			X		0		5	84	B	
3.000	A	4			0			3			0			X		0		4	89	B	
4.000	A	4			0				6		0			X		0		3	87	B	bermas 1.50, ancho 6.60m
5.000	A	4			0			5			0			X		0		3	88	B	
6.000	A	4			1			3			0			X		0		3	89	B	
7.000	A	4			0			4			0			X		0		3	89	B	
8.000	A	4			0			3			1			X		0		3	89	B	entrada ovalo
		3.63	0.8		0.25			3.4	0.8		0.6					0.0		3.8	87	B	
9.000	A	4			0				6		1			X		0		4	85	B	Via de Evitamiento Lado izquierdo
8.000	A	4			0			3			0			X		0		3	90	B	
7.000	A	4			0			5			0			X		0		3	88	B	
6.000	A	4			0			4			0			X		0		3	89	B	
5.000	A	4			0			4			0			X		0		3	89	B	
4.000	A	4			0			4			0			X		0		3	89	B	
3.000	A	4			0			4			0			X		0		3	89	B	
2.000	A	4			0			5			1			X		0		4	86	B	
1.000	A		6		2			4			2			X		0		5	81	B	Entrada al ovalo
		3.6	0.7		0.2			3.7	0.7		0.4					0.0		3.4	87	B	
773.000	A	5			0			2			0			X		0		4	89	B	Panamericana Norte carril derecho
774.000	A		6		2				8		1			X		0		4	79	B	
775.000	A	5			0			5			0			X		0		3	87	B	Fin km 776
		3.3	2.0		0.7			2.3	2.7		0.3					0.0		3.7	85	B	
775.000	A	4			0			3			0			X		0		4	89	B	Panamericana Norte carril izquierdo
774.000	A		6		2			3			1			X		0		5	83	B	
773.000	A	5			1			5			0			X		0		5	84	B	
		3.0	2.0		1.0			3.7			0.3					0.0		4.7	85	B	



**ANEXO B:**

**RUGOSIDADES.**

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

**CARRETERA** PANAMERICANA NORTE  
**TRAMO** EL MILAGRO - CHICLAYO  
**LADO** DERECHO  
**FECHA** 20/10-02



<b>PROGRESIVA (KM)</b>	<b>LECTURA</b>	<b>RUGOSIDAD BI</b>	<b>RUGOSIDAD IRI</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
580.000				Inicio en el hito kilometrico Km 580
580.300	27	900	2.70	
580.600	19	633	2.35	
580.900	26	867	2.66	
581.200	28	933	2.75	
581.500	27	900	2.70	
581.800	25	833	2.62	
582.100	20	667	2.39	
582.400	25	833	2.62	
582.700	27	900	2.70	
583.000	21	700	2.44	
583.300	19	633	2.35	
583.600	21	700	2.44	
583.900	27	900	2.70	
584.200	24	800	2.57	
584.500	23	767	2.53	
584.800	28	933	2.75	
585.100	28	933	2.75	
585.400	25	833	2.62	
585.700	21	700	2.44	
586.000	27	900	2.70	
586.300	20	667	2.39	
586.600	20	667	2.39	
586.900	20	667	2.39	
587.200	24	800	2.57	
587.500	20	667	2.39	
587.800	21	700	2.44	
588.100	26	867	2.66	
588.400	20	667	2.39	
588.700	21	700	2.44	
589.000	26	867	2.66	
589.300	20	667	2.39	
589.600	23	767	2.53	
589.900	43	1433	3.42	Unidad de Peaje romperuete
590.200	28	933	2.75	
590.500	23	767	2.53	
590.800	19	633	2.35	
591.100	21	700	2.44	
591.400	26	867	2.66	
591.700	24	800	2.57	
592.000	26	867	2.66	
592.300	28	933	2.75	
592.600	33	1100	2.97	Tachones en 2 lineas transversalmente
592.900	29	967	2.79	
593.200	34	1133	3.02	
593.500	27	900	2.70	
593.800	30	1000	2.84	
594.100	26	867	2.66	
594.400	20	667	2.39	
594.700	21	700	2.44	
595.000	30	1000	2.84	
595.300	49	1633	3.69	
595.600	38	1267	3.20	
595.900	59	1967	4.14	
596.200	55	1833	3.96	
596.500	36	1200	3.11	
596.800	32	1067	2.93	
597.100	20	667	2.39	
597.400	17	567	2.26	
597.700	42	1400	3.38	Puente de concreto con juntas transv
598.000	47	1567	3.60	
598.300	21	700	2.44	

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

**CARRETERA** PANAMERICANA NORTE  
**TRAMO** EL MILAGRO - CHICLAYO  
**LADO** DERECHO  
**FECHA** 20/10-02



<b>PROGRESIVA (KM)</b>	<b>LECTURA</b>	<b>RUGOSIDAD IRI</b>	<b>RUGOSIDAD IRI</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
598.600	22	733	2.48	
598.900	23	767	2.53	
599.200	20	667	2.39	
599.500	22	733	2.48	
599.800	25	833	2.62	
600.100	24	800	2.57	
600.400	21	700	2.44	
600.700	20	667	2.39	
601.000	30	1000	2.84	
601.300	32	1067	2.93	
601.600	33	1100	2.97	
601.900	20	667	2.39	
602.200	19	633	2.35	
602.500	25	833	2.62	
602.800	27	900	2.70	
603.100	23	767	2.53	
603.400	20	667	2.39	
603.700	18	600	2.30	
604.000	27	900	2.70	
604.300	22	733	2.48	Tachones en 2 lineas transversalmente
604.600	22	733	2.48	
604.900	21	700	2.44	
605.200	20	667	2.39	
605.500	28	933	2.75	
605.800	30	1000	2.84	
606.100	24	800	2.57	
606.400	29	967	2.79	
606.700	25	833	2.62	
607.000	29	967	2.79	
607.300	22	733	2.48	
607.600	26	867	2.66	
607.900	23	767	2.53	
608.200	25	833	2.62	
608.500	27	900	2.70	
608.800	27	900	2.70	
609.100	29	967	2.79	
609.400	29	967	2.79	
609.700	23	767	2.53	
610.000	23	767	2.53	
610.300	26	867	2.66	
610.600	20	667	2.39	
610.900	17	567	2.26	
611.200	16	533	2.21	
611.500	18	600	2.30	
611.800	18	600	2.30	
612.100	22	733	2.48	
612.400	21	700	2.44	
612.700	22	733	2.48	
613.000	23	767	2.53	
613.300	21	700	2.44	
613.600	17	567	2.26	
613.900	22	733	2.48	
614.200	23	767	2.53	Tachones en 2 lineas transversalmente
614.500	19	633	2.35	Tachones en 2 lineas transversalmente
614.800	19	633	2.35	
615.100	20	667	2.39	
615.400	25	833	2.62	Tachones en 2 lineas transversalmente
615.700	26	867	2.66	Tachones en 2 lineas transversalmente
616.000	35	1167	3.06	Tachones en 2 lineas transversalmente
616.300	24	800	2.57	Tachones en 2 lineas transversalmente
616.600	23	767	2.53	
616.900	20	667	2.39	

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

**CARRETERA** PANAMERICANA NORTE  
**TRAMO** EL MILAGRO - CHICLAYO  
**LADO** DERECHO  
**FECHA** 20/10-02



PROGRESIVA ( KM )	LECTURA	RUGOSIDAD		OBSERVACIONES
		BI	IRB	
617.200	19	633	2.35	Tachones en 2 lineas transversalmente
617.500	22	733	2.48	
617.800	17	567	2.26	Tachones en 2 lineas transversalmente
618.100	22	733	2.48	
618.400	20	667	2.39	
618.700	18	600	2.30	
619.000	16	533	2.21	
619.300	23	767	2.53	
619.600	20	667	2.39	
619.900	18	600	2.30	
620.200	23	767	2.53	
620.500	18	600	2.30	
620.800	19	633	2.35	
621.100	18	600	2.30	
621.400	17	567	2.26	
621.700	21	700	2.44	
622.000	22	733	2.48	
622.300	23	767	2.53	
622.600	22	733	2.48	
622.900	25	833	2.62	
623.200	25	833	2.62	
623.500	21	700	2.44	
623.800	18	600	2.30	
624.100	18	600	2.30	
624.400	23	767	2.53	
624.700	17	567	2.26	
625.000	19	633	2.35	
625.300	23	767	2.53	
625.600	20	667	2.39	
625.900	17	567	2.26	
626.200	21	700	2.44	
626.500	25	833	2.62	
626.800	23	767	2.53	
627.100	19	633	2.35	
627.400	22	733	2.48	
627.700	18	600	2.30	
628.000	18	600	2.30	
628.300	19	633	2.35	
628.600	18	600	2.30	
628.900	17	567	2.26	
629.200	18	600	2.30	
629.500	20	667	2.39	
629.800	22	733	2.48	
630.100	18	600	2.30	
630.400	22	733	2.48	
630.700	18	600	2.30	
631.000	18	600	2.30	
631.300	19	633	2.35	
631.600	20	667	2.39	
631.900	21	700	2.44	
632.200	25	833	2.62	
632.500	24	800	2.57	
632.800	18	600	2.30	
633.100	21	700	2.44	
633.400	16	533	2.21	
633.700	22	733	2.48	
634.000	24	800	2.57	
634.300	21	700	2.44	
634.600	22	733	2.48	
634.900	21	700	2.44	
635.200	18	600	2.30	
635.500	19	633	2.35	

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

**CARRETERA** PANAMERICANA NORTE  
**TRAMO** EL MILAGRO - CHICLAYO  
**LADO** DERECHO  
**FECHA** 20/10-02



PROGRESIVA ( KM )	LECTURA	RUGOSIDAD		OBSERVACIONES
		BI	IRI	
635.800	19	633	2.35	
636.100	18	600	2.30	
636.400	20	667	2.39	
636.700	21	700	2.44	
637.000	25	833	2.62	
637.300	20	667	2.39	
637.600	23	767	2.53	
637.900	21	700	2.44	
638.200	21	700	2.44	
638.500	20	667	2.39	
638.800	24	800	2.57	
639.100	18	600	2.30	
639.400	22	733	2.48	
639.700	25	833	2.62	
640.000	18	600	2.30	
640.300	16	533	2.21	
640.600	17	567	2.26	
640.900	20	667	2.39	
641.200	21	700	2.44	
641.500	21	700	2.44	
641.800	18	600	2.30	
642.100	16	533	2.21	
642.400	21	700	2.44	
642.700	16	533	2.21	
643.000	15	500	2.17	
643.300	13	433	2.08	
643.600	18	600	2.30	
643.900	19	633	2.35	
644.200	21	700	2.44	
644.500	17	567	2.26	
644.800	17	567	2.26	
645.100	18	600	2.30	
645.400	16	533	2.21	
645.700	18	600	2.30	
646.000	20	667	2.39	
646.300	18	600	2.30	
646.600	20	667	2.39	
646.900	30	1000	2.84	
647.200	13	433	2.08	
647.500	19	633	2.35	
647.800	21	700	2.44	
648.100	22	733	2.48	
648.400	21	700	2.44	
648.700	18	600	2.30	
649.000	16	533	2.21	
649.300	17	567	2.26	
649.600	18	600	2.30	
649.900	21	700	2.44	
650.200	20	667	2.39	
650.500	22	733	2.48	
650.800	18	600	2.30	
651.100	21	700	2.44	
651.400	19	633	2.35	
651.700	18	600	2.30	
652.000	18	600	2.30	
652.300	18	600	2.30	
652.600	22	733	2.48	
652.900	20	667	2.39	
653.200	19	633	2.35	
653.500	18	600	2.30	
653.800	20	667	2.39	
654.100	21	700	2.44	

MEDICION DE RUGOSIDADES

CARRETERA PANAMERICANA NORTE  
 TRAMO EL MILAGRO - CHICLAYO  
 LADO DERECHO  
 FECHA 20/10-02



PROGRESIVA ( KM )	LECTURA	RUGOSIDAD BI	RUGOSIDAD IRI	OBSERVACIONES
654.400	18	600	2.30	
654.700	18	600	2.30	
655.000	21	700	2.44	
655.300	20	667	2.39	
655.600	19	633	2.35	
655.900	18	600	2.30	
656.200	20	667	2.39	
656.500	20	667	2.39	
656.800	25	833	2.62	
657.100	17	567	2.26	
657.400	19	633	2.35	
657.700	21	700	2.44	
658.000	20	667	2.39	
658.300	30	1000	2.84	
658.600	28	933	2.75	
658.900	29	967	2.79	
659.200	26	867	2.66	
659.500	28	933	2.75	
659.800	28	933	2.75	
660.100	29	967	2.79	
660.400	25	833	2.62	
660.700	27	900	2.70	
661.000	35	1167	3.06	
661.300	30	1000	2.84	
661.600	27	900	2.70	
661.900	18	600	2.30	
662.200	21	700	2.44	
662.500	28	933	2.75	
662.800	25	833	2.62	
663.100	18	600	2.30	
663.400	23	767	2.53	
663.700	21	700	2.44	
664.000	23	767	2.53	
664.300	19	633	2.35	
664.600	22	733	2.48	
664.900	18	600	2.30	
665.200	22	733	2.48	
665.500	25	833	2.62	
665.800	24	800	2.57	
666.100	15	500	2.17	
666.400	22	733	2.48	Tachones en 2 lineas transversalmente
666.700	24	800	2.57	Tachones en 2 lineas transversalmente
667.000	25	833	2.62	
667.300	29	967	2.79	
667.600	24	800	2.57	
667.900	20	667	2.39	
668.200	18	600	2.30	
668.500	30	1000	2.84	Tachones en 2 lineas transversalmente
668.800	28	933	2.75	
669.100	37	1233	3.15	
669.400	34	1133	3.02	
669.700	32	1067	2.93	
670.000	31	1033	2.88	
670.300	26	867	2.66	
670.600	26	867	2.66	
670.900	34	1133	3.02	
671.200	35	1167	3.06	
671.500	32	1067	2.93	
671.800	34	1133	3.02	
672.100	31	1033	2.88	
672.400	28	933	2.75	
672.700	24	800	2.57	

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

**CARRETERA** PANAMERICANA NORTE  
**TRAMO** EL MILAGRO - CHICLAYO  
**LADO** DERECHO  
**FECHA** 20/10-02



PROGRESIVA ( KM )	LECTURA	RUGOSIDAD BI	RUGOSIDAD IRI	OBSERVACIONES
673.000	40	1333	3.29	
673.300	32	1067	2.93	
673.600	34	1133	3.02	
673.900	25	833	2.62	
674.200	31	1033	2.88	
674.500	26	867	2.66	
674.800	24	800	2.57	
675.100	23	767	2.53	
675.400	26	867	2.66	
675.700	25	833	2.62	
676.000	27	900	2.70	
676.300	30	1000	2.84	
676.600	30	1000	2.84	
676.900	33	1100	2.97	
677.200	30	1000	2.84	
677.500	31	1033	2.88	
677.800	30	1000	2.84	
678.100	20	667	2.39	
678.400	25	833	2.62	
678.700	30	1000	2.84	
679.000	30	1000	2.84	
679.300	35	1167	3.06	
679.600	37	1233	3.15	
679.900	30	1000	2.84	
680.200	22	733	2.48	
680.500	25	833	2.62	
680.800	30	1000	2.84	
681.100	50	1667	3.73	Puente de concreto con juntas transv.
681.400	33	1100	2.97	
681.700	26	867	2.66	
682.000	23	767	2.53	
682.300	35	1167	3.06	
682.600	31	1033	2.88	
682.900	35	1167	3.06	Tachones en 2 lineas transversalmente
683.200	36	1200	3.11	
683.500	49	1633	3.69	
683.800	34	1133	3.02	Tachones en 2 lineas transversalmente
684.100	23	767	2.53	
684.400	22	733	2.48	
684.700	30	1000	2.84	
685.000	36	1200	3.11	
685.300	23	767	2.53	
685.600	26	867	2.66	
685.900	26	867	2.66	
686.200	28	933	2.75	
686.500	28	933	2.75	
686.800	29	967	2.79	
687.100	33	1100	2.97	
687.400	32	1067	2.93	
687.700	29	967	2.79	
688.000	38	1267	3.20	
688.300	38	1267	3.20	
688.600	28	933	2.75	
688.900	24	800	2.57	
689.200	33	1100	2.97	
689.500	34	1133	3.02	
689.800	34	1133	3.02	
690.100	23	767	2.53	
690.400	20	667	2.39	
690.700	29	967	2.79	
691.000	36	1200	3.11	Tachones en 2 lineas transversalmente
691.300	27	900	2.70	

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

**CARRETERA** PANAMERICANA NORTE  
**TRAMO** EL MILAGRO - CHICLAYO  
**LADO** DERECHO  
**FECHA** 20/10-02



PROGRESIVA ( KM )	LECTURA	RUGOSIDAD BI	RUGOSIDAD IRI	OBSERVACIONES
691.600	25	833	2.62	
691.900	28	933	2.75	
692.200	30	1000	2.84	
692.500	31	1033	2.88	Tachones en 2 lineas transversalmente
692.800	29	967	2.79	
693.100	26	867	2.66	
693.400	19	633	2.35	
693.700	20	667	2.39	
694.000	18	600	2.30	
694.300	23	767	2.53	
694.600	12	400	2.03	
694.900	21	700	2.44	
695.200	24	800	2.57	
695.500	27	900	2.70	
695.800	17	567	2.26	
696.100	26	867	2.66	
696.400	26	867	2.66	
696.700	35	1167	3.06	Tachones en 2 lineas transversalmente
697.000	43	1433	3.42	Tachones en 2 lineas transversalmente
697.300	33	1100	2.97	Tachones en 2 lineas transversalmente
697.600	38	1267	3.20	Tachones en 2 lineas transversalmente
697.900	25	833	2.62	
698.200	27	900	2.70	
698.500	41	1367	3.33	Tachones en 2 lineas transversalmente
698.800	25	833	2.62	
699.100	22	733	2.48	
699.400	29	967	2.79	
699.700	24	800	2.57	
700.000	25	833	2.62	
700.300	25	833	2.62	
700.600	22	733	2.48	
700.900	23	767	2.53	
701.200	24	800	2.57	
701.500	21	700	2.44	
701.800	29	967	2.79	
702.100	38	1267	3.20	
702.400	25	833	2.62	
702.700	31	1033	2.88	
703.000	48	1600	3.65	
703.300	31	1033	2.88	
703.600	31	1033	2.88	
703.900	28	933	2.75	
704.200	28	933	2.75	
704.500	45	1500	3.51	Tachones en 2 lineas transversalmente
704.800	26	867	2.66	
705.100	33	1100	2.97	Tachones en 2 lineas transversalmente
705.400	25	833	2.62	
705.700	27	900	2.70	
706.000	30	1000	2.84	
706.300	35	1167	3.06	
706.600	21	700	2.44	
706.900	27	900	2.70	
707.200	25	833	2.62	
707.500	23	767	2.53	
707.800	24	800	2.57	
708.100	26	867	2.66	
708.400	26	867	2.66	
708.700	26	867	2.66	
709.000	29	967	2.79	
709.300	32	1067	2.93	
709.600	22	733	2.48	
709.900	26	867	2.66	

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

**CARRETERA** PANAMERICANA NORTE  
**TRAMO** EL MILAGRO - CHICLAYO  
**LADO** DERECHO  
**FECHA** 20/10-02



PROGRESIVA ( KM )	LECTURA	RUGOSIDAD BI	RUGOSIDAD IRI	OBSERVACIONES
710.200	27	900	2.70	
710.500	26	867	2.66	
710.800	26	867	2.66	
711.100	32	1067	2.93	
711.400	25	833	2.62	
711.700	20	667	2.39	
712.000	22	733	2.48	
712.300	30	1000	2.84	
712.600	44	1467	3.47	Unidad de Peaje de Pacangulla
712.900	28	933	2.75	
713.200	27	900	2.70	
713.500	28	933	2.75	
713.800	22	733	2.48	
714.100	23	767	2.53	
714.400	29	967	2.79	
714.700	30	1000	2.84	
715.000	24	800	2.57	
715.300	27	900	2.70	
715.600	29	967	2.79	
715.900	32	1067	2.93	
716.200	29	967	2.79	
716.500	34	1133	3.02	
716.800	35	1167	3.06	
717.100	26	867	2.66	
717.400	30	1000	2.84	
717.700	29	967	2.79	
718.000	29	967	2.79	
718.300	24	800	2.57	
718.600	31	1033	2.88	
718.900	27	900	2.70	
719.200	25	833	2.62	
719.500	28	933	2.75	
719.800	20	667	2.39	
720.100	24	800	2.57	
720.400	27	900	2.70	
720.700	23	767	2.53	
721.000	47	1567	3.60	
721.300	25	833	2.62	
721.600	25	833	2.62	
721.900	31	1033	2.88	
722.200	25	833	2.62	
722.500	28	933	2.75	
722.800	28	933	2.75	
723.100	30	1000	2.84	
723.400	32	1067	2.93	
723.700	40	1333	3.29	
724.000	28	933	2.75	
724.300	28	933	2.75	
724.600	27	900	2.70	
724.900	25	833	2.62	
725.200	28	933	2.75	
725.500	24	800	2.57	
725.800	30	1000	2.84	
726.100	27	900	2.70	
726.400	31	1033	2.88	
726.700	26	867	2.66	
727.000	31	1033	2.88	
727.300	30	1000	2.84	
727.600	28	933	2.75	
727.900	23	767	2.53	
728.200	42	1400	3.38	Garita de control senasa, rompermuelle
728.500	32	1067	2.93	

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

**CARRETERA** PANAMERICANA NORTE  
**TRAMO** EL MILAGRO - CHICLAYO  
**LADO** DERECHO  
**FECHA** 20/10-02



PROGRESIVA ( KM )	LECTURA	RUGOSIDAD BI	RUGOSIDAD IRI	OBSERVACIONES
728.800	32	1067	2.93	
729.100	21	700	2.44	
729.400	37	1233	3.15	
729.700	27	900	2.70	
730.000	18	600	2.30	
730.300	20	667	2.39	
730.600	23	767	2.53	
730.900	21	700	2.44	
731.200	20	667	2.39	
731.500	26	867	2.66	
731.800	35	1167	3.06	Tachones en 2 lineas transversalmente
732.100	60	2000	4.18	Tachones y Buzones (Mocupe)
732.400	30	1000	2.84	
732.700	25	833	2.62	
733.000	50	1667	3.73	Puente de concreto con juntas transv
733.300	27	900	2.70	
733.600	30	1000	2.84	
733.900	28	933	2.75	
734.200	25	833	2.62	
734.500	34	1133	3.02	
734.800	40	1333	3.29	Tachones en 2 lineas transversalmente
735.100	37	1233	3.15	
735.400	32	1067	2.93	
735.700	32	1067	2.93	
736.000	37	1233	3.15	
736.300	26	867	2.66	
736.600	28	933	2.75	
736.900	28	933	2.75	
737.200	20	667	2.39	
737.500	20	667	2.39	
737.800	22	733	2.48	
738.100	29	967	2.79	
738.400	26	867	2.66	
738.700	19	633	2.35	
739.000	20	667	2.39	
739.300	24	800	2.57	
739.600	20	667	2.39	
739.900	22	733	2.48	
740.200	23	767	2.53	
740.500	26	867	2.66	
740.800	23	767	2.53	
741.100	22	733	2.48	
741.400	26	867	2.66	
741.700	22	733	2.48	
742.000	25	833	2.62	
742.300	28	933	2.75	
742.600	27	900	2.70	
742.900	27	900	2.70	
743.200	24	800	2.57	
743.500	23	767	2.53	
743.800	26	867	2.66	
744.100	21	700	2.44	
744.400	24	800	2.57	
744.700	31	1033	2.88	
745.000	31	1033	2.88	
745.300	27	900	2.70	
745.600	28	933	2.75	
745.900	27	900	2.70	
746.200	28	933	2.75	
746.500	27	900	2.70	
746.800	34	1133	3.02	
747.100	22	733	2.48	

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

**CARRETERA** PANAMERICANA NORTE  
**TRAMO** EL MILAGRO - CHICLAYO  
**LADO** DERECHO  
**FECHA** 20/10-02



PROGRESIVA ( KM )	LECTURA	RUGOSIDAD BI	RUGOSIDAD IRI	OBSERVACIONES
747.400	28	933	2.75	
747.700	28	933	2.75	
748.000	12	400	2.03	
748.300	20	667	2.39	
748.600	25	833	2.62	
748.900	22	733	2.48	
749.200	20	667	2.39	
749.500	25	833	2.62	
749.800	24	800	2.57	
750.100	22	733	2.48	
750.400	18	600	2.30	
750.700	29	967	2.79	
751.000	37	1233	3.15	
751.300	27	900	2.70	
751.600	29	967	2.79	
751.900	26	867	2.66	
752.200	31	1033	2.88	
752.500	29	967	2.79	
752.800	36	1200	3.11	
753.100	34	1133	3.02	
753.400	35	1167	3.06	
753.700	37	1233	3.15	
754.000	41	1367	3.33	
754.300	41	1367	3.33	
754.600	35	1167	3.06	
754.900	35	1167	3.06	
755.200	33	1100	2.97	
755.500	31	1033	2.88	
755.800	36	1200	3.11	
756.100	32	1067	2.93	
756.400	42	1400	3.38	
756.700	39	1300	3.24	
757.000	33	1100	2.97	
757.300	29	967	2.79	
757.600	36	1200	3.11	Ingreso zona urbana de Reque
757.900	38	1267	3.20	Tachones en 2 lineas transversalmente
758.200	38	1267	3.20	Tachones en 2 lineas transversalmente
758.500	52	1733	3.82	Tachones en 2 lineas transversalmente
758.800	33	1100	2.97	Tachones en 2 lineas transversalmente
759.100	30	1000	2.84	
759.400	30	1000	2.84	
759.700	37	1233	3.15	
760.000	31	1033	2.88	
760.300	40	1333	3.29	Ingreso Puente Reque (Tachones)
760.600	40	1333	3.29	Puente de Reque
760.900	30	1000	2.84	
761.200	30	1000	2.84	
761.500	31	1033	2.88	
761.800	30	1000	2.84	
762.100	29	967	2.79	
762.400	33	1100	2.97	
762.700	40	1333	3.29	
763.000	25	833	2.62	
763.300	27	900	2.70	
763.600	29	967	2.79	
763.900	28	933	2.75	
764.200	27	900	2.70	
764.500	31	1033	2.88	
764.800	34	1133	3.02	
765.100	32	1067	2.93	
765.400	33	1100	2.97	
765.700	28	933	2.75	

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

**CARRETERA** PANAMERICANA NORTE  
**TRAMO** EL MILAGRO - CHICLAYO  
**LADO** DERECHO  
**FECHA** 20/10-02



PROGRESIVA ( KM )	LECTURA	RUGOSIDAD BI	RUGOSIDAD IRI	OBSERVACIONES
766.000	37	1233	3.15	Cruce con via de Evitamiento
0.000	42	1400	3.38	Via de evitamiento
0.300	48	1600	3.65	Rompemuelle
0.600	33	1100	2.97	
0.900	42	1400	3.38	Tachones en 2 lineas transversalente
1.200	27	900	2.70	
1.500	36	1200	3.11	Tachones en 2 lineas transversalente
1.800	27	900	2.70	
2.100	25	833	2.62	
2.400	33	1100	2.97	
2.700	27	900	2.70	
3.000	25	833	2.62	
3.300	26	867	2.66	
3.600	28	933	2.75	
3.900	26	867	2.66	
4.200	28	933	2.75	
4.500	25	833	2.62	
4.800	23	767	2.53	
5.100	24	800	2.57	
5.400	29	967	2.79	
5.700	30	1000	2.84	
6.000	27	900	2.70	
6.300	31	1033	2.88	
6.600	32	1067	2.93	
6.900	30	1000	2.84	
7.200	39	1300	3.24	
7.500	35	1167	3.06	
7.800	36	1200	3.11	
8.100	33	1100	2.97	
8.400	31	1033	2.88	Rompemuelle
8.700	32	1067	2.93	
9.000	30	1000	2.84	Fin de via de Evitamiento
773.000	38	1267	3.20	Inicio de panamericana Norte
773.300	47	1567	3.60	Rompemuelle
773.600	40	1333	3.29	
773.900	34	1133	3.02	
774.200	32	1067	2.93	
774.500	37	1233	3.15	
774.800	37	1233	3.15	
775.100	41	1367	3.33	
775.400	31	1033	2.88	
775.700	26	867	2.66	
776.000	20	667	2.39	Fin del Tramo Hito Kilometrico Km 776

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

**CARRETERA** PANAMERICANA NORTE  
**TRAMO** EL MILAGRO - CHICLAYO  
**LADO** IZQUIERDO  
**FECHA** 21/10-02



PROGRESIVA ( KM )	LECTURA	RUGOSIDAD BI	RUGOSIDAD IRI	OBSERVACIONES
580.000				Inicio en el hito kilometrico Km 580
580.300	21	700	2.44	
580.600	19	633	2.35	
580.900	20	667	2.39	
581.200	23	767	2.53	
581.500	22	733	2.48	
581.800	22	733	2.48	
582.100	23	767	2.53	
582.400	24	800	2.57	
582.700	19	633	2.35	
583.000	32	1067	2.93	
583.300	27	900	2.70	
583.600	24	800	2.57	
583.900	27	900	2.70	
584.200	27	900	2.70	
584.500	28	933	2.75	
584.800	24	800	2.57	
585.100	27	900	2.70	
585.400	25	833	2.62	
585.700	22	733	2.48	
586.000	29	967	2.79	
586.300	27	900	2.70	
586.600	28	933	2.75	
586.900	25	833	2.62	
587.200	26	867	2.66	
587.500	32	1067	2.93	
587.800	24	800	2.57	
588.100	25	833	2.62	
588.400	25	833	2.62	
588.700	20	667	2.39	
589.000	24	800	2.57	
589.300	31	1033	2.88	
589.600	32	1067	2.93	
589.900	28	933	2.75	Unidad de Peaje
590.200	19	633	2.35	
590.500	25	833	2.62	
590.800	27	900	2.70	
591.100	32	1067	2.93	
591.400	27	900	2.70	
591.700	27	900	2.70	
592.000	34	1133	3.02	
592.300	31	1033	2.88	
592.600	24	800	2.57	
592.900	37	1233	3.15	
593.200	36	1200	3.11	
593.500	29	967	2.79	
593.800	33	1100	2.97	
594.100	28	933	2.75	
594.400	23	767	2.53	
594.700	35	1167	3.06	
595.000	44	1467	3.47	
595.300	47	1567	3.60	
595.600	36	1200	3.11	
595.900	44	1467	3.47	Puente de concreto con juntas transv
596.200	33	1100	2.97	
596.500	25	833	2.62	
596.800	27	900	2.70	
597.100	17	567	2.26	
597.400	38	1267	3.20	Puente de concreto con juntas transv
597.700	22	733	2.48	
598.000	32	1067	2.93	
598.300	24	800	2.57	
598.600	22	733	2.48	

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

**CARRETERA** PANAMERICANA NORTE  
**TRAMO** EL MILAGRO - CHICLAYO  
**LADO** IZQUIERDO  
**FECHA** 21/10-02



PROGRESIVA ( KM )	LECTURA	RUGOSIDAD BI	RUGOSIDAD IRI	OBSERVACIONES
598.900	25	833	2.62	
599.200	19	633	2.35	
599.500	17	567	2.26	
599.800	23	767	2.53	
600.100	20	667	2.39	Tachones en 2 lineas transversalmente
600.400	16	533	2.21	
600.700	39	1300	3.24	
601.000	26	867	2.66	
601.300	24	800	2.57	
601.600	21	700	2.44	
601.900	20	667	2.39	
602.200	25	833	2.62	
602.500	24	800	2.57	
602.800	22	733	2.48	
603.100	23	767	2.53	
603.400	28	933	2.75	
603.700	25	833	2.62	
604.000	24	800	2.57	
604.300	24	800	2.57	
604.600	19	633	2.35	
604.900	28	933	2.75	
605.200	27	900	2.70	
605.500	24	800	2.57	
605.800	25	833	2.62	
606.100	24	800	2.57	
606.400	23	767	2.53	
606.700	28	933	2.75	
607.000	31	1033	2.88	
607.300	26	867	2.66	
607.600	25	833	2.62	
607.900	26	867	2.66	
608.200	28	933	2.75	
608.500	25	833	2.62	
608.800	27	900	2.70	
609.100	26	867	2.66	
609.400	28	933	2.75	
609.700	26	867	2.66	
610.000	26	867	2.66	
610.300	23	767	2.53	
610.600	20	667	2.39	
610.900	23	767	2.53	
611.200	18	600	2.30	
611.500	20	667	2.39	
611.800	24	800	2.57	
612.100	20	667	2.39	
612.400	18	600	2.30	
612.700	25	833	2.62	
613.000	23	767	2.53	
613.300	21	700	2.44	
613.600	18	600	2.30	
613.900	23	767	2.53	
614.200	28	933	2.75	Tachones en 2 lineas transversalmente
614.500	24	800	2.57	
614.800	31	1033	2.88	
615.100	30	1000	2.84	
615.400	27	900	2.70	Tachones en 2 lineas transversalmente
615.700	26	867	2.66	Tachones en 2 lineas transversalmente
616.000	33	1100	2.97	Tachones en 2 lineas transversalmente
616.300	25	833	2.62	Tachones en 2 lineas transversalmente
616.600	22	733	2.48	
616.900	25	833	2.62	
617.200	22	733	2.48	
617.500	19	633	2.35	

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

**CARRETERA** PANAMERICANA NORTE  
**TRAMO** EL MILAGRO - CHICLAYO  
**LADO** IZQUIERDO  
**FECHA** 21/10-02



PROGRESIVA ( KM )	LECTURA	RUGOSIDAD		OBSERVACIONES
		BI	IRI	
617.800	19	633	2.35	
618.100	21	700	2.44	
618.400	22	733	2.48	
618.700	19	633	2.35	
619.000	24	800	2.57	
619.300	19	633	2.35	
619.600	22	733	2.48	
619.900	21	700	2.44	
620.200	27	900	2.70	
620.500	18	600	2.30	
620.800	19	633	2.35	
621.100	17	567	2.26	
621.400	22	733	2.48	
621.700	16	533	2.21	
622.000	20	667	2.39	
622.300	22	733	2.48	
622.600	29	967	2.79	
622.900	21	700	2.44	
623.200	22	733	2.48	
623.500	17	567	2.26	
623.800	21	700	2.44	
624.100	19	633	2.35	
624.400	19	633	2.35	
624.700	17	567	2.26	
625.000	18	600	2.30	
625.300	20	667	2.39	
625.600	25	833	2.62	
625.900	21	700	2.44	
626.200	30	1000	2.84	
626.500	28	933	2.75	
626.800	25	833	2.62	
627.100	20	667	2.39	
627.400	20	667	2.39	
627.700	17	567	2.26	
628.000	25	833	2.62	
628.300	20	667	2.39	
628.600	22	733	2.48	
628.900	24	800	2.57	
629.200	33	1100	2.97	
629.500	30	1000	2.84	
629.800	22	733	2.48	
630.100	20	667	2.39	
630.400	20	667	2.39	
630.700	20	667	2.39	
631.000	24	800	2.57	
631.300	22	733	2.48	
631.600	23	767	2.53	
631.900	19	633	2.35	
632.200	19	633	2.35	
632.500	23	767	2.53	
632.800	25	833	2.62	
633.100	24	800	2.57	
633.400	23	767	2.53	
633.700	23	767	2.53	
634.000	26	867	2.66	
634.300	21	700	2.44	
634.600	22	733	2.48	
634.900	25	833	2.62	
635.200	21	700	2.44	
635.500	21	700	2.44	
635.800	21	700	2.44	
636.100	26	867	2.66	
636.400	21	700	2.44	

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

**CARRETERA** PANAMERICANA NORTE  
**TRAMO** EL MILAGRO - CHICLAYO  
**LADO** IZQUIERDO  
**FECHA** 21/10-02



<b>PROGRESIVA ( KM )</b>	<b>LECTURA</b>	<b>RUGOSIDAD BI</b>	<b>RUGOSIDAD IRI</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
636.700	15	500	2.17	
637.000	26	867	2.66	
637.300	21	700	2.44	
637.600	21	700	2.44	
637.900	23	767	2.53	
638.200	21	700	2.44	
638.500	26	867	2.66	
638.800	22	733	2.48	
639.100	20	667	2.39	
639.400	21	700	2.44	
639.700	17	567	2.26	
640.000	27	900	2.70	
640.300	22	733	2.48	
640.600	20	667	2.39	
640.900	19	633	2.35	
641.200	18	600	2.30	
641.500	23	767	2.53	
641.800	15	500	2.17	
642.100	20	667	2.39	
642.400	17	567	2.26	
642.700	15	500	2.17	
643.000	22	733	2.48	
643.300	22	733	2.48	
643.600	20	667	2.39	
643.900	20	667	2.39	
644.200	21	700	2.44	
644.500	23	767	2.53	
644.800	21	700	2.44	
645.100	22	733	2.48	
645.400	21	700	2.44	
645.700	20	667	2.39	
646.000	37	1233	3.15	
646.300	27	900	2.70	
646.600	29	967	2.79	
646.900	25	833	2.62	
647.200	30	1000	2.84	
647.500	28	933	2.75	
647.800	32	1067	2.93	
648.100	33	1100	2.97	
648.400	32	1067	2.93	
648.700	25	833	2.62	
649.000	28	933	2.75	
649.300	30	1000	2.84	
649.600	24	800	2.57	
649.900	32	1067	2.93	
650.200	24	800	2.57	
650.500	22	733	2.48	
650.800	21	700	2.44	
651.100	18	600	2.30	
651.400	19	633	2.35	
651.700	17	567	2.26	
652.000	21	700	2.44	
652.300	20	667	2.39	
652.600	20	667	2.39	
652.900	19	633	2.35	
653.200	21	700	2.44	
653.500	20	667	2.39	
653.800	20	667	2.39	
654.100	18	600	2.30	
654.400	21	700	2.44	
654.700	18	600	2.30	
655.000	20	667	2.39	
655.300	21	700	2.44	

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

**CARRETERA** PANAMERICANA NORTE  
**TRAMO** EL MILAGRO - CHICLAYO  
**LADO** IZQUIERDO  
**FECHA** 21/10-02



PROGRESIVA ( KM )	LECTURA	RUGOSIDAD BI	RUGOSIDAD IRI	OBSERVACIONES
655.600	19	633	2.35	
655.900	21	700	2.44	
656.200	20	667	2.39	
656.500	19	633	2.35	
656.800	19	633	2.35	
657.100	21	700	2.44	
657.400	22	733	2.48	
657.700	21	700	2.44	
658.000	29	967	2.79	
658.300	25	833	2.62	
658.600	27	900	2.70	
658.900	24	800	2.57	
659.200	25	833	2.62	
659.500	29	967	2.79	
659.800	35	1167	3.06	
660.100	29	967	2.79	
660.400	23	767	2.53	
660.700	27	900	2.70	
661.000	32	1067	2.93	
661.300	20	667	2.39	
661.600	22	733	2.48	
661.900	20	667	2.39	
662.200	21	700	2.44	
662.500	21	700	2.44	
662.800	21	700	2.44	
663.100	24	800	2.57	
663.400	19	633	2.35	
663.700	15	500	2.17	
664.000	23	767	2.53	
664.300	20	667	2.39	
664.600	21	700	2.44	
664.900	23	767	2.53	
665.200	18	600	2.30	
665.500	19	633	2.35	
665.800	21	700	2.44	
666.100	22	733	2.48	
666.400	27	900	2.70	
666.700	19	633	2.35	
667.000	36	1200	3.11	
667.300	26	867	2.66	
667.600	22	733	2.48	
667.900	32	1067	2.93	
668.200	35	1167	3.06	
668.500	35	1167	3.06	
668.800	35	1167	3.06	
669.100	33	1100	2.97	
669.400	29	967	2.79	
669.700	25	833	2.62	
670.000	35	1167	3.06	
670.300	27	900	2.70	
670.600	30	1000	2.84	
670.900	35	1167	3.06	
671.200	29	967	2.79	
671.500	30	1000	2.84	
671.800	32	1067	2.93	
672.100	32	1067	2.93	
672.400	30	1000	2.84	
672.700	25	833	2.62	
673.000	30	1000	2.84	
673.300	37	1233	3.15	
673.600	28	933	2.75	
673.900	26	867	2.66	
674.200	23	767	2.53	

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

**CARRETERA PANAMERICANA NORTE**  
**TRAMO EL MILAGRO - CHICLAYO**  
**LADO IZQUIERDO**  
**FECHA 21/10-02**



<b>PROGRESIVA ( KM )</b>	<b>LECTURA</b>	<b>RUGOSIDAD BI</b>	<b>RUGOSIDAD IRI</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
674.500	23	767	2.53	
674.800	26	867	2.66	
675.100	24	800	2.57	
675.400	31	1033	2.88	
675.700	24	800	2.57	
676.000	29	967	2.79	
676.300	31	1033	2.88	
676.600	27	900	2.70	
676.900	28	933	2.75	
677.200	26	867	2.66	
677.500	30	1000	2.84	
677.800	33	1100	2.97	
678.100	37	1233	3.15	
678.400	32	1067	2.93	
678.700	29	967	2.79	
679.000	33	1100	2.97	
679.300	31	1033	2.88	
679.600	39	1300	3.24	Rompe Muelle
679.900	28	933	2.75	
680.200	45	1500	3.51	
680.500	51	1700	3.78	Tachones en 2 lineas transversalmente
680.800	28	933	2.75	
681.100	29	967	2.79	
681.400	27	900	2.70	
681.700	24	800	2.57	
682.000	38	1267	3.20	
682.300	31	1033	2.88	
682.600	32	1067	2.93	
682.900	35	1167	3.06	
683.200	37	1233	3.15	
683.500	34	1133	3.02	
683.800	25	833	2.62	
684.100	22	733	2.48	
684.400	31	1033	2.88	
684.700	24	800	2.57	
685.000	32	1067	2.93	
685.300	28	933	2.75	
685.600	31	1033	2.88	
685.900	28	933	2.75	
686.200	30	1000	2.84	
686.500	27	900	2.70	
686.800	28	933	2.75	
687.100	28	933	2.75	
687.400	32	1067	2.93	
687.700	22	733	2.48	
688.000	37	1233	3.15	Tachones en 2 lineas transversalmente
688.300	25	833	2.62	
688.600	24	800	2.57	
688.900	32	1067	2.93	
689.200	30	1000	2.84	
689.500	31	1033	2.88	
689.800	27	900	2.70	
690.100	30	1000	2.84	
690.400	37	1233	3.15	
690.700	33	1100	2.97	
691.000	36	1200	3.11	
691.300	23	767	2.53	
691.600	35	1167	3.06	
691.900	35	1167	3.06	
692.200	28	933	2.75	
692.500	24	800	2.57	
692.800	22	733	2.48	
693.100	20	667	2.39	

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

**CARRETERA** PANAMERICANA NORTE  
**TRAMO** EL MILAGRO - CHICLAYO  
**LADO** IZQUIERDO  
**FECHA** 21/10-02



PROGRESIVA ( KM )	LECTURA	RUGOSIDAD		OBSERVACIONES
		BI	IRI	
693.400	21	700	2.44	
693.700	21	700	2.44	
694.000	22	733	2.48	
694.300	23	767	2.53	
694.600	29	967	2.79	
694.900	33	1100	2.97	
695.200	29	967	2.79	
695.500	25	833	2.62	
695.800	26	867	2.66	
696.100	28	933	2.75	
696.400	36	1200	3.11	
696.700	39	1300	3.24	Tachones en 2 lineas transversalmente
697.000	36	1200	3.11	Tachones en 2 lineas transversalmente
697.300	33	1100	2.97	Tachones en 2 lineas transversalmente
697.600	35	1167	3.06	
697.900	37	1233	3.15	
698.200	36	1200	3.11	Tachones en 2 lineas transversalmente
698.500	34	1133	3.02	
698.800	35	1167	3.06	
699.100	29	967	2.79	
699.400	28	933	2.75	
699.700	24	800	2.57	
700.000	30	1000	2.84	
700.300	31	1033	2.88	
700.600	30	1000	2.84	
700.900	42	1400	3.38	
701.200	31	1033	2.88	
701.500	31	1033	2.88	
701.800	26	867	2.66	
702.100	27	900	2.70	
702.400	30	1000	2.84	
702.700	29	967	2.79	
703.000	23	767	2.53	
703.300	23	767	2.53	
703.600	25	833	2.62	
703.900	28	933	2.75	
704.200	37	1233	3.15	
704.500	32	1067	2.93	
704.800	33	1100	2.97	
705.100	32	1067	2.93	
705.400	29	967	2.79	
705.700	25	833	2.62	
706.000	28	933	2.75	
706.300	27	900	2.70	
706.600	26	867	2.66	
706.900	27	900	2.70	
707.200	26	867	2.66	
707.500	34	1133	3.02	
707.800	34	1133	3.02	
708.100	28	933	2.75	
708.400	30	1000	2.84	
708.700	25	833	2.62	
709.000	27	900	2.70	
709.300	19	633	2.35	
709.600	30	1000	2.84	
709.900	43	1433	3.42	
710.200	28	933	2.75	
710.500	30	1000	2.84	
710.800	31	1033	2.88	
711.100	25	833	2.62	
711.400	29	967	2.79	
711.700	25	833	2.62	
712.000	33	1100	2.97	

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

**CARRETERA** PANAMERICANA NORTE  
**TRAMO** EL MILAGRO - CHICLAYO  
**LADO** IZQUIERDO  
**FECHA** 21/10-02



<b>PROGRESIVA ( KM )</b>	<b>LECTURA</b>	<b>RUGOSIDAD BI</b>	<b>RUGOSIDAD IRI</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
712.300	47	1567	3.60	
712.600	38	1267	3.20	Unidad de peaje de Pacanguilla
712.900	32	1067	2.93	
713.200	28	933	2.75	
713.500	27	900	2.70	
713.800	25	833	2.62	
714.100	27	900	2.70	
714.400	26	867	2.66	
714.700	23	767	2.53	
715.000	32	1067	2.93	
715.300	36	1200	3.11	
715.600	26	867	2.66	
715.900	53	1767	3.87	
716.200	45	1500	3.51	
716.500	40	1333	3.29	
716.800	37	1233	3.15	
717.100	43	1433	3.42	
717.400	40	1333	3.29	
717.700	35	1167	3.06	
718.000	32	1067	2.93	
718.300	31	1033	2.88	
718.600	32	1067	2.93	
718.900	28	933	2.75	
719.200	31	1033	2.88	
719.500	32	1067	2.93	
719.800	36	1200	3.11	
720.100	31	1033	2.88	
720.400	31	1033	2.88	
720.700	27	900	2.70	
721.000	31	1033	2.88	
721.300	26	867	2.66	
721.600	31	1033	2.88	
721.900	27	900	2.70	
722.200	27	900	2.70	
722.500	29	967	2.79	
722.800	30	1000	2.84	
723.100	28	933	2.75	
723.400	29	967	2.79	
723.700	24	800	2.57	
724.000	31	1033	2.88	
724.300	26	867	2.66	
724.600	29	967	2.79	
724.900	29	967	2.79	
725.200	29	967	2.79	
725.500	32	1067	2.93	
725.800	31	1033	2.88	
726.100	27	900	2.70	
726.400	30	1000	2.84	
726.700	26	867	2.66	
727.000	40	1 333	3.29	
727.300	31	1033	2.88	
727.600	32	1067	2.93	
727.900	41	1367	3.33	Garita de Control
728.200	27	900	2.70	
728.500	26	867	2.66	
728.800	35	1167	3.06	
729.100	40	1333	3.29	
729.400	27	900	2.70	
729.700	23	767	2.53	
730.000	17	567	2.26	
730.300	19	633	2.35	
730.600	19	633	2.35	
730.900	20	667	2.39	

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

**CARRETERA** PANAMERICANA NORTE  
**TRAMO** EL MILAGRO - CHICLAYO  
**LADO** IZQUIERDO  
**FECHA** 21/10-02



PROGRESIVA ( KM )	LECTURA	RUGOSIDAD		OBSERVACIONES
		BI	IRI	
731.200	22	733	2.48	
731.500	40	1333	3.29	Tachones en 2 lineas transversalmente
731.800	48	1600	3.65	Tachones y Buzones (Mocupe)
732.100	31	1033	2.88	
732.400	29	967	2.79	
732.700	26	867	2.66	
733.000	44	1467	3.47	Puente
733.300	22	733	2.48	
733.600	21	700	2.44	
733.900	19	633	2.35	
734.200	27	900	2.70	
734.500	29	967	2.79	
734.800	31	1033	2.88	
735.100	37	1233	3.15	
735.400	30	1000	2.84	
735.700	30	1000	2.84	
736.000	30	1000	2.84	
736.300	29	967	2.79	
736.600	26	867	2.66	
736.900	26	867	2.66	
737.200	23	767	2.53	
737.500	22	733	2.48	
737.800	22	733	2.48	
738.100	22	733	2.48	
738.400	23	767	2.53	
738.700	23	767	2.53	
739.000	27	900	2.70	
739.300	24	800	2.57	
739.600	27	900	2.70	
739.900	23	767	2.53	
740.200	22	733	2.48	
740.500	23	767	2.53	
740.800	17	567	2.26	
741.100	26	867	2.66	
741.400	23	767	2.53	
741.700	21	700	2.44	
742.000	24	800	2.57	
742.300	29	967	2.79	
742.600	23	767	2.53	
742.900	23	767	2.53	
743.200	21	700	2.44	
743.500	23	767	2.53	
743.800	22	733	2.48	
744.100	22	733	2.48	
744.400	26	867	2.66	
744.700	23	767	2.53	
745.000	27	900	2.70	
745.300	32	1067	2.93	
745.600	26	867	2.66	
745.900	29	967	2.79	
746.200	26	867	2.66	
746.500	28	933	2.75	
746.800	29	967	2.79	
747.100	27	900	2.70	
747.400	30	1000	2.84	
747.700	30	1000	2.84	
748.000	25	833	2.62	
748.300	34	1133	3.02	
748.600	28	933	2.75	
748.900	32	1067	2.93	
749.200	23	767	2.53	
749.500	27	900	2.70	
749.800	22	733	2.48	

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

**CARRETERA PANAMERICANA NORTE**  
**TRAMO EL MILAGRO - CHICLAYO**  
**LADO IZQUIERDO**  
**FECHA 21/10-02**



<b>PROGRESIVA ( KM )</b>	<b>LECTURA</b>	<b>RUGOSIDAD BI</b>	<b>RUGOSIDAD IRI</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
750.100	24	800	2.57	
750.400	29	967	2.79	
750.700	24	800	2.57	
751.000	31	1033	2.88	
751.300	35	1167	3.06	
751.600	29	967	2.79	
751.900	34	1133	3.02	
752.200	34	1133	3.02	
752.500	35	1167	3.06	
752.800	36	1200	3.11	
753.100	34	1133	3.02	
753.400	36	1200	3.11	
753.700	28	933	2.75	
754.000	40	1333	3.29	
754.300	41	1367	3.33	
754.600	28	933	2.75	
754.900	37	1233	3.15	
755.200	32	1067	2.93	
755.500	35	1167	3.06	
755.800	37	1233	3.15	
756.100	42	1400	3.38	
756.400	32	1067	2.93	
756.700	21	700	2.44	
757.000	33	1100	2.97	
757.300	34	1133	3.02	
757.600	31	1033	2.88	
757.900	35	1167	3.06	
758.200	38	1267	3.20	
758.500	33	1100	2.97	
758.800	28	933	2.75	
759.100	30	1000	2.84	
759.400	30	1000	2.84	
759.700	30	1000	2.84	
760.000	65	2167	4.41	
760.300	29	967	2.79	Ingreso Puente Reque (Tachones)
760.600	25	833	2.62	Puente de Reque
760.900	34	1133	3.02	
761.200	35	1167	3.06	
761.500	31	1033	2.88	
761.800	33	1100	2.97	
762.100	44	1467	3.47	
762.400	22	733	2.48	
762.700	17	567	2.26	
763.000	35	1167	3.06	
763.300	35	1167	3.06	
763.600	30	1000	2.84	
763.900	29	967	2.79	
764.200	32	1067	2.93	
764.500	36	1200	3.11	
764.800	32	1067	2.93	
765.100	41	1367	3.33	
765.400	28	933	2.75	
765.700	32	1067	2.93	
766.000	30	1000	2.84	Cruce con via de Evitamiento
0.000	30	1000	2.84	Via de evitamiento
0.300	33	1100	2.97	Rompemuelle
0.600	30	1000	2.84	
0.900	41	1367	3.33	Tachones en 2 lineas transversalmente
1.200	37	1233	3.15	
1.500	33	1100	2.97	Tachones en 2 lineas transversalmente
1.800	37	1233	3.15	
2.100	28	933	2.75	
2.400	27	900	2.70	

**MEDICION DE RUGOSIDADES**

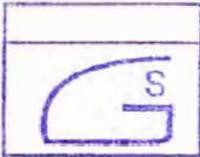
**CARRETERA** PANAMERICANA NORTE  
**TRAMO** EL MILAGRO - CHICLAYO  
**LADO** IZQUIERDO  
**FECHA** 21/10-02



<b>PROGRESIVA ( KM )</b>	<b>LECTURA</b>	<b>RUGOSIDAD BI</b>	<b>RUGOSIDAD IRI</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
2.700	28	933	2.75	
3.000	34	1133	3.02	
3.300	31	1033	2.88	
3.600	29	967	2.79	
3.900	23	767	2.53	
4.200	37	1233	3.15	
4.500	29	967	2.79	
4.800	27	900	2.70	
5.100	33	1100	2.97	
5.400	33	1100	2.97	
5.700	29	967	2.79	
6.000	35	1167	3.06	
6.300	43	1433	3.42	Tachas
6.600	35	1167	3.06	
6.900	36	1200	3.11	
7.200	32	1067	2.93	
7.500	40	1333	3.29	
7.800	37	1233	3.15	
8.100	47	1567	3.60	
8.400	36	1200	3.11	Rompemuelle
8.700	27	900	2.70	
9.000	29	967	2.79	Fin de via de Evitamiento
773.000	31	1033	2.88	Inicio de panamericana Norte
773.300	32	1067	2.93	Rompemuelle
773.600	26	867	2.66	
773.900	31	1033	2.88	
774.200	36	1200	3.11	
774.500	29	967	2.79	
774.800	40	1333	3.29	
775.100	38	1267	3.20	
775.400	36	1200	3.11	
775.700	30	1000	2.84	
776.000	30	1000	2.84	Fin del Tramo Hito Kilometrico Km 776

**ANEXO C:**

**ENSAYOS DE LABORATORIO.**



# GEO - SERV S.A.C.

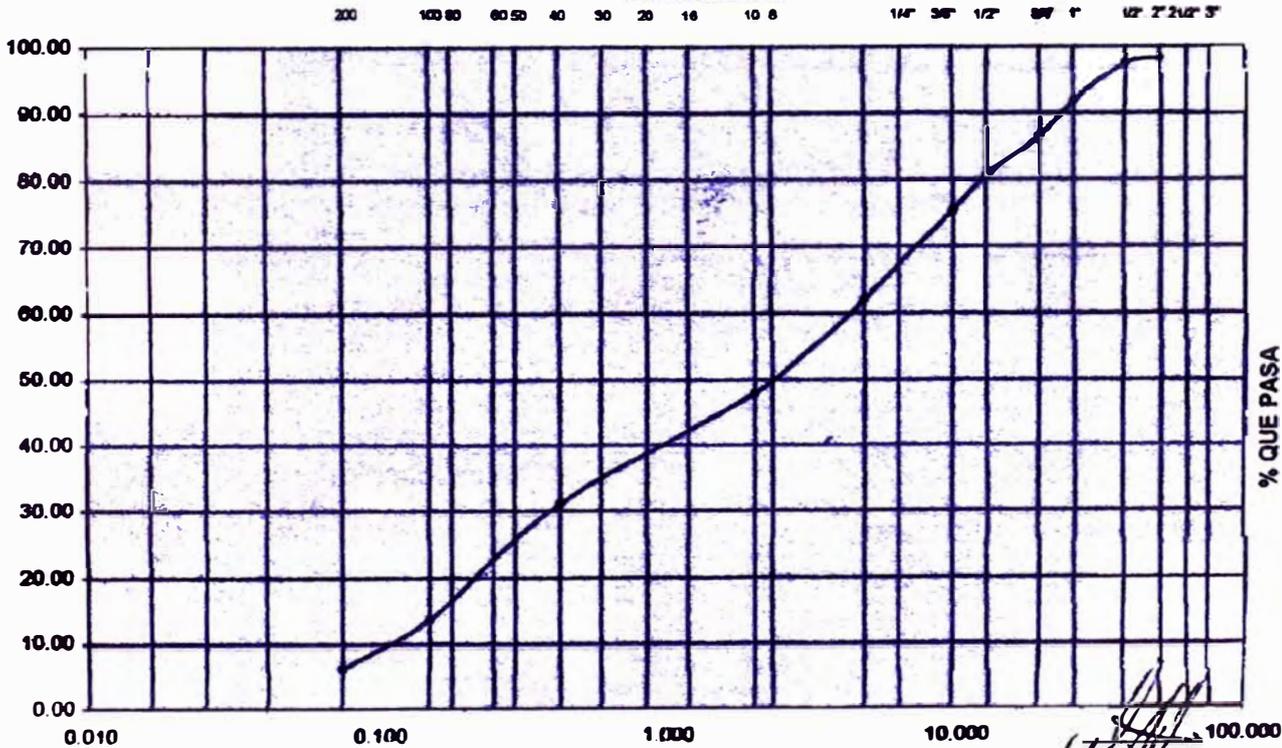
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO  
CONCRETO Y ASFALTO - PAVIMENTOS  
ALQUILER DE EQUIPOS Y VENTA DE INSUMOS

JR. 8 DE OCTUBRE No 552 00261  
PUEBLO LIBRE (ANTES JR. AMAZONAS)  
ALT. CDRA. 13 Y 14 DE LA AV. SUCRE  
Telefax: 460-4790 / 461-6342

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	CARRETERA PANAMERICANA NORTE	FECHA :	06-11-03
TRAMO :	TRUJILLO - CHICLAYO PAQUETE II		
UBICACION :	TRUJILLO - CHICLAYO	CALICATA :	
SOLICITADO POR :	BARRIGA - DALL'ORTO S.A.	PROGRESIVA :	Km 856-860 L.D
		MUESTRA :	Base

TAMANO MAYOR	AREA EN CM <sup>2</sup>	PERO EN GMS	PERCENTO EN GMS	PERCENTO ACUMULADO	DIAMETRO EN MM	DIAMETRO EN INCH	DIAMETRO EN PULG	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000							Tamaño Máximo
2 1/2"	63.000				100.00			
2"	63.000	280	1.71	1.71	98.29			Límite Líquido 18.67 %
1 1/2"	28.125	130	0.78	2.50	97.50			Límite Plástico N.P. %
1"	25.400	865	5.62	8.11	91.89			Índice Plástico N.P. %
3/4"	19.000	800	5.25	13.37	86.63			Clasificación A-1-b SP-50
1/2"	12.700	820	6.04	19.41	80.59			Índice de Grupa (6)
3/8"	9.525	795	5.22	24.63	75.37			Humedad Natural
1/4"	6.350		0.00	24.63	75.37			
# 4	4.760	2836	13.37	38.00	62.00			Densidad Máxima
# 8	2.380		0.00	38.00	62.00			Humedad Optima
# 10	2.000	2182	14.14	52.13	47.87			Partículas Chulas y
# 16	1.180		0.00	52.13	47.87			Alargadas
# 20	0.845		0.00	52.13	47.87			Caras Fracturadas
# 30	0.600		0.00	52.13	47.87			Equivalentes de Arena
# 40	0.425	2362	16.76	68.89	31.10			
# 60	0.287		0.00	68.89	31.10			CBR A 0.1" - AL 85 %
# 80	0.250		0.00	68.89	31.10			CBR A 0.2" - AL 85 %
# 100	0.177		0.00	68.89	31.10			
# 200	0.148	2648	17.40	86.30	13.70			
# 300	0.074	1142	7.50	93.80	6.20			
< # 300		944	6.20	100.00	0.00			
		948						
PERO TOTAL		15224						

CURVA GRANULOMETRICA



Barriga - Dall'Orto S.A.  
Ingenieros Consultores  
Ing. Fernando Alva Manfredi  
JEFE DE PROYECTO  
Estudio de Mejoramiento de Pavimento

Handwritten signature and stamp of Barriga - Dall'Orto S.A. with the text 'BARRIGA - DALL'ORTO S.A. REPRESENTANTE LEGAL'.



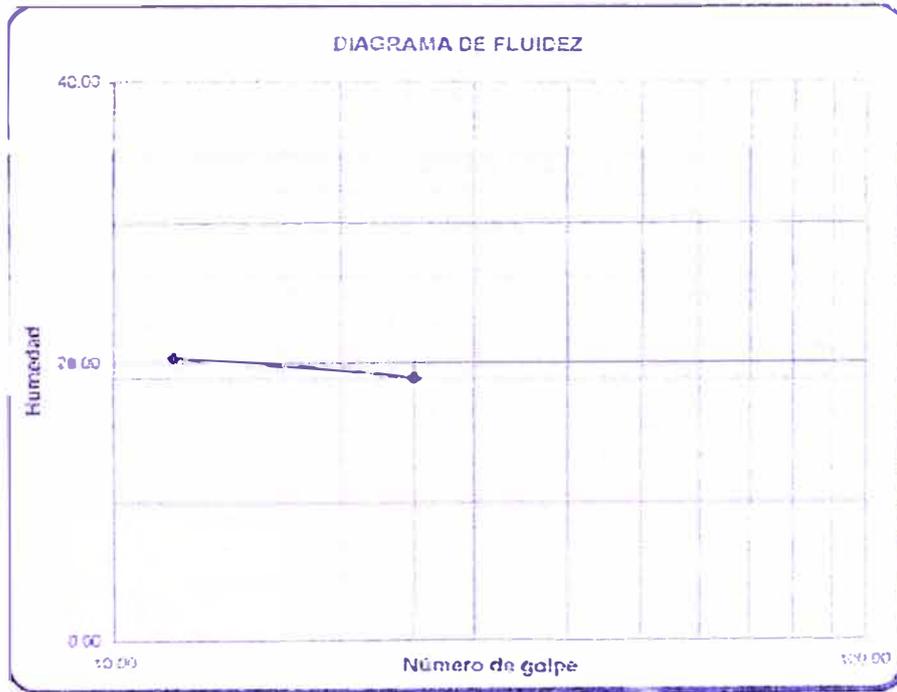
**GEO - SERV S.A.C.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO  
 CONCRETO Y ASFALTO - PAVIMENTOS  
 ALQUILER DE EQUIPOS Y VENTA DE INSUMOS

JR. 8 DE OCTUBRE No 552 **00263**  
 PUEBLO LIBRE (ANTES JR. AMAZONAS)  
 ALT. CDRA. 13 Y 14 DE LA AV. SUCRE  
 Telefax: 460-4790 / 461-6342

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	CARRETERA PANAMERICANA NORTE	FECHA :	G5-11-02
	TRAMO : TRUJILLO - CHICLAYO PAQUETE III		
UBICACIÓN :	TRUJILLO - CHICLAYO	PROGVA :	Km. 596+800 L.D.
		CALICATA :	
SOLICITADO POR :	BARRIGA DALL'ORTO S.A	MUESTRA :	Base

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

LÍMITE DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO			
	Nº de golpes	12	25	-	-	-
Peso tara (g)	19.59	20.42				
Peso tara + suelo húmedo (g)	48.25	40.63				
Peso tara + suelo seco (g)	43.41	42.47				
Humedad %	20.32	18.87				
Límites			18.87			
Índice de Plasticidad	N.P.					



**Barriga - Dall'Orto S.A.**  
 Ingenieros Consultores

Ing. **Fernando Alva Mantre**  
 JEFE DE PROYECTO  
 Estudio de Mejoramiento Vial - Paquete III

*[Handwritten signature]*







# GEO - SERV S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO  
CONCRETO Y ASFALTO - PAVIMENTOS  
ALQUILER DE EQUIPOS Y VENTA DE INSUMOS

JR. 8 DE OCTUBRE No 552

PUEBLO LIBRE (ANTES JR. AMAZONAS)

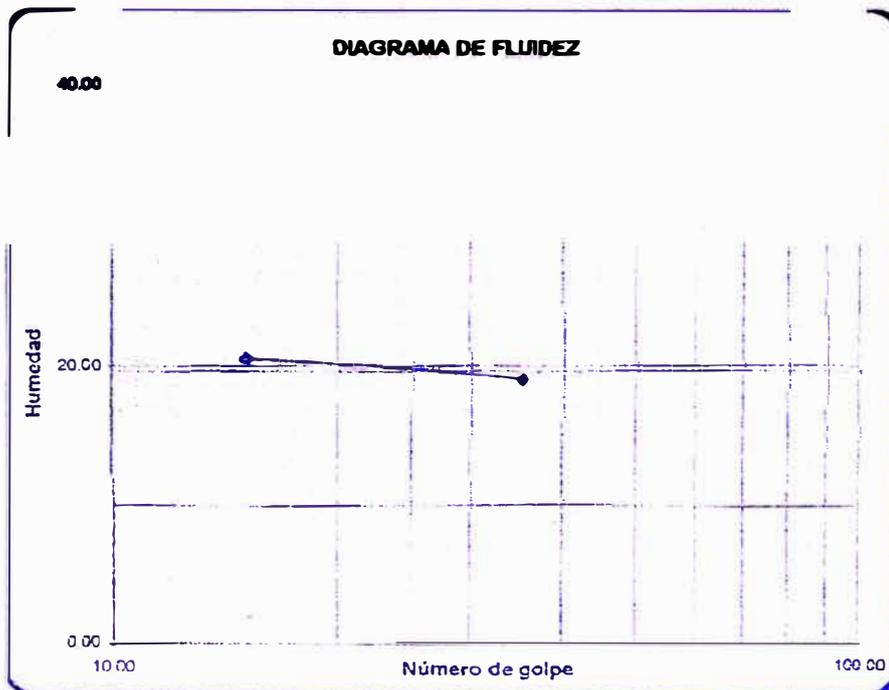
ALT. CDRA. 13 Y 14 DE LA AV. SUCRE

Telefax: 460-4790 / 461-6342

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	CARRETERA PANAMERICANA NORTE	FECHA :	05-11-02
	TRAMO : TRUJILLO - CHICLAYO PAQUETE III		
UBICACIÓN :	TRUJILLO - CHICLAYO	PROGVA :	Km. 629-450 L.I.
		CALCATA :	
SOLICITADO POR :	BARRIGA DALL'ORTO S.A.	MUESTRA :	Base

## LIMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO			
Nº de golpes	35	15	-	-	-	-
Peso tara (g)	17.94	21.55				
Peso tara + suelo húmedo (g)	45.81	50.49				
Peso tara + suelo seco (g)	41.19	45.56				
Humedad %	19.01	20.53				
Limites			19.62			
Índice de Plasticidad	=		N.P.			



Barriga - Dall'Orto S.A.  
Ingenieros Consultores

Ing. Fernando Alva Manfredi  
JEFE DE PROYECTO





# GEO - SERV S.A.C.

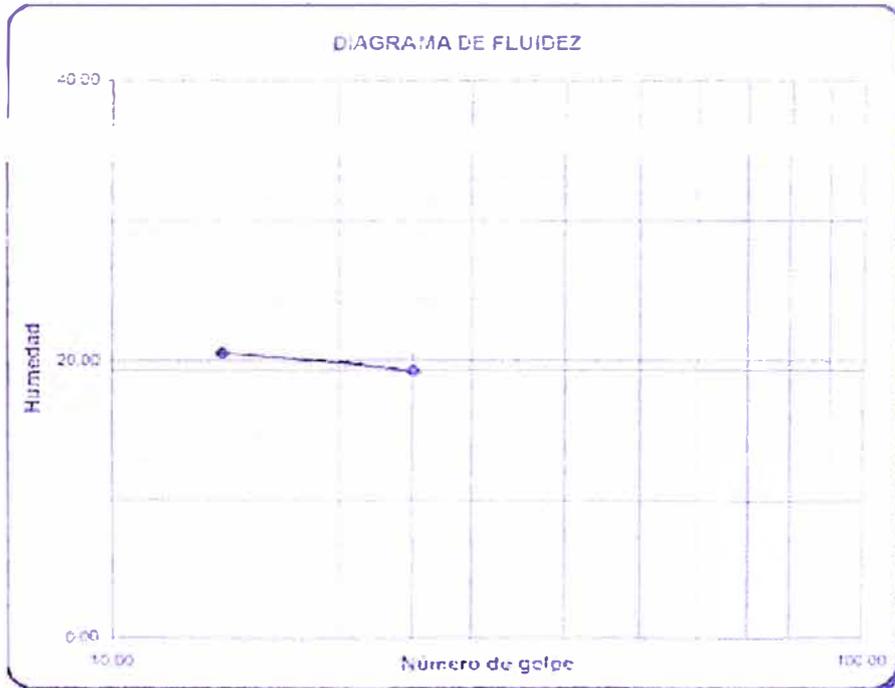
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO  
CONCRETO Y ASFALTO - PAVIMENTOS  
ALQUILER DE EQUIPOS Y VENTA DE INSUMOS

JR. 8 DE OCTUBRE No 552 **00267**  
PUEBLO LIBRE (ANTES JR. AMAZONAS)  
ALT. CDRA. 13 Y 14 DE LA AV. SUCRE  
Telefax: 460-4790 / 461-6342

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	CARRETERA PANAMERICANA NORTE	FECHA :	05-11-07
	TRAMO : TRUJILLO - CHICLAYO PAQUETE III		
UBICACIÓN :	TRUJILLO - CHICLAYO	PROGVA. :	Km. 660-000 L.D
		CALICATA :	
SOLICITADO POR :	BARRIGA DALL'ORTO S.A	MUESTRA :	Base

### LIMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO			
	25	14				
Nº de golpes			-	-	-	-
Peso tara (g)	19.30	19.87				
Peso tara + suelo húmedo (g)	48.39	45.89				
Peso tara + suelo seco (g)	43.68	41.45				
Humedad %	19.32	20.57				
Límites			19.32			
Índice de Plasticidad	N.P.					

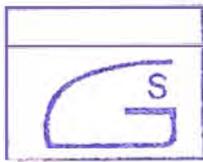


**Barriga - Dall'Orto S.A.**  
Ingenieros Consultores

Ing. Fernando Alba Mantredí  
JEFE DE PROYECTO  
Estación de Mantenimiento Base 000 - Trujillo II

*[Handwritten Signature]*  
Ing. Pablo A. Soto Prenti  
20217  
**BARRIGA - DALL'ORTO S.A.**  
REPRESENTANTE LEGAL





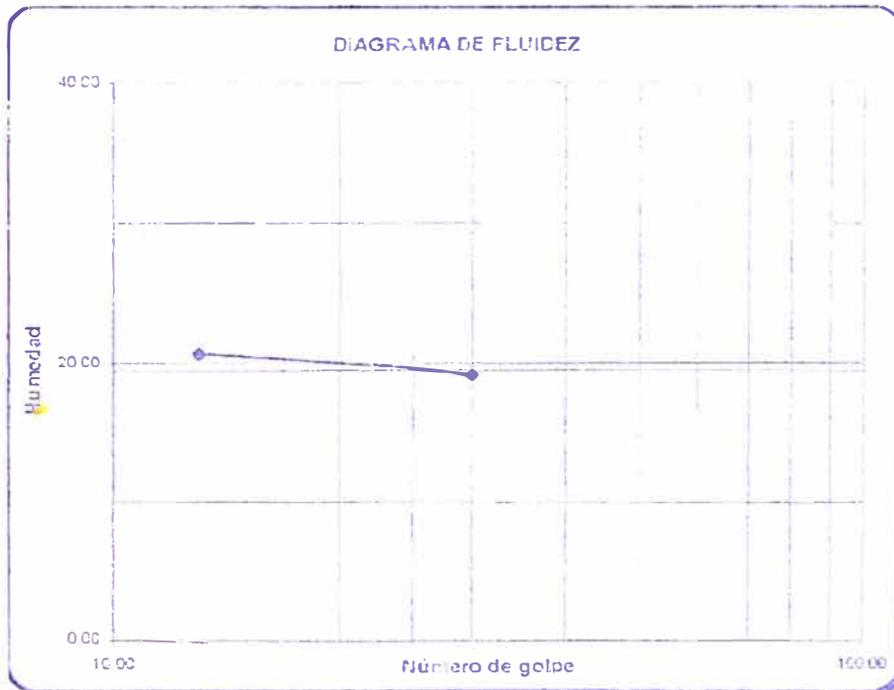
**GEO - SERV S.A.C.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO  
 CONCRETO Y ASFALTO - PAVIMENTOS  
 ALQUILER DE EQUIPOS Y VENTA DE INSUMOS

JR. 8 DE OCTUBRE No 552 **00269**  
 PUEBLO LIBRE (ANTES JR. AMAZONAS)  
 ALT. CDRA. 13 Y 14 DE LA AV. SUCRE  
 Telefax: 460-4790 / 461-6342

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
OBRA: <u>CARRETERA PANAMERICANA NORTE</u>	FECHA: <u>05-11-02</u>
TRAMO: <u>TRUJILLO - CHICLAYO PAQUETE III</u>	
UBICACIÓN: <u>TRUJILLO - CHICLAYO</u>	PROGWA: <u>Km 730+000 L.D.</u>
CALICATA	
Solicitado POR: <u>BARRIGA DALL'ORTO S.A.</u>	

LIMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO			
Nº de golpes	13	30			-	-
Peso tara (g)	18.24	21.34				
Peso tara + suelo húmedo (g)	46.71	47.04				
Peso tara + suelo seco (g)	41.84	42.92				
Humedad %	20.64	19.09				
Límites			19.43			
Índice de Plasticidad =	N.P.					



**Barriga - Dall'Orto S.A.**  
 Ingenieros Consultores

Ing. Fernando Alva Sanfrel  
 JEFE DE PROYECTO  
 Estudios de Ingeniería y Proyectos - Trujillo III





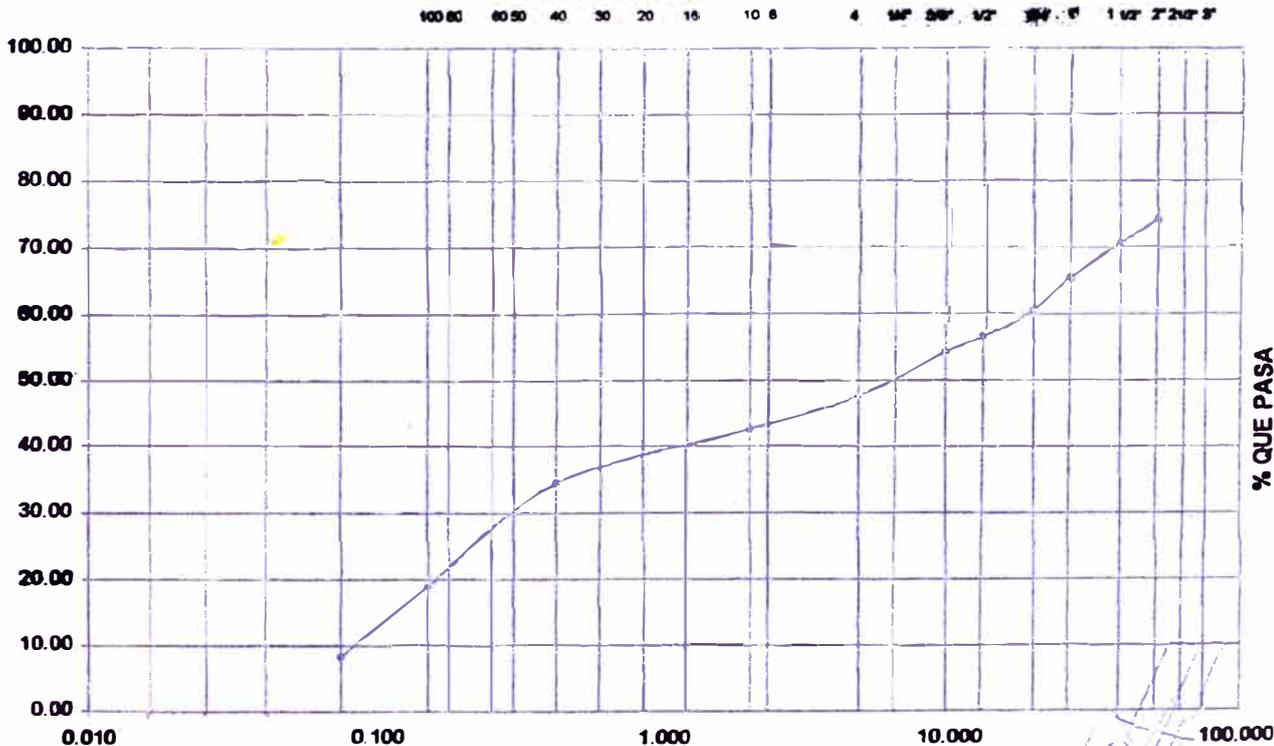
**GEO - SERV S.A.C.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO  
 CONCRETO Y ASFALTO - PAVIMENTOS  
 ALQUILER DE EQUIPOS Y VENTA DE INSUMOS

JR. 8 DE OCTUBRE N° 552 00270  
 PUEBLO LIBRE (ANTES JR. AMAZONAS)  
 ALT. CDRA. 13 Y 14 DE LA AV. SUCRE  
 Telefax: 460-4790 / 461-6342

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
CBRA:	CARRETERA PANAMERICANA NORTE	FECHA:	05-11-02
TRAMO:	TRUJILLO - CHICLAYO PAQUETE III	CALICATA:	
UBICACION:	TRUJILLO - CHICLAYO	PROGRESIVA:	Km. 758+450 L.D.
SOLICITADO POR:	BARRIGA - DALL'ORTO S.A.	MUESTRA:	M-2 Base

TAMIZ ASTM	ABERT. mm	PESO RETENIDO	RETENIDO %	RETENIDO ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACION		DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
						MINIMO	MAXIMO			
5"	75.000				100.00			Tamaño Máximo	2"	Fig.
2 1/2"	63.000	1730	18.56	18.56	81.44			Límite Líquido	20.25	%
2"	50.000	660	7.30	25.86	74.14			Límite Plástico	16.20	%
1 1/2"	38.100	335	3.59	29.45	70.55			Índice Plástico	1.98	%
1"	25.400	480	5.15	34.60	65.40			Clasificación	A-1-B	SP-20
3/4"	19.000	480	4.83	39.43	60.57			Índice de Grupos	(0)	
1/2"	12.700	380	4.08	43.50	56.50			Humedad Natural		
3/8"	9.525	210	2.25	45.75	54.24			Densidad Máxima		
1/4"	6.350		0.00	45.75	54.24			Densidad Optima		
# 4	4.750	620	6.65	52.41	47.59			Porcentaje Chispa y		
# 8	2.300		0.00	52.41	47.59			Alargamiento		
# 10	2.000	460	6.00	57.44	42.56			Coeficiente de Absorción		
# 16	1.180		0.00	57.44	42.56			Equivalente de Arena		
# 20	0.840		0.00	57.44	42.56					
# 30	0.600		0.00	57.44	42.56					
# 40	0.420	751	8.06	65.50	34.50					
# 50	0.297		0.00	65.50	34.50					
# 60	0.250		0.00	65.50	34.50					
# 80	0.177		0.00	65.50	34.50					
# 100	0.149	1446	15.51	81.01	18.99					
# 200	0.074	969	10.81	91.82	8.18					
< # 200		781	8.38	100.00	0.00					
PESO SECIAL		4436								
		9321								

CURVA GRANULOMÉTRICA

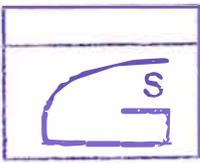


**Barriga - Dall'Orto S.A.**  
 Ingenieros Consultores

Ingeniero **Fernando Alva Manfredi**  
 USUARI DE PROFESOR

Solo Prentiva  
 2024





# GEO - SERV S.A.C.

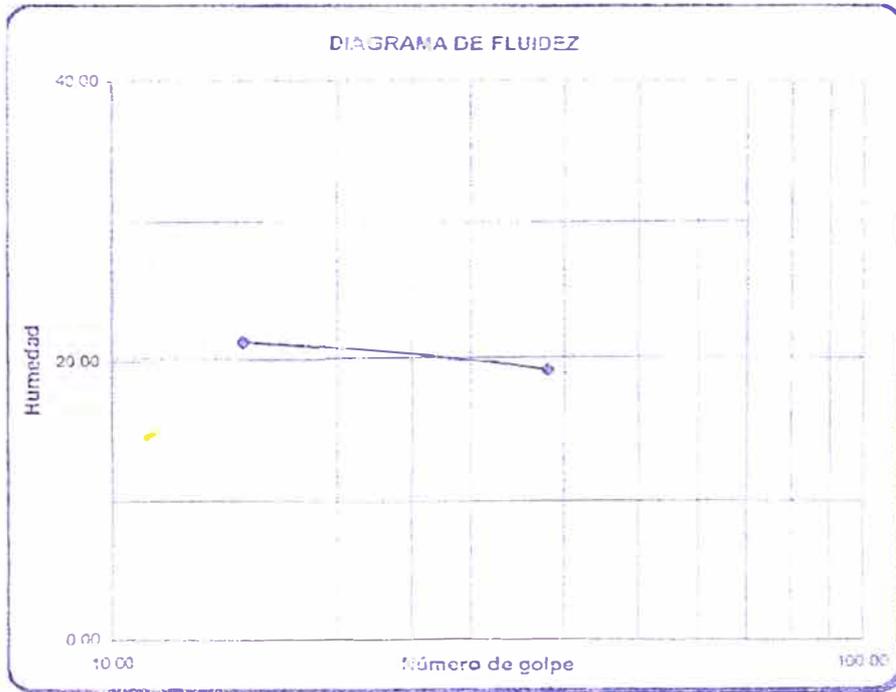
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO  
 CONCRETO Y ASFALTO - PAVIMENTOS  
 ALQUILER DE EQUIPOS Y VENTA DE INSUMOS

JR. 8 DE OCTUBRE No 552  
 PUEBLO LIBRE (ANTES JR. AMAZONAS)  
 ALT. CDRA. 13 Y 14 DE LA AV. SUCRE  
 Telefax: 460-4790 / 461-6342

OBRA :	CARRETERA PANAMERICANA NORTE	FECHA :	06-11-82
	TRAMO : TRUJILLO - CHICLAYO PAQUETE III		
UBICACIÓN :	TRUJILLO - CHICLAYO	PROVA :	Km. 780+480 L.D.
		CALICATA :	
SOLICITADO POR :	BARRIGA DALL'ORTO S.A.	MUESTRA :	M-2 Base

### LIMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO			
	15	38				
Nº de golpes						
Peso tara (g)	19.22	25.90	23.73	22.00	20.32	
Peso tara + suelo húmedo (g)	45.93	49.24	27.06	24.92	23.64	
Peso tara + suelo seco (g)	41.22	45.46	26.59	24.51	23.18	
Humedad %	21.41	19.33	16.43	16.33	16.08	
Límites			20.26		16.28	
Índice de Plasticidad	3.98					



Barriga - Dall'Orto S.A.  
 Ingenieros Consultores

Ing. Fernando A. J. Manfacci  
 REPRESENTANTE LEGAL

*[Handwritten signature]*

En Prentia  
 12.12

**ANEXO D:**

**ENSAYOS REALIZADOS A POLIMEROS.**

## **ANEXO D**

### **ENSAYOS:**

#### **Ensayo de Penetración**

Este ensayo se utiliza para la clasificación de los asfaltos. Este es un método antiguo y empírico que consiste en:

- Calentar un recipiente con cemento asfáltico hasta llevarlo a una temperatura de 25°C (77°F), en un baño de agua a temperatura controlada.
- Se apoya Ulan aguja normalizada, de 100 gr. Sobre la superficie del cemento asfáltico durante 5 segundos.
- La medida de penetración es la longitud que la aguja penetró en el cemento asfáltico (unidades de medida 0.1mm).

Existen casos excepcionales donde el ensayo de penetración se realiza para una temperatura distinta, con lo cual cambia el peso de la aguja y el tiempo de penetración.

#### **Ensayo de Punto de Ablandamiento**

Los asfaltos de diferentes tipos reblandecen a temperaturas diferentes. El punto de reblandecimiento se determina usualmente por el método de ensayo arbitrario de anillo y bola. Aunque este ensayo no se incluye en las especificaciones para los asfaltos de pavimentación, se emplea frecuentemente para caracterizar los materiales más duros empleados en otras aplicaciones e indica la temperatura en la cual los asfaltos se hacen fluidos.

El ensayo consiste en:

- Llenar de asfalto fundido un anillo de latón de dimensiones normalizadas.
- La muestra se suspende en un baño de agua. Y sobre el centro de la muestra se sitúa una bola de acero de dimensiones y pesos especificados.
- A continuación se calienta el baño a Una velocidad determinada
- Se anota la temperatura en la cual la bola de acero toca el fondo del vaso de cristal. Esta temperatura se denomina punto de ablandamiento del asfalto.

Los procedimientos y aparatos necesarios para la realización de este ensayo se describen con detalle en los métodos AASHO T53 y ASTM D36.

#### **Ensayo de Ductilidad**

La ductilidad se mide en un cemento asfáltico con un ensayo del tipo "de extensión".

El ensayo consiste en:

- Se moldean probetas de asfalto en condiciones y medidas normadas.
- Se la lleva a la temperatura del ensayo (generalmente 25° C)
- Se separa Una parte de la probeta de la otra a una velocidad de 5cm/min, hasta que se rompa el hilo de asfalto que une ambos extremos de la muestra.
- La ductilidad es la distancia en cm. a la cual se rompe dicho hilo.

### **Ensayo de Recuperación Elástica**

Este ensayo está basado en el ensayo de Ductibilidad. En éste se emplea la misma técnica para la preparación de las muestras y el mismo equipo para realizar el ensayo.

- La muestra es estirada a una velocidad de 5 cm/min, hasta una distancia de 20 cm.
- El hilo se corta al medio y al cabo de 30 min. Se mide la recuperación elástica.
- Se expresa la recuperación elástica como un porcentaje de la deformación aplicada.

El ensayo de acuerdo a las distintas especificaciones, puede realizarse a una temperatura de 7°C, 13°C y a 25°C.

Si la rotura del hilo se produce antes de los 20 cm, se tomará esta distancia para el cálculo de la recuperación elástica.

### **Punto de fractura de Fraass**

Es la medida de las propiedades de quiebre del asfalto a bajas temperaturas. En este ensayo, una lamina metálica es recubierta con una capa de 0,5 Mm. de espesor de asfalto y es movida de una cierta manera. La temperatura es gradualmente reducida, y el valor al cual se produce la rotura de la capa de asfalto se denomina Temperatura Fraass. El ensayo Fraass nos da una indicación del riesgo de craqueo del asfalto a bajas temperaturas. Pueden obtenerse variaciones del resultado de este ensayo dependiendo del origen del crudo de petróleo con que se obtuvo el asfalto.

### **ENSAYO TFOT**

O ensayo de película delgada en horno. Esto no es en realidad un ensayo , sino que es un procedimiento destinado a someter a una muestra de asfalto a condiciones e endurecimiento aproximadas a aquellas que ocurren durante las operaciones normales de Una planta de mezclado en caliente. Para medir la resistencia al endurecimiento del material bajo estas condiciones, se hacen al asfalto ensayos de penetración o de viscosidad antes y después del ensayo.

El ensayo consiste en:

- Colocar Una muestra de 50 ml de cemento asfáltico en un recipiente cilíndrico de fondo plano de 140 Mm. de diámetro interno y 10 Mm. de profundidad.
- El espesor de la capa de asfalto debe ser de 3 Mm. aproximadamente.
- El recipiente que contiene la muestra se coloca en un plato que gira alrededor de 5 o 6 revoluciones por minuto durante 5 h. Dentro de un horno mantenido a 163°C.
- Luego se vuelca el cemento asfáltico dentro e un recipiente normalizado para hacerle el ensayo de penetración y el de viscosidad.

## **ENSAYO RTFOT**

O ensayo de película delgada rodante en horno. Este ensayo es Una variante del ensayo TFOT, el propósito es el mismo, pero cambian los equipos y los procedimientos del ensayo.

El ensayo consiste en:

- Se vuelca cierta cantidad de cemento asfáltico en un recipiente.
- Se coloca el recipiente en un soporte que gira a cierta velocidad alrededor de un eje horizontal en un horno mantenido a Una temperatura de 163°C.

Al rotar el frasco, el cemento asfáltico es expuesto constantemente en películas nuevas. En cada rotación el orificio del frasco de la muestra pasa por un chorro de aire caliente que barre los vapores acumulados.

El tiempo requerido para alcanzar determinadas condiciones de endurecimiento en la muestra es menor que para el ensayo TFOT.

## **Ensayo PAV (Preassure Aging Vassel)**

Este ensayo se utiliza para determinar el envejecimiento a largo plazo en asfaltos.

El ensayo consiste en:

- Someter al residuo proveniente del RTFOT a un calentamiento adicional de 100°C durante 20 horas.
- Este se realiza en un recipiente a 2,1 MPa

## **ENSAYO STOA (Short Term Oven Aging)**

Este ensayo se utiliza para determinar el envejecimiento a corto plazo de mezclas asfálticas. Este ensayo ha sido adoptado por el SHRP (Strategic Highway Research Program).

Este ensayo consiste en someter a Ulan muestra recién preparada y en estado suelto a un calentamiento en estufa con circulación forzada de aire mantenida a 135°C, durante 4 horas.

### **ENSAYO LTOA (Long Term Oven Aging)**

Este ensayo se utiliza para determinar el envejecimiento a largo plazo en mezclas asfálticas.

El mismo consiste en moldear, con la mezcla previamente envejecida durante 4 horas a 135°C. Probetas con el compactador giratorio y posteriormente someter a la misma a un calentamiento en estufa con circulación forzada con aire durante 5 días a 85°C.

**ANEXO E:**

**ESTUDIO DE TEXAS.**

# **Determinación de la energía de activación de flujo en ligantes asfálticos**

**Delmar Salomón Coe, PhD**

*IAS Technical, Quality, and Purchasing Manager*

**Huachun Zhai Cui, PhD**

*IAS Laboratory Manager*

## **RESUMEN**

La dependencia térmica de la viscosidad de ligantes asfálticos con temperaturas entre los 80°C y 200°C, modificados y sin modificación, se determinó utilizando la viscosimetría rotacional. Por medio de la ecuación de Arrhenius se determinó la energía de activación de flujo para ligantes asfálticos. La energía de activación de flujo para los distintos ligantes asfálticos oscila de 44 kJ/mol a 90 kJ/mol. Diferentes tipos y concentraciones de polímeros fueron seleccionados para estudiar su efecto sobre la energía de activación de flujo. Se discuten los efectos de temperatura y de envejecimiento sobre los ligantes. Los resultados indican que la energía de activación de flujo se puede utilizar para diferenciar los distintos ligantes asfálticos y ordenar su susceptibilidad térmica de manera cuantitativa. Esto sugiere que se puede utilizar la correlación por rango como elemento de predicción del esfuerzo relativo de compactación para los ligantes asfálticos ensayados. Además, se utilizaron los resultados de viscosidad en la relación empírica de Vogel-Fulcher para correlacionar el contenido de asfaltenos.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El flujo de viscosidad en cualquier líquido puede considerarse como un proceso térmico en el cual las moléculas tienen que sobrepasar una barrera de energía para desplazarse a un sitio adyacente. Al incrementarse la temperatura, también se incrementa la energía térmica de las moléculas, así como los sitios vacantes o "huecos" en el líquido. En 1936, Henry Eyring, describió este modelo de la barrera de energía de activación de flujo (Eyring, 1936). Cuando

fluye un líquido, son las capas de moléculas líquidas que resbalan una sobre de otra para sobreponerse a las fuerzas intermoleculares que causan resistencia al flujo. Fue bajo este modelo que Eyring afirmó que es posible modelar la relación entre viscosidad y temperatura utilizando la ecuación de Arrhenius:

$$\eta = Ae^{\frac{E_f}{RT}} \quad (1)$$

donde  $\eta$  es la viscosidad del material, T es la temperatura en grados Kelvin, A es el factor preexponencial,  $E_f$  es la energía de activación de flujo, y R es la constante universal de gas [8.314 J.mol<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>] (Ward y Hadley, 1993; Painter y Coleman, 1997). Es de mayor utilidad expresar la ecuación (1) de la siguiente manera:

$$\ln \eta = E_f / RT + \ln A \quad (2)$$

Graficando  $\ln \eta$  en relación con  $1/T$ , rinde los valores de la pendiente de  $E_f/R$ . El concepto de energía de activación fue aplicado recientemente al estudio de ligantes asfálticos y mezclas asfálticas (Maze, 1996; Partl y Francken, 1998; Pellinen, Witczak y Bonaquist, 2002). Maze midió la energía de activación en ligantes modificados con EVA y sin modificación con viscosimetría rotacional. La energía de activación promedio obtenido para el ligante modificado con EVA fue de 67 kJ/mol (Maze 1996). La energía de activación medida por Pellinen et al. de mezclas sin modificación fue de 205 kJ/mol y la de mezclas modificadas fue de 202 kJ/mol (Pellinen, Witczak y Bonaquist, 2002).

En este estudio, se utilizó la viscosimetría rotacional para determinar la energía de activación de flujo de ligantes asfálticos modificados y sin modificación, provenientes de diferentes crudos. Se uso un asfalto base para modificar con diferentes polímeros y concentraciones. La dependencia de la viscosidad en función de la temperatura se utilizo para obtener la energía de activación de flujo de la ecuación de Arrhenius. La energía de activación de flujo determinada de esta manera se uso para catalogar la susceptibilidad de los ligantes a la temperatura. Esta ordenación de los ligantes asfálticos usando la energía de activación de flujo se puede emplear para catalogar el esfuerzo y energía de compactación de mezclas (asfaltos y áridos).

## **2. DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **2.1 Materiales**

Se estudiaron ligantes modificados y sin modificación: tres grados de penetración (0-pen, 85-100 y 300-400), seis diferentes grados de PG (PG 52-40, PG 58-28, PG 64-28, PG 70-28, PG 76-28), además de cinco polímeros distintos de SBS (SBS Radial, SBS Lineal, SBS Diblock, SBS-1 [20% Estireno], SBS-2 [30% Estireno], 1 al 5) y también se incluyó un polímero EMA en los ensayos. Además, se estudiaron dos ligantes asfálticos modificados con aire (PG 70-28 AB y PG 58-28 AB) y dos ligantes químicamente modificados.

### **2.2 Mediciones reológicas**

La viscosimetría de los ligantes asfálticos seleccionados se determinó utilizando un viscosímetro rotacional programable Brookfield DV-III+. Se usaron tres diferentes husillos: SC4-18, SC4-21 y SC4-27. Las mediciones se hicieron a 110°C, 135°C y 160°C en todos los materiales con la excepción del 0-pen y ligantes de alto contenido polimérico (>6%) para los cuales las mediciones se hicieron a 135°C, 160°C y 185°C. La susceptibilidad al cizallamiento de los ligantes se midió en velocidades de cizallado de 0.5, 1, 2, 5, 10, 20 y 50 RMP. Se generaron diez mediciones en intervalos de 1-minuto para cada taza de corte. Se tomó el promedio de los últimos tres minutos de lecturas y se utilizaron en el análisis.

## **3. DISCUSIÓN**

### **3.1 Resultados experimentales**

#### *3.1.1 Dependencia a la tasa de corte*

La figura 1 muestra la dependencia de la viscosidad con relación a la tasa de corte en el asfalto modificado PG58-34. En el rango de temperatura bajo el cual se estudiaron los ligantes de asfaltos modificados, estos tienen un comportamiento no newtoniano. La dependencia a la tasa de corte es típica para todos los ligantes modificados que se estudiaron. A una alta tasa de corte, la viscosidad alcanza una meseta. Las mesetas de viscosidad (región newtoniana)

que se utilizaron en este análisis de datos se midieron a las más altas tasas de corte para minimizar los efectos del cizallamiento en cada temperatura.

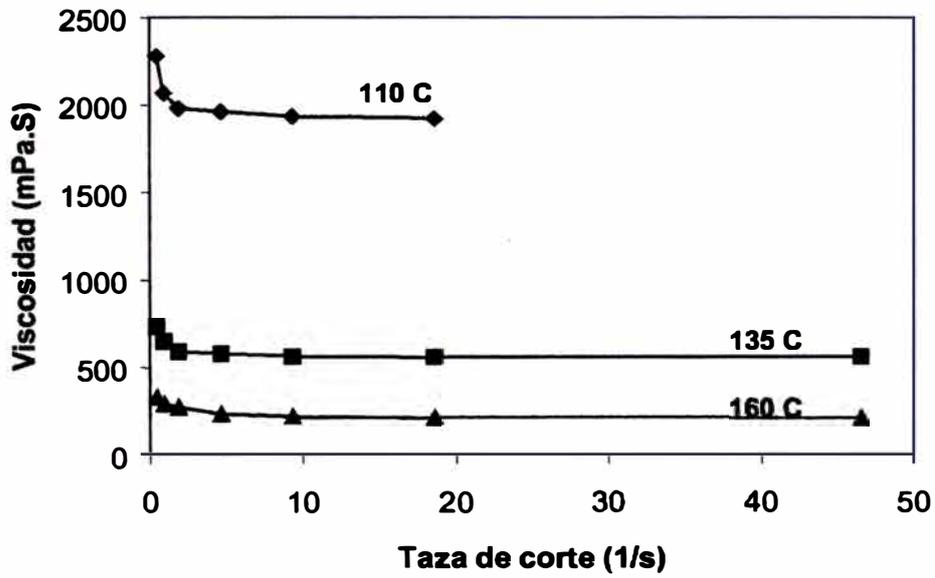


Figura 1. Viscosidad con relación a la tasa de corte del PG 58-34

### 3.1.2 Energía de activación de flujo

La figura 2 es un ejemplo típico de las gráficas Arrhenius obtenidas de los ligantes asfálticos ensayados.

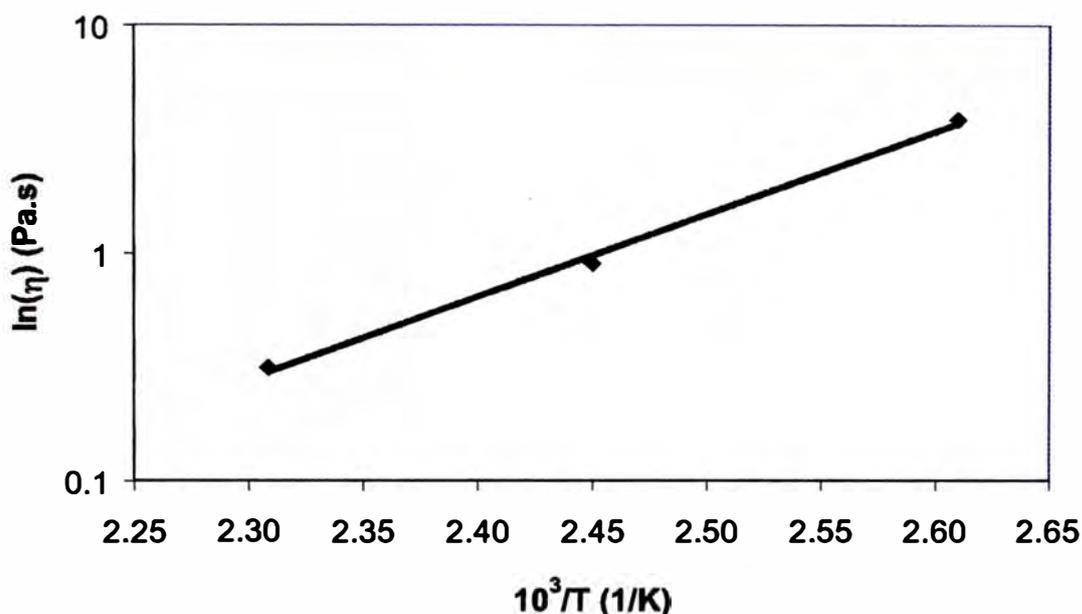


Figura 2. Gráfica de Arrhenius de ligante asfáltico

La energía de activación de flujo,  $E_f$ , se obtuvo multiplicando la pendiente de la recta por la constante de gas,  $R$ , como se discutió anteriormente en la ecuación (2).

## 3.2 Factores que afectan la energía de activación de flujo

### 3.2.1 Tipo de asfalto

La figura 3 muestra los efectos obtenidos de los diferentes crudos en referencia a la energía de activación de flujo. Aún cuando tres de los ligantes asfálticos tienen el mismo grado PG, cada ligante tiene su energía de activación de flujo que muestran diferencias significativas. El asfalto modificado con aire cuenta con la más alta energía de activación. Esto indica que la composición química de los ligantes asfálticos, así como el contenido de asfaltenos puede tener influencia sobre la energía de activación. Los resultados de viscosidad de estos ligantes

asfálticos a 135°C y 20 RPM se muestran en la figura 3. Los cambios de viscosidad son pequeños con relación a sus respectivas energías de activación de flujo.

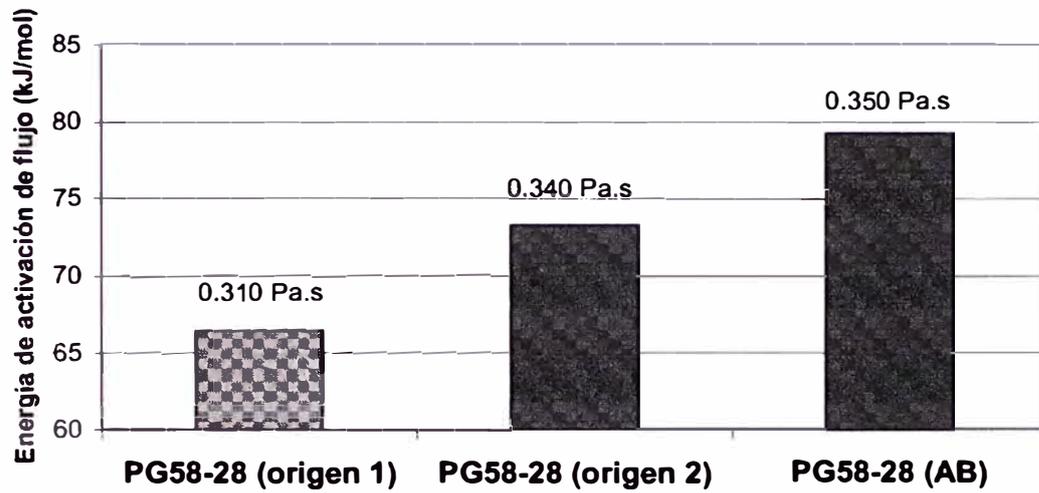
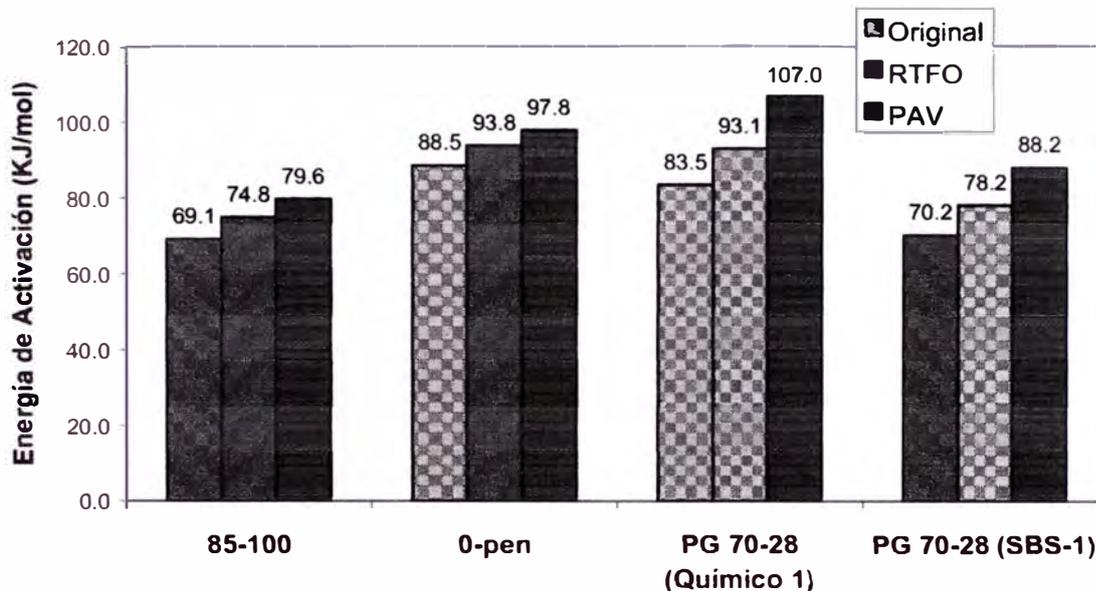


Figura 3. Efecto del tipo de asfalto sobre la energía de activación de flujo

### 3.2.2 Envejecimiento

La figura 4 muestra los efectos del envejecimiento sobre la energía de activación de flujo.



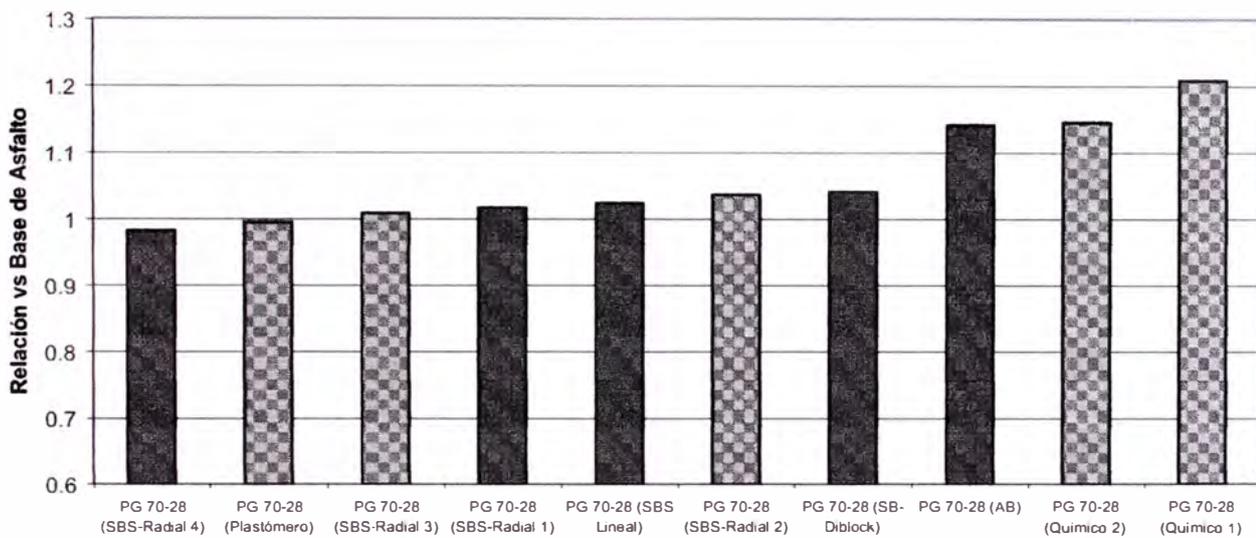
**Figura 4. Efecto del envejecimiento sobre la energía de activación de flujo**

Los ligantes asfálticos envejecidos muestran una energía de activación más alta. Después del envejecimiento PAV, la energía de activación es por lo menos de 10 kJ/mol, mayor que la del ligante original. La oxidación incrementa la cantidad de moléculas polares en el ligante asfáltico. La concentración elevada de moléculas polares incrementa las fuerzas intermoleculares que conducen a interacciones más fuertes. Estas interacciones dentro del ligante asfáltico resultan en una mayor resistencia al flujo y por consecuencia a una mayor barrera de energía de activación de flujo. El ligante 0-pen, con un contenido de asfaltenos del 25%, muestra la energía de activación más elevada. Claramente, la energía de activación de flujo de este ligante puede atribuirse directamente a una mayor concentración de fracciones polares de asfaltenos.

### 3.2.3 Tipo de polímero

La figura 5 muestra los efectos de distintos polímeros sobre la energía de activación de flujo. Las modificaciones se llevaron a cabo usando la misma cantidad de base asfáltica y

polímero. Todos los ligantes de asfaltos modificados son del mismo grado PG : PG 70-28. Se incluyó un asfalto modificado con aire del mismo grado PG para comparar el efecto de las distintas modificaciones. Como se discutió anteriormente, la energía de activación más elevada del asfalto modificado con aire es el resultado de una interacción intermolecular más fuerte entre moléculas polares.



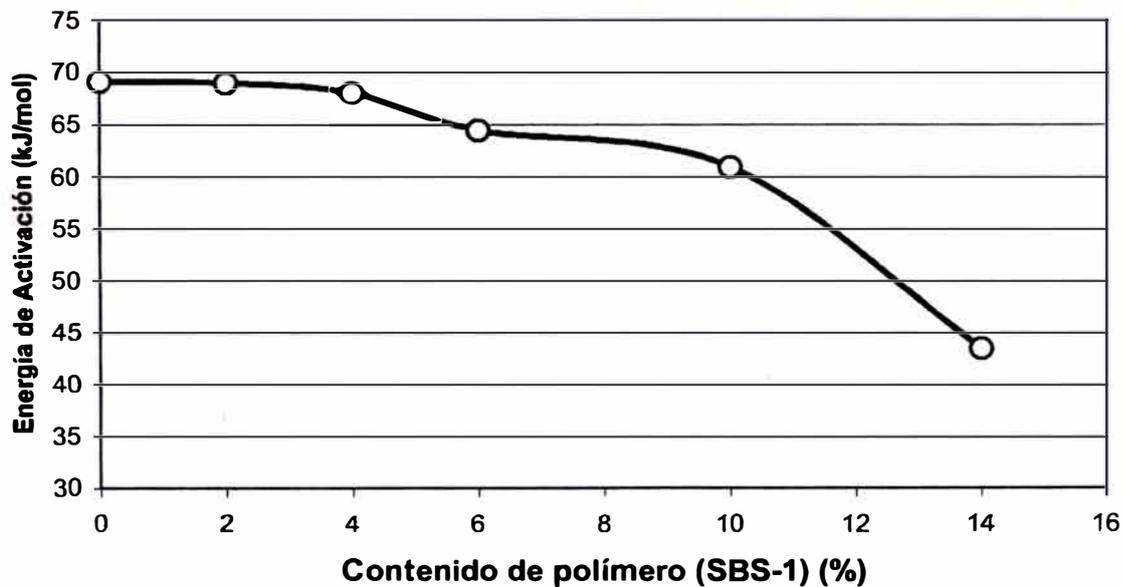
**Figura 5. Efectos de varios tipos de polimeros sobre la energía de activación**

Como se puede ver en la Figura 5, los diferentes modificadores de polimeros tienen diferentes energías de activación de flujo. Esto indica que el tipo de polímero tiene influencia sobre la energía de activación de flujo. Los asfaltos modificados químicamente y los modificados con aire registraron energías de activación de flujo más elevadas. La interpretación es que las distintas modificaciones de bases asfálticas arrojan resultados con diferentes energías de activación de flujo.

### 3.2.4. Influencia del contenido de polímero

La figura 6 muestra el efecto del contenido de polímero sobre la energía de activación de flujo. Cuando el contenido de polímero es menor al 4%, la energía de activación de flujo permanece fija a 10 kJ/mol. Cuando el contenido del polímero es mayor al 4%, la energía de activación de flujo disminuye significativamente; del 4% al 14% la energía de activación cambia

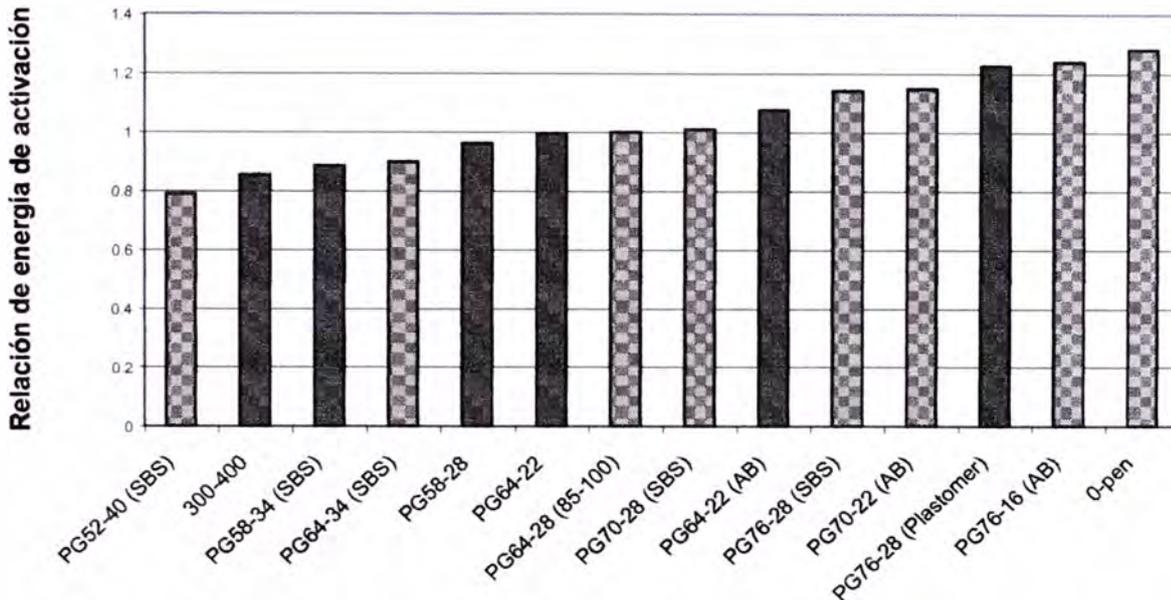
de 68 kJ/mol a solamente 44 kJ/mol. Cuando el contenido de polímero esta por encima del valor crítico, la energía de activación de flujo del asfalto tiene mayor dependencia al contenido de polímero. Puede haber una concentración crítica de polímero que cambia la naturaleza de la interacción entre los componentes de los asfaltos y polímeros. En comparación con el polímero EVA, el polímero SBS muestra una disminución mucho mayor en la energía de activación a la que se reportó anteriormente (Maze 1996). Esto es indicativo de que tanto el contenido como el tipo de polímero influencia la interacción entre el ligante asfáltico y los aditivos poliméricos. Se requiere de mayores estudios para comprender el impacto del contenido de polímero sobre la energía de activación de flujo.



**Figura 6. Efecto del contenido de polímero sobre la energía de activación de flujo**

#### 4. Evaluación de energías de activación

La figura 7 representa el resumen de las energías de activación de flujo para los diferentes grados de ligantes asfálticos en relación con asfalto base PG 64-28.



**Figura 7. Energía de activación de flujo de diferentes ligantes asfálticos**

Se obtienen diferentes energías de activación de flujo para los distintos ligantes asfálticos. El rango de valores es de 55 kJ/mol hasta 90 kJ/mol. Las energías de activación de flujo de los diferentes ligantes asfálticos pueden ser significativamente distintas aún para los mismos grados de PG. Los asfaltos modificados con aire tienen energías de activación superiores a los ligantes de asfalto del mismo grado. Esto se atribuye al hecho de que los ligantes asfálticos originales se derivan de diferentes crudos y por lo tanto tienen diferente susceptibilidad a la oxidación.

La orden de las energías de activación de flujo indican la susceptibilidad relativa a la temperatura de los diferentes ligantes. Una energía de activación baja indica que el ligante asfáltico tiene menor sensibilidad, mientras que una energía de activación más elevada muestra mayor sensibilidad a la temperatura. Esfuerzos de compactación diferentes, tales como los de rango de temperatura de compactación, presión de compactación (fuerza de corte) y patrón de

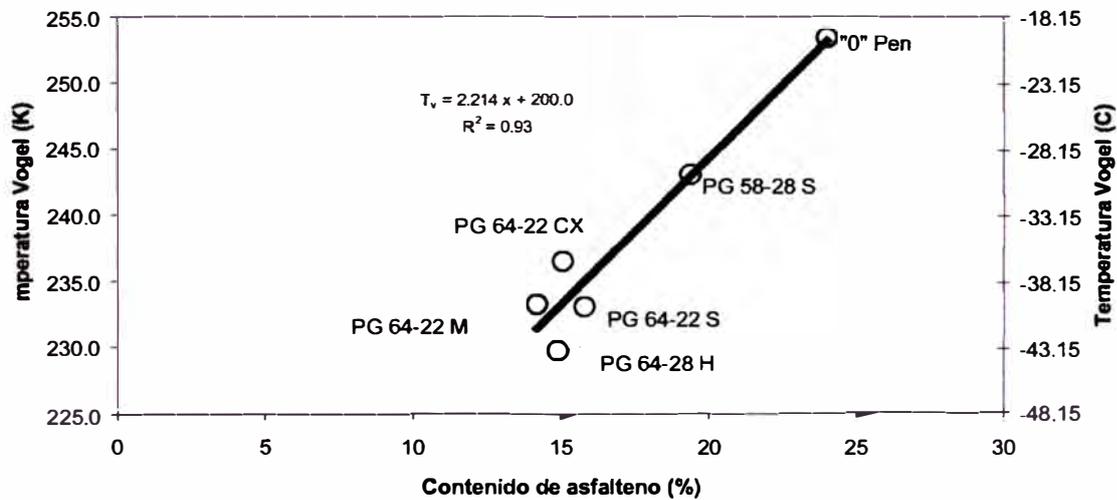
rodadura, pueden ser necesarios para lograr un desempeño óptimo y requieren densidad de mezcla. Son necesarias las pruebas de mezclas utilizando el compactador giratorio para seguir evaluando las influencias de la energía de activación de flujo sobre los esfuerzos de compactación de las mezclas.

## 5. Temperatura Vogel-Fulcher con relación a ligantes y su contenido de asfalteno

En el estudio del comportamiento de materiales se utiliza una relación donde la viscosidad  $\eta$  puede describirse empleando la expresión empírica de Vogel-Fulcher-Tammann (VFT) (Vogel 1921, Fulcher 1923 and Tammann 1926).

$$\eta = Ae^{\frac{B}{T-T_{\infty}}} \quad \text{o en forma logarítmica} \quad \ln \eta = \ln A + \frac{B}{T-T_{\infty}} \quad (3)$$

donde  $B$  y  $T_{\infty}$  son parámetros de ajuste. Cuando  $T_{\infty} = 0$  K la expresión de Vogel-Fulcher-Tammann es equivalente a la ecuación de Arrhenius. En general,  $T_{\infty} < T_g$ , donde  $T_{\infty}$  es la temperatura del material cuando tiene comportamiento puramente elástico. Utilizando los datos de viscosidad de los ligantes asfálticos de la ecuación 3 y ajustando los parámetros obtenemos las temperaturas de VFT. La gráfica 8 muestra la relación entre el porcentaje de asfalteno y la temperatura de Vogel en asfaltos sin modificación. Este hallazgo preliminar sugiere lo que ya se conoce intuitivamente, que mientras menos asfaltenos tenga el asfalto menor es la temperatura VFT y por extensión su  $T_g$ .



**Figura 8. Temperatura Vogel y contenido de asfaltenos**

## 6. CONCLUSIONES

1. Diferentes fuentes de asfaltos y tipos de polímeros dan por resultado diferentes energías de activación de flujo. Esto puede estar relacionado a las diferentes composiciones de los ligantes asfálticos y a las diferentes interacciones entre los componentes de polímeros y asfaltos.
2. El envejecimiento incrementa la energía de activación de flujo. La oxidación incrementa el número de moléculas polares en los ligantes asfálticos, resultando en un incremento de las fuerzas intermoleculares. Esto explica las energías de activación más altas de los ligantes asfálticos modificados con aire que se estudiaron.
3. Cuando el contenido polimérico rebasa la concentración de polímero crítica, la energía de activación de flujo disminuye. La concentración crítica de polímero es diferente para los distintos tipos de modificadores. Esto puede ser por causa de la variación de interacciones entre las moléculas de los polímeros y los componentes de los asfaltos.

**RESUMEN DE METRADOS.**

OBRA : MANTENIMIENTO PERIODICO DE LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE

SECTOR : EL MILAGRO (580+000) - CHICLAYO (776+000)

SUPERVISION : MOTLIMA CONSULTORES S.A.

CONTRATISTA : J.J.C. CONTRATISTAS GENERALES S.A.

### **3.6 Resumen de Metrados (Metrado de Fisuras por Km.)**

INICIO Km.	FIN Km.	FISURAS TRATADAS Y REFLEJADAS	FISURAS NO TRATADAS		TOTAL (ml)
			≤ 13mm	> 13 mm	
580+000	581+000	1.443,20	319,28	6,52	1.769,00
581+000	582+000	1.816,40	17,79	0,36	1.834,55
582+000	583+000	1.295,40	157,19	3,21	1.455,80
583+000	584+000	1.462,20	0,00	0,00	1.462,20
584+000	585+000	767,88	0,00	0,00	767,88
585+000	586+000	523,90	0,00	0,00	523,90
586+000	587+000	105,65	0,00	0,00	105,65
587+000	588+000	73,75	0,00	0,00	73,75
588+000	589+000	195,55	0,00	0,00	195,55
589+000	590+000	640,00	0,00	0,00	640,00
590+000	591+000	503,30	0,00	0,00	503,30
591+000	592+000	0,00	21,85	0,45	22,30
592+000	593+000	0,00	18,37	0,38	18,75
593+000	594+000	0,00	56,66	1,19	57,85
594+000	595+000	906,41	1,35	0,00	907,76
595+000	596+000	589,75	0,00	0,00	589,75
596+000	597+000	1.823,05	0,00	0,00	1.823,05
597+000	598+000	357,75	0,00	0,00	357,75
598+000	599+000	264,90	332,85	6,80	604,55
599+000	600+000	0,00	218,59	4,46	223,05
600+000	601+000	0,00	372,89	7,61	380,50
601+000	602+000	0,00	117,50	2,40	119,90
602+000	603+000	0,00	99,27	2,03	101,30
603+000	604+000	15,45	186,15	3,80	205,40
604+000	605+000	0,00	370,83	7,57	378,40
605+000	606+000	0,00	615,15	12,55	627,70
606+000	607+000	0,00	1.661,83	33,92	1.695,75
607+000	608+000	337,10	627,84	12,81	977,75
608+000	609+000	0,00	385,68	7,87	393,55
609+000	610+000	0,00	768,27	15,68	783,95
610+000	611+000	0,00	309,09	6,31	315,40
611+000	612+000	0,00	117,01	2,39	119,40
612+000	613+000	0,00	653,51	13,34	666,85
613+000	614+000	0,00	87,76	1,79	89,55
614+000	615+000	0,00	17,25	0,35	17,60
615+000	616+000	0,00	14,85	0,30	15,15
616+000	617+000	0,00	40,67	0,83	41,50
617+000	618+000	0,00	4,20	0,00	4,20
618+000	619+000	0,00	64,45	1,40	65,85
619+000	620+000	0,00	97,61	1,99	99,60
620+000	621+000	0,00	2,55	0,00	2,55
621+000	622+000	0,00	42,78	0,92	43,70
622+000	623+000	0,00	7,50	0,00	7,50
623+000	624+000	0,00	12,94	0,51	13,45
624+000	625+000	0,00	4,70	0,00	4,70
625+000	626+000	0,00	3,30	0,00	3,30
626+000	627+000	0,00	23,01	0,54	23,55
627+000	628+000	0,00	19,80	0,40	20,20
628+000	629+000	0,00	24,11	0,49	24,60
629+000	630+000	0,00	34,45	0,70	35,15

OBRA : MANTENIMIENTO PERIODICO DE LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE

SECTOR : EL MILAGRO (580+000) - CHICLAYO (776+000)

SUPERVISION : MOTLIMA CONSULTORES S.A.

CONTRATISTA : J.J.C. CONTRATISTAS GENERALES S.A.

### **3.6 Resumen de Metrados (Metrado de Fisuras por Km.)**

INICIO Km.	FIN Km.	FISURAS TRATADAS Y REFLEJADAS	FISURAS NO TRATADAS		TOTAL (ml)
			≤ 13mm	> 13 mm	
630+000	631+000	0,00	76,49	1,56	78,05
631+000	632+000	0,00	99,32	2,03	101,35
632+000	633+000	0,00	144,45	2,95	147,40
633+000	634+000	0,00	38,37	0,78	39,15
634+000	635+000	0,00	51,79	1,06	52,85
635+000	636+000	0,00	53,65	1,10	54,75
636+000	637+000	0,00	56,74	1,16	57,90
637+000	638+000	0,00	34,79	0,71	35,50
638+000	639+000	0,00	44,44	0,91	45,35
639+000	640+000	0,00	30,72	0,63	31,35
640+000	641+000	0,00	0,00	0,00	0,00
641+000	642+000	0,00	17,53	0,42	17,95
642+000	643+000	0,00	3,35	0,00	3,35
643+000	644+000	0,00	353,00	7,20	360,20
644+000	645+000	242,60	423,16	8,64	674,40
645+000	646+000	548,20	0,00	0,00	548,20
646+000	647+000	1.120,55	0,00	0,00	1.120,55
647+000	648+000	390,95	8,18	0,17	399,30
648+000	649+000	1.255,95	0,00	0,00	1.255,95
649+000	650+000	231,40	469,32	9,58	710,30
650+000	651+000	0,00	58,16	1,19	59,35
651+000	652+000	0,00	33,81	0,69	34,50
652+000	653+000	0,00	18,91	0,39	19,30
653+000	654+000	0,00	20,68	0,42	21,10
654+000	655+000	0,00	11,95	0,30	12,25
655+000	656+000	0,00	2,50	0,00	2,50
656+000	657+000	0,00	6,25	0,00	6,25
657+000	658+000	0,00	50,34	1,16	51,50
658+000	659+000	0,00	34,74	0,71	35,45
659+000	660+000	0,00	127,45	2,60	130,05
660+000	661+000	0,00	120,54	2,46	123,00
661+000	662+000	0,00	61,79	1,26	63,05
662+000	663+000	0,00	12,14	0,66	12,80
663+000	664+000	0,00	10,05	0,00	10,05
664+000	665+000	0,00	9,75	0,00	9,75
665+000	666+000	0,00	5,40	0,00	5,40
666+000	667+000	0,00	21,39	0,66	22,05
667+000	668+000	92,00	5,30	0,00	97,30
668+000	669+000	401,25	122,50	2,50	526,25
669+000	670+000	0,00	153,96	3,14	157,10
670+000	671+000	0,00	71,78	1,47	73,25
671+000	672+000	0,00	101,92	2,08	104,00
672+000	673+000	0,00	57,62	1,18	58,80
673+000	674+000	0,00	48,61	0,99	49,60
674+000	675+000	0,00	58,21	1,19	59,40
675+000	676+000	0,00	95,84	1,96	97,80
676+000	677+000	0,00	23,23	0,47	23,70
677+000	678+000	0,00	70,90	1,45	72,35
678+000	679+000	0,00	195,36	3,99	199,35
679+000	680+000	0,00	137,93	2,82	140,75
<b>TOTALES</b>	<b>(ml)</b>	<b>17.404,54</b>	<b>11.585,19</b>	<b>236,51</b>	<b>29.226,24</b>

**METRADO TOTAL DE FISURAS A CONSIDERAR EN EL PRESUPUESTO ADICIONAL N° 01**

DESCRIPCION	UND.	METRADO	%	TRATAMIENTO A EFECTUAR
<u>Longitud Total de Fisuras km. 580 - km. 680</u>				
Longitud de Fisuras No Tratadas, <= 13mm (Tipo Banda)	ml	11.585,19	39,64%	Sellado Elastomerico tipo Banda
Longitud de Fisuras No Tratadas, > 13 mm (Ruteadas)	ml	236,51	0,81%	Sellado Elastomerico profundo con Router
Longitud de Fisuras Tratadas y Reflejadas por Provias	ml	17.404,54	59,55%	Sellado Elastomerico profundo con Router
<b>TOTAL</b>		<b>29.226,24</b>	<b>100,00%</b>	

**PARTIDAS A CONSIDERAR EN EL PRESUPUESTO ADICIONAL N° 01**

**2.112 a Tratamiento de Fisuras Tipo Banda**

- Longitud de Fisuras no Tratadas, <= 13 mm ml 11.585,19

**2.113 a Tratamiento de Fisuras con Ruteo**

- Longitud de Fisuras No Tratadas, > 13 mm ml 236,51

- Longitud de Fisuras Tratadas y Reflejadas por Provias ml 17.404,54

Total ( ml) 17.641,05

**RESUMEN :**

DESCRIPCION	UND	METRADO
<b>2.112 a Tratamiento de Fisuras Tipo Banda</b>	<b>ml</b>	<b>11.585,19</b>
<b>2.113 a Tratamiento de Fisuras con Ruteo</b>	<b>ml</b>	<b>17.641,05</b>