

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



**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA CAÑETE -  
YAUYOS – CHUPACA CON VIGA BENKELMAN  
MÉTODO EMPÍRICO  
TRAMO KM.89+000 - KM. 94+000**

**PLAN DE INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**MIGUEL ENRIQUE PALOMINO CRUZADO**

**Lima- Perú**

**2009**

## INDICE

<b>INDICE</b>	1
<b>RESUMEN</b>	3
<b>LISTA DE CUADROS</b>	4
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	5
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	7
<b>INTRODUCCIÓN</b>	9
<b>CAPITULO I.- GENERALIDADES</b>	11
<b>1.1 ANTECEDENTES</b>	11
<b>1.2 UBICACIÓN</b>	13
<b>1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETERA</b>	16
1.3.1 <i>DESCRIPCIÓN DE LA CARRETERA</i>	16
1.3.2 <i>CLIMA</i>	17
1.3.7 <i>FAUNA</i>	22
1.3.8 <i>DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES DE FUNDACIÓN</i>	22
<b>1.4 ESTADO ACTUAL DE LA VIA</b>	25
1.4.1 <i>LONGITUD DE LA VIA</i>	25
1.4.2 <i>TRABAJOS EJECUTADOS</i>	26
<b>1.5 DESCRIPCIÓN DE TRAMO EVALUADO KM. 89+000 – KM. 94+000</b>	26
<b>CAPITULO II.- ESTADO DEL ARTE</b>	31
<b>2.1 ESTADO DEL ARTE</b>	31
<b>CAPITULO III: MARCO TEORICO</b>	33
<b>3.1 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA VIGA BENKELMAN</b>	33
<b>3.2 DEFLECTOMETRIA MÉTODO EMPÍRICO CONREVAL</b>	35
3.2.1 <i>MEDICIÓN DE DEFLEXIONES BENKELMAN</i>	35
3.2.3 <i>DETERMINACIÓN DEL RADIO DE CURVATURA</i>	38
3.2.3 <i>CORRECCIÓN POR TEMPERATURA</i>	39
3.2.4 <i>CORRECCIÓN POR ESTACIONALIDAD</i>	40
<b>3.3 ANÁLISIS DE CAPACIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO</b>	40
3.3.1 <i>DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA</i>	40
3.3.2 <i>DEFLEXIÓN ADMISIBLE Y VIDA REMANENTE</i>	41
<b>3.4 JUICIO DE LA CAPACIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO</b>	41
<b>3.5 FACTORES DE EQUIVALENCIA (FE)</b>	42
<b>3.6 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES STANDARD DE 8.2 TON</b>	43

<b>CAPITULO IV: APLICACIÓN AL TRAMO KM 89+000 – KM 94+000</b>	44
<b>4.1 RECOPIACIÓN DE DATOS DE CAMPO</b>	44
<b>4.2 PROCESAMIENTO DE DATOS</b>	45
<b>4.3 TRÁFICO VEHICULAR</b>	47
<b>4.4 FACTORES DE EQUIVALENCIA (FE)</b>	47
<b>4.6 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	51
<b>CAPITULO V: ANALISIS DE RESULTADOS</b>	52
<b>5.1 GRAFICO DE DEFLECTOGRAMA</b>	52
<b>5.2 SECTORIZACIÓN</b>	53
<b>5.3 ITERACIÓN CON OTROS TRAMOS</b>	55
<b>CONCLUSIONES</b>	59
<b>RECOMENDACIONES</b>	60
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	61
<b>ANEXOS</b>	62

## RESUMEN

En el presente informe tiene la finalidad de evaluar estructuralmente el pavimento existente de la carretera Cañete - Yauyos – Chupaca con Viga Benkelman en el tramos km. 89+000 - km.94+000, los datos se procesaran mediante el método empírico, para lo cual se procederá a sectorizar en sub tramos para realizar mejor un análisis de juicio y finalmente plantear una solución acorde o recomendación a seguir. El presente ensayo tiene la ventaja que es un método no destructivo del pavimento existente a ser evaluado, es mas económico y la obtención de resultados es mas rápido de obtener frente a los ensayos tradicionales destructivos como calicatas que alteran el pavimento, que son más costoso y el tiempo para obtener los resultados es mayor. Es un método que se encuentra vigente en la actualidad y es solicitado en los términos de referencia de contratos por el MTC dentro de sus especificaciones técnicas de Control de Calidad del proceso constructivo y recepción de sus obras terminadas. Esperamos resultados de deflexiones variables debido al tipo de tratamiento superficial empleado y también a la presencia de factores inesperados de tráfico que es el factor más relevante en la presente evaluación así también los factores climáticos, geológico – geomorfológico, problemas de estabilidad de taludes, la falta de un buen sistema de drenaje y un mal proceso constructivo.



## LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1.01 Ubicación de la Carretera (Fuente propia)	12
Cuadro N° 1.02 Ubicación del proyecto	13
Cuadro N° 1.03 Zonas de vida a lo largo de la carretera	19
Cuadro N° 1.04 Valores de CBR por tramos	24
Cuadro N° 1.05 Comparación de distancias por tramos	24
Cuadro N° 1.06 Ubicación de calicatas para el tramo de estudio	27
Cuadro N° 3.01: Formato de medición de deflexiones	33
Cuadro N° 3.02: Factores de corrección por estacionalidad	39
Cuadro 3.03: Cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE)	41
Cuadro 4.01: Datos de recopilados en campo	43
Cuadro 4.02: Procesamiento de datos	45
Cuadro 4.03: Tráfico Vehicular actual	47
Cuadro 4.04: Determinación de los factores de equivalencia de carga	48
Cuadro 4.05: Cálculo de número de ejes equivalentes y la deformación admisible del tramo: Zuñiga 56+600 - P. Nuevo 66+580	48
Cuadro 4.06: Cálculo de número de ejes equivalentes y la deformación admisible del tramo: P. Nuevo 66+580 - Capillucas 94+640	49
Cuadro 4.07: Cálculo de número de ejes equivalentes y la deformación admisible del tramo: Capillucas 94+640 - Dv. Yauyos 127+000	49

## LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1.01: Trabajos durante la Ley de Conscripción Vial	11
Figura N° 1.02: Área de influencia indirecta	13
Figura N° 1.03: Área de influencia directa	14
Figura N° 1.04: Plano clave de la carretera Cañete-Yauyos-Chupaca	15
Figura N° 1.05: Trabajos ejecutados a julio del 2009	26
Figura N° 1.06: Ubicación del tramo de estudio	26
Figura N° 1.07: Vista panorámica del tramo de estudio	27
Figura N° 1.08: Mapa ecológico del tramo de estudio	28
Figura N° 1.09: Perfil Estratigráfico del tramo en estudio	29
Figura N° 1.10: Proceso de ejecución de pavimentos básicos	30
Figura N° 1.11: Sección típica del cambio de estándar	30
Figura N° 3.01: Esquema y principio de operación de la Viga Benkelman	36
Figura N° 3.02: Configuración Geométrica del sistema de carga en ensayos con la viga benkelman	37
Figura N° 3.03: Esquemmatización del proceso de medición con la viga benkelman	38
Figura N° 3.04. Deformada del pavimento y parámetros de comparación	39
Figura N° 4.01: Grafico comparativo de años vs deflexión	50
Figura N° 4.02: Grafico comparativo de años vs número de ejes equivalentes	50
Figura N° 4.03: Grafico comparativo entre número de ejes equivalentes vs deflexión admisible	51
Figura N° 5.01: Deflectograma del km 59+300 al km 101+000	52
Figura N° 5.02: Sectorización del Deflectograma km 89+000 al km 94+000	53

Figura N° 5.03: Deflectograma al primer año de servicio, km 89+000 al km 94+000	54
Figura N° 5.04: Deflectograma al tercer año de servicio, km 89+000 al km 94+000	54
Figura N° 5.05: Deflectograma al cuarto año de servicio, km 89+000 al km 94+000	55
Figura N° 5.06: Deflectograma al primer año de servicio, km 89+000 al km 101+000	56
Figura N° 5.07: Deflectograma al segundo año de servicio, km 89+000 al km 101+000	56
Figura N° 5.08: Deflectograma al tercer año de servicio, km 89+000 al km 101+000	57
Figura N° 5.09: Deflectograma al quinto año de servicio, km 89+000 al km 101+000	57

## LISTA DE SÍMBOLOS

- $D_{20}$  : Deflexión recuperable, medida a la temperatura estándar 20°C.
- $D_t$  : Deflexión a la temperatura  $t$  (0.01 mm).
- $K$  : coeficiente igual a  $1 \times 10^{-3}$  (1/cm x°C)
- $e$  : Espesor de la carpeta asfáltica en cm. Medido en el borde del pavimento.
- $t$  : Temperatura de la carpeta asfáltica al momento de ejecutarse el ensayo.
- $R$  : Radio de curvatura en metros.
- $D_o$  : Deflexión corregida por temperatura (0.01 mm).
- $D_{25}$  : Deflexión a 25 cm corregida por temperatura (0.01 mm).
- $D_c$  : deflexión característica.
- $D_p$  : deflexión promedio.
- $\sigma$  : desviación Standard.
- $T$  : coeficiente que representa al porcentaje del área total con probabilidad de presentar deflexiones superiores a la deflexión característica.
- $D_a$  : Deflexión admisible inicial (en mm).
- $N_{18}$  : Número total de eje equivalentes a 18 k (en millones).
- $EAL_{(8.2 \text{ ton})}$  : Número de Ejes Equivalentes a 8.2 Ton en el periodo de diseño.
- IMD : Índice medio diario del tipo de vehículo.
- FD : Factor Destructivo vehicular.
- R : Tasa de crecimiento de vehicular.
- n : Periodo de diseño.
- W18 : Número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 Ton.

$D_D$  : Factor de distribución direccional.

$D_L$  : Factor carril.

MTC : Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

AASHTO : American Association of State Highway and Transportation Officials.

## INTRODUCCIÓN

En el presente informe tiene la finalidad de evaluar estructuralmente el pavimento existente de la carretera empleando el deflectómetro Viga Benkelman, mediante el método empírico.

Este tipo de evaluación se caracteriza por ser un ensayo de tipo no destructivo para la vía que será sometida al ensayo, la información obtenida es fácilmente procesada obteniendo resultados a corto plazo.

Es un método que se encuentra vigente en la actualidad y es aplicado por el MTC dentro de sus especificaciones técnicas de control de calidad para proceso constructivo y recepción de sus obras terminadas.

Sectorizar en sub tramos, y realizar un análisis de juicio de la capacidad estructural a partir de los resultados obtenidos de las deflexiones.

Evaluar los resultados obtenidos y plantear soluciones de mantenimiento o reparación para cada uno de los sub tramos analizados.

El informe consta de 5 capítulos principales, los cuales son los siguientes:

Capítulo I: Se desarrollaran las generalidades de la carretera, antecedentes, ubicación, características propiamente de la carretera como clima, geomorfología geología, ecología, flora, fauna y una breve descripción del tipo de materiales de fundación.

Capítulo II: En este capítulo se desarrolla principalmente el estado del Arte de la Viga Benkelman, describe el desarrollo de su origen, su evolución hasta la actualidad y aplicaciones en el Perú.

Capítulo III: En este capítulo, se desarrolla el Marco teórico de evaluación de pavimentos empleando la metodología de la viga benkelman.

También se desarrolla la evaluación estructural empleando el método empírico de CONREVIAL.

Capítulo IV: En este capítulo se desarrolla en forma matemática lo descrito en el Marco Teórico del capítulo III, procesando la información obtenida durante la evaluación de la carretera, aplicado al sub tramo km 89+000 – km 94+000.

Capítulo V: En este capítulo se desarrolla el análisis de resultados obtenidos en el capítulo IV. Aquí se analizará el gráfico de deflectograma, las alternativas de solución que permitan mantener o mejorar las condiciones del pavimento evaluado.

Finalmente se formularán las conclusiones y recomendaciones respectivas formuladas de la interpretación de datos de la evaluación.



## CAPITULO I.- GENERALIDADES

### 1.1 ANTECEDENTES

La carretera de penetración y enlace entre Cañete – Yauyos – Chupaca (actualmente corredor vial N° 13), fue proyectada y ejecutada por partes durante el gobierno del Sr. Augusto B. Leguía entre la década de 1920 a 1930, mediante la Ley decretada de la Conscripción Vial Territorial del Perú. Durante los últimos años de este gobierno en el avance de los trabajos en el cañón de Uchco, por circunstancias fatales mueren seis obreros y coincidiendo con la caída del gobierno, quedaron paralizados todos los trabajos de la carretera.

**Figura N° 1.01: Trabajos durante la Ley de Conscripción Vial**



Fuente: <http://pe.kalipedia.com/historia-peru>

Por el lado de la costa durante el gobierno del Dr. Manuel Prado Ugarteche, entre los años 1940 y 1944 se avanzan con los trabajos de la carretera desde Cañete, llegando a Yauyos en abril de 1944, siendo inaugurado por el propio Presidente en junio del mismo año. En 1954 el Gobierno Central a través del Ministerio de Fomento continuó con los trabajos para culminar con el tramo faltante entre Yauyos-Tomas, las obras estuvieron a cargo del Ing. Máx. Atuncar, siendo esto hecho realidad en 1957.



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

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

En el marco del programa “Proyecto Perú” que fue creado por Resolución Ministerial N° 223-2007-MTC-02 y modificado por Resolución Ministerial N°408-2007-MTC/02 y que es parte del Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional (PROVIAS NACIONAL), se suscribió el CONTRATO DE SERVICIOS N° 288–2007 MTC/20 de 27 de diciembre del 2007, con el CONSORCIO GESTIÓN DE CARRETERAS por un monto total de S/.131’589,139.31 y con un plazo de contrato de cinco años, a fin que éste brinde el Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera: Cañete – Lunahuaná – Pacarán - Chupaca y Rehabilitación del Tramo: Zúñiga – Dv. Yauyos – Ronchas.

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

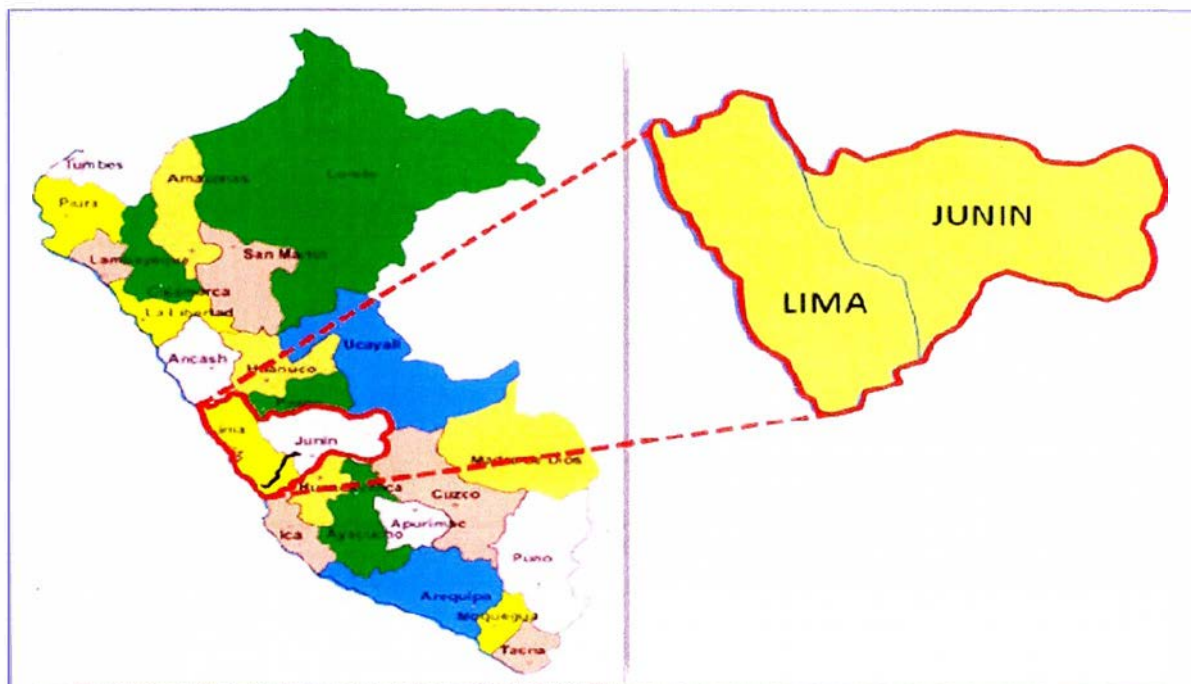
El MTC a través de PROVIAS NACIONAL suscribió un convenio de cooperación interinstitucional con la Universidad Nacional De Ingeniería el 22 de agosto del 2008 por un periodo de cinco años, con el propósito de implementar un sistema de acompañamiento y monitoreo del contrato de conservación vial por niveles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

## 1.2 UBICACIÓN

La carretera Cañete – Yauyos – Chupaca forma parte del corredor vial N° 13, perteneciente a la Ruta N° 22 de la Red Vial Nacional.

Se encuentra ubicado en la región central del país y su ámbito de desarrollo está entre las provincias de Cañete y Yauyos en el departamento de Lima y las provincias de Concepción y Chupaca en el departamento de Junín.

**Figura N° 1.02: Área de influencia indirecta**



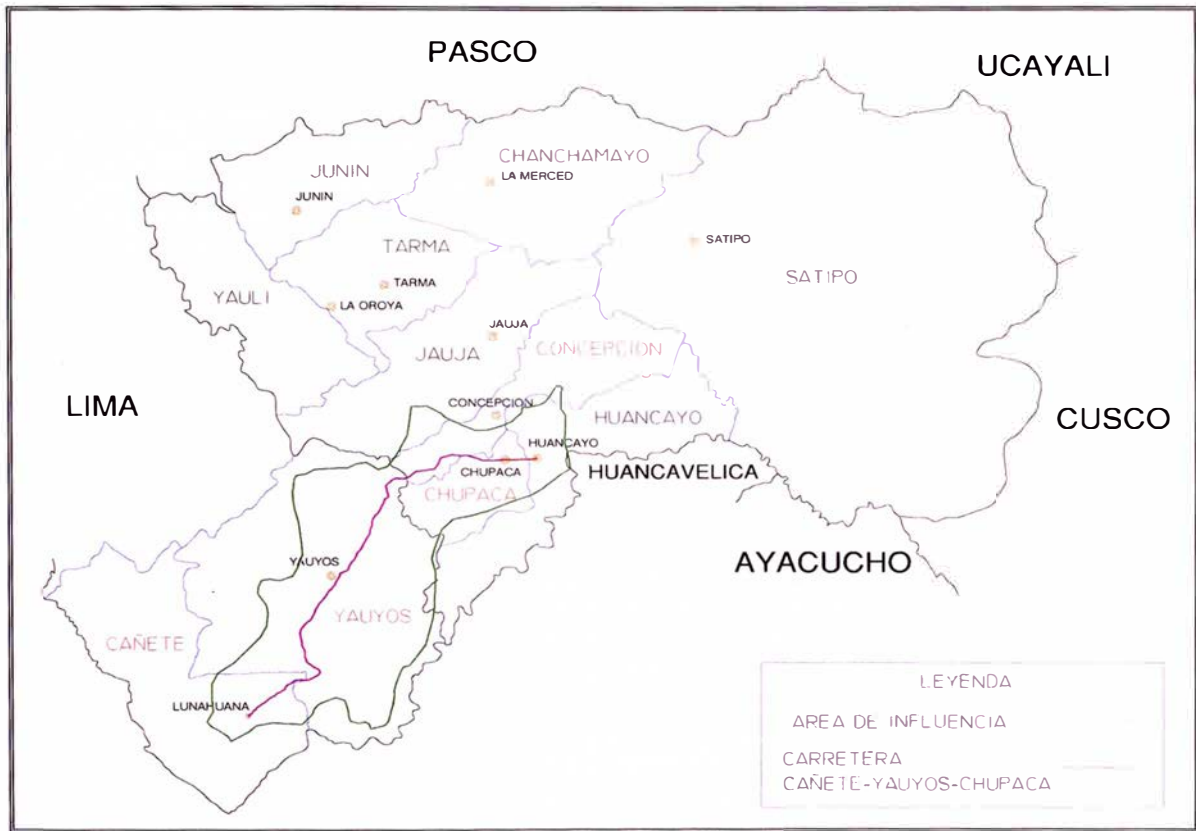
Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro N° 1.01: Ubicación de la Carretera.**

Tramo de la carretera	Progresivas (km)		Coordenada Geográfica	Región
	Proy. km	Real km		
Cañete (Inicio)	0+000	1+805	13°04'34" (S) – 76°23'04" (O)	Costa
Chupaca (Fin)	271+726	273+531	12°03'35" (S) – 75°17'16" (O)	Sierra

Fuente: Elaboración Propia

**Figura N° 1.03: Área de influencia directa**



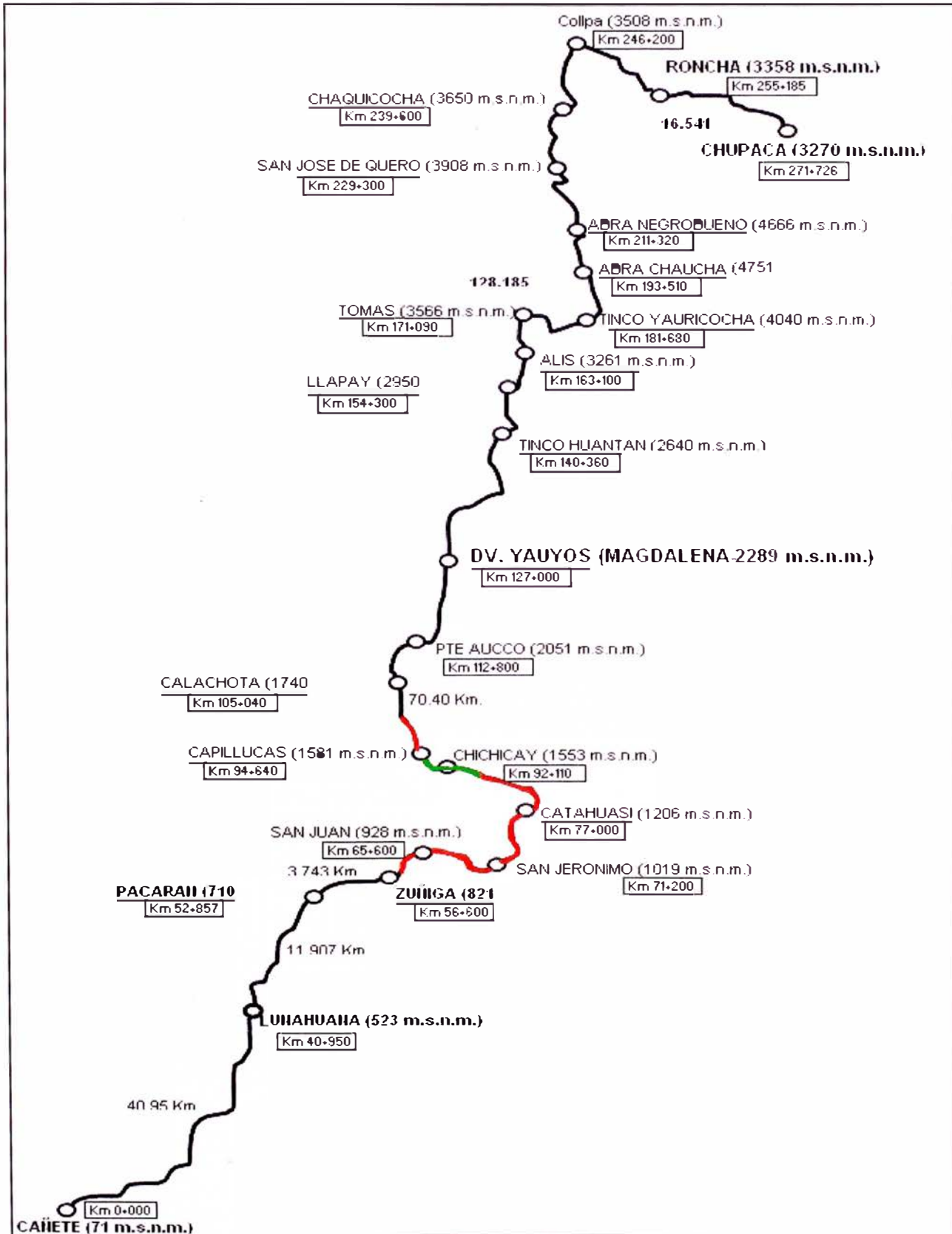
Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro N° 1.02: Ubicación del proyecto**

<b>Ubicación Geográfica</b>	
<b>Departamento</b>	Lima – Junín
<b>Provincia</b>	Cañete, Yauyos, Concepción, Chupaca
<b>Región Geográfica</b>	Costa y Sierra
<b>Coordenadas Geográficas</b>	
<b>Inicio (Lunahuaná)</b>	13°04'37" S – 76°23'16" O
<b>Fin (Chupaca)</b>	12°04'28" S – 75°12'39" O
<b>Altitud</b>	Entre 523 y 4,800 msnm

Fuente: Elaboración Propia

**Figura N° 1.04: Plano clave de la carretera Cañete-Yauyos-Chupaca**



Fuente: Informe técnico, convenio UNI-PROVIAS

## 1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETERA

### 1.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA CARRETERA

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

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

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

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



La localidad llamada Tomas (km 171+090) se ubicada en esta región. Se encuentra a 3566 msnm. Al otro lado de la cordillera se ubican: San José de Quero (3908 msnm) en el km 229+300, Chaquicocha (3650 msnm) en el km 239+600, y Collpa (3508 msnm) en el km 246+200.

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

### 1.3.2 CLIMA

#### a) Temperatura

Como se ha visto, el área comprometida en el proyecto se ubica en diferentes regiones, según la clasificación del Dr. Javier Pulgar Vidal (expuesta en su tesis “Geografía del Perú”).

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

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

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

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

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

## **b) Precipitación**

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

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

Un segundo tramo corresponde a la cuenca media del río Cañete, comprendido entre los 2000 y 3500 msnm con una precipitación promedio de de 297,1 mm anuales.

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

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

### **1.3.3 GEOMORFOLOGÍA**

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

#### **Zona Alto andina (cuenca alta)**

Comprende relieves de topografía agreste, de vertientes de altura relativa superior a 500 metros (entre la cima y base de las elevaciones) y pendiente generalmente superior a 50 %.

Las laderas presentan considerables superficies en las que predominan las exposiciones del substrato rocoso, que se alternan con taludes coluviales periglaciares y depósitos morrénicos solifluidos.

### **Zona Meso andina (cuenca media)**

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

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

### **Zona del Matorral desértico (cuenca baja)**

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

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

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



En la costa, las colinas y montañas corresponden de manera general a las estribaciones occidentales finales de la Cordillera Occidental, y conjuntamente con las planicies, conforman los grandes conjuntos morfológicos fisiográficos de la costa.

#### 1.3.4 GEOLOGÍA

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

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

#### 1.3.5 ECOLOGÍA

Según el Mapa Ecológico del Perú<sup>2</sup> se ha identificado diez zonas de vida que se distribuyen a lo largo de la carretera entre Cañete y Chupaca, estos son:

**Cuadro N° 1.03: Zonas de vida a lo largo de la carretera**

<b>POBLADOS MAS INPORTANTES</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>FORMACION ECOLOGICA</b>
Cañete, Imperial, Lunahuaná	dd - S	Desierto desecado – Subtropical
Pacarán, Zúñiga	ds – S	Desierto semiárido – Subtropical
Catahuasi, Capillucas	dp – S	Desierto perárido – Subtropical
Calachota	md – S	Matorral desértico – Subtropical
	ee – MBT	Estepa espinosa - Montano Bajo Tropical
Magdalena, Alis	e – MT	Estepa - Montano Tropical

Tomas, Tinco	ph – SaT	Páramo húmedo – Subalpino Tropical
San José de Quero	pmh – SaT	Páramo muy húmedo – Subalpino Tropical
	tp - AT	Tundra pluvial – Alpino Tropical
Chupaca, Ronchas	bh - MT	Bosque húmedo – Montano - Tropical

Fuente: Plan de manejo socio-ambiental, Consorcio Gestión de Carreteras, Junio 2008  
1 ONERN - Inventario, evaluación y uso racional de los recursos naturales de la costa.  
Cuenca del Río Cañete.- Lima: 1970

<sup>2</sup> Mapa Ecológico del Perú – Guía Explicativa, INRENA 1995, Lima.

### 1.3.6 FLORA

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

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

Se cuenta con las siguientes especies importantes: **aliso** (*Alnus jorullensis*), **anojisha** (*Opuntia subulata*), **taya** (*Parastrephia lepidophylla*), **chachas** (*Escallonia pendula*), **tarwi** (*Lupinus mutabilis*), **quinual** (*Polylepis racemosa*), **quishuar** (*Buddleia incana*), **colle** (*Buddleia coriacea*), **yanacara** (*Gynoxis* sp), **karkac** (*Escallonia corymbosa*), **huamanpinta** (*Chuquiraga espinosa*), **roque** (*Colletia spinosissima*), **sauco** (*Sambucus peruviana*), **mutuy** (*Cassia* sp). En las partes más altas se encuentra *Calamagrostis vicunarum*, *Festuca dolichophylla*, *Calamagrostisrigescens*, *Hipochaeris taraxacoides*, *Calamagrostis intermedia*, *Distichia muscoides*, *Alchemilla pinnata*, *Plantago tubulosa* *azorella* spp, *Urtica* spp.

### 1.3.7 FAUNA

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

Las aves ligadas a los ambientes acuáticos son relativamente numerosas. En general estas especies tienen una densidad bastante baja, las más abundantes son los patos, el zambullidor y las garzas. Las aves ligadas a ambientes terrestres están representadas por la gran cantidad de especies típicas de la sierra peruana como: picaflores (*Agleactis cupripennis*, *Myrtis fanny*, *Patagona gigas*, *Phalcobaenus albogularis*, *Polyonymus caroli*), cotinga (*Ampelio rubrocristatu*), cotorra (*Aratinga Wagleri*), lechuza (*Athene culicularia*), perico andino (*Bolborhynchus obbynesius*), buho (*Bubo virginianus*), gorrión cordillerano (*Zonotrichia capensis*) y aguilucho común (*Buteo polyosoma*) entre otros.

Entre los principales mamíferos se tiene a los roedores *Akodon boliviensis*, *Orizomys sp.*, *Phyllotis pictus*, *Phyllotis spp.*, cuy andino (*Cavia tschudii*), zorrino (*Conepatus rex*), muca (*Didelphis marsupialis*), zorro andino (*Dusicyon culpaeus*), puma (*Felis concolor*), gato silvestre (*Felis colocolor*), *Felis jacobita*, alpaca (*Lama glama pacos*), llama (*Lama glama*), vizcacha (*Lagidium peruanum*), marmosa (*Marmosa elegans*), venado gris (*Odocoileus virginianus*), vicuña (*Vicugna vicugna*).

### 1.3.8 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES DE FUNDACIÓN

Del análisis de los resultados de campo y laboratorio se puede configurar el perfil estratigráfico, de la siguiente manera:

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

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

**km 63+650 – km 88+600.** Sector de carretera donde, en su gran mayoría el material de la plataforma vial clasifica en el sistema SUCS como **SC-SM** y en el sistema AASHTO es variable entre A-1-b(0) y A-2-4(0). Los agregados gruesos de este material arenoso son de forma subangular, mientras que la matriz tiene plasticidad comprendida entre escasa a moderada (como máximo I.P. = 6%).

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

**km 88+600 – km 91+500.** La subrasante es una arena arcillosa cuya plasticidad promedio es de I.P. = 12%. Su clasificación de suelos en el sistema SUCS es **SC**, mientras que en el sistema AASHTO es A-6(2). También en este estrato, a partir de los 0,40m se ha encontrado bolonería entre 40% y 50% cuyo tamaño máximo es de 7”. La capacidad de soporte de este suelo expresado en CBR es de 7% al 95% de la Máxima Densidad Seca del material.

**km 91+500 – km 96+600.** En este sector mayoritariamente se tiene mayoritariamente suelos gravosos que en el sistema SUCS clasifican como **GC-GM**, mientras que en el sistema AASHTO es A-1-a(0) a A-1-b(0). Su Índice de Plasticidad varía se encuentra entre 4,9% y 6,1%. En estos suelos también se aprecia la presencia de bolonería, la cual se incrementa a partir de 0,40m a valores comprendidos entre 40% y 60%.

**km 96+600 – km 106+600.** Presencia mayoritaria de arenas limo-arcillosas, con clasificación de suelos SUCS igual a **SC-SM**, mientras que en AASHTO es igual a A-1-b(0).

Su plasticidad es baja y variable entre 4,9% y 6,0%. Se tiene presencia de bolonerías, en poca proporción en la capa superior, mientras que a partir de 0,50 aumenta su presencia a 50%.

**km 106+600 – km 114+600.** En los estratos se encuentran gravas y arenas de matriz limo-arcillosa. Estos materiales clasifican en el sistema SUCS como **GC-GM y SC-SM**, y en el AASHTO como A-1-b(0). Las bolonerías se encuentran en todo el estrato, pero a partir de 0,40 m aproximadamente, se encuentra mayor concentración de éstos (aproximadamente entre 40% y 50%). Por debajo de esta capa se encuentra roca a partir de 1,50 m.

**km 114+600 – km 130+000.** Arenas limo-arcillosas, con clasificación de suelos SUCS igual a **SC-SM**, mientras que en AASHTO es igual a A-1-b(0). Su plasticidad es baja y variable entre 4,6% y 6,4%. Se tiene presencia de bolonerías, en poca proporción en la capa superior, mientras que a partir de 0,50 aumenta su presencia entre 40% y 50%.

**km 130+000 – km 220+000.** Arenas y gravas limosas y arcillosa, de mediana a baja plasticidad, clasificando en el sistema SUCS como **GC, GC-GM, SC, SC-SM**, y en el AASHTO, A-2-4(0). La plasticidad es variable entre 5,7% y 9,2%. Varias perforaciones no han llegado al 1,50m, debido a que aproximadamente desde los 0,30m hasta los 1,50m, se ha ubicado roca.

**km 220+000 – km 240+000.** Sector de carretera donde en la mayoría de los casos se tiene una capa granular superficial entre 0,20m y 0,30m que clasifica como **GM-GC o SC-SM**, mientras que en el AASHTO es A-2-4(0). Subyacente se encuentra una capa de arena-arcillosa y de arcilla SC, CL y en AASHTO A-2-6 y A-6(4), cuya capacidad de soporte CBR es bajo.

**km 240+000 – km 248+000.** Arena arcillosa y arena limo-arcillosa que clasifica en el sistema SUCS como **SC o SM-SC**, y en el sistema AASHTO como A-2-4(0). Su plasticidad es media, encontrándose que varía entre 6,8% y 9,7%.

**km 248+000 – km 258+000.** En este sector se tiene también una capa granular superficial entre 0,20m y 0,30m que clasifica como **GC y GM-GC**, mientras que en el AASHTO es A-2-4(0).

Subyacente se encuentra una capa de arena-arcillosa y de arcilla **SC, CL** y en AASHTO A-6(1), cuya capacidad de soporte CBR es bajo.

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

**Cuadro N° 1.04: Valores de CBR por tramos**

SUBSECTOR (Km. – Km.)	CBR (%) al 95% de MDS	CALIFICACIÓN
57+450 – 130+000	20	Regular
130+000 – 220+000	18	Regular
220+000 – 240+000	5	Malo
240+000 – 248+000	15	Regular
248+000 - 258+000	4	Malo

Fuente: Estudios técnicos para el cambio de estándar de afirmado a Solución básica, Consorcio Gestión de Carreteras

## 1.4 ESTADO ACTUAL DE LA VIA

### 1.4.1 LONGITUD DE LA VIA

El Consorcio Gestión de Carreteras luego de realizar el inventario vial de la carretera en los meses de abril, mayo y junio del 2008 determinó que la longitud de la vía es de **271.726 Km.** Existe una diferencia de distancias con lo indicado en el contrato que es de 281.73 Km., siendo la diferencia 10.004 Km. En el siguiente cuadro se hace la comparación entre las longitudes iniciales y las medidas del inventario vial:

**Cuadro N° 1.05: Comparación de distancias por tramos**

Tramo		Longitud	Longitud	Diferencias
Inicio	Fin	contrato (km)	inventario (km)	(km)
Cañete	Lunahuaná	40.750	40.950	0.200
Lunahuaná	Pacarán	12.490	11.907	-0.583
Pacarán	Zuñiga	4.150	3.743	-0.407
Zuñiga	Dv. Yauyos	72.600	70.400	-2.200
Dv. Yauyos	Ronchas	135.130	128.185	-6.945
Ronchas	Chupaca	16.610	16.541	-0.069
		281.730	271.726	<b>-10.004</b>

Fuente: Elaboración Propia



### 1.4.2 TRABAJOS EJECUTADOS

**Figura N° 1.05: Trabajos ejecutados a julio del 2009**

N°	Tramo	Progresivas	Altitud (m.s.n.m.)	Longitud Tramo (m)	Estado Inicial	Trabajos Realizados			
						CGC	CGE	M	SS
1	Cañete - Lunahuaná	Km 0+000 - Km 40+950	71 - 523	40 75	Concreto Asfáltico	Solo Mant. Rutinario			
2	Lunahuaná - Pacarán	Km 40+950 - Km 52+657	523 - 710	12 50	Tratamiento Superficial Bicapa	Solo Mant. Rutinario			
3	Pacarán - Zúñiga	Km 52+657 - Km 56+600	710 - 821	4.15	Afirmado	SI	SI	NO	SI
4	Zúñiga - Catahuasi	Km 56+600 - Km 77+000	821 - 1206	20 40	Afirmado	SI	SI	NO	SI
5	Catahuasi - Dv. Yauyos	Km 77+000 - Km 127+000	1206 - 2269	50 00	Afirmado	SI	SI	SI	NO
6	Dv. Yauyos - Tinco Huantan	Km 127+000 - Km 141+000	2269 - 2640	14.00	Afirmado	SI	SI	SI	NO
7	Tinco Huantan - Alis	Km 141+000 - Km 163+100	2640 - 3261	22 10	Afirmado	SI	SI	NO	NO
8	Alis - Roncha	Km 163+100 - Km 255+185	3261 - 3358	92 09	Afirmado	SI	NO	NO	NO
9	Roncha - Chupaca	Km 255+185 - Km 271+726	3358 - 3270	16 54	Afirmado	SI	NO	NO	NO

CAPA GRANULAR CON MATERIAL DE CANTERA = CGC  
CAPA GRANULAR ESTABILIZADA = CGE

MONOCAPA = M  
SLURRY SEAL = SS

Fuente: Informe técnico, convenio UNI-PROVIAS

### 1.5 DESCRIPCIÓN DE TRAMO EVALUADO KM. 89+000 – KM. 94+000

El tramo en estudio presenta las siguientes características:

- Se encuentra ubicado en la provincia de Yauyos, entre las progresivas del Km. 89+000 (próximo a la localidad de Canchán) y el Km. 94+000 (localidad de Chichicay) de la red vial N° 13.

**Figura N° 1.06: Ubicación del tramo de estudio**



Fuente: Elaboración Propia

### 1.4.2 TRABAJOS EJECUTADOS

**Figura N° 1.05: Trabajos ejecutados a julio del 2009**

N°	Tramo	Progresivas	Altitud (m.s.n.m.)	Longitud Tramo (m)	Estado Inicial	Trabajos Realizados			
						CGC	CGE	M	SS
1	Cañete - Lunahuaná	Km 0+000 - Km 40+950	71 - 523	40 75	Concreto Asfáltico	Solo Mant. Rutinario			
2	Lunahuaná - Pacarán	Km 40+950 - Km 52+857	523 - 710	12 50	Tratamiento Superficial Bicapa	Solo Mant. Rutinario			
3	Pacarán - Zúñiga	Km 52+857 - Km 56+600	710 - 821	4.15	Afirmado	SI	SI	NO	SI
4	Zúñiga - Catahuasi	Km 56+600 - Km 77+000	821 - 1206	20 40	Afirmado	SI	SI	NO	SI
5	Catahuasi - Dv. Yauyos	Km 77+000 - Km 127+000	1206 - 2269	50 00	Afirmado	SI	SI	SI	NO
6	Dv. Yauyos - Tinco Huantan	Km 127+000 - Km 141+000	2269 - 2640	14 00	Afirmado	SI	SI	SI	NO
7	Tinco Huantan - Alis	Km 141+000 - Km 163+100	2640 - 3261	22 10	Afirmado	SI	SI	NO	NO
8	Alis - Roncha	Km 163+100 - Km 255+185	3261 - 3358	92 09	Afirmado	SI	NO	NO	NO
9	Roncha - Chupaca	Km 255+185 - Km 271+726	3358 - 3270	16 54	Afirmado	SI	NO	NO	NO

CAPA GRANULAR CON MATERIAL DE CANTERA = CGC  
CAPA GRANULAR ESTABILIZADA = CGE

MONOCAPA = M  
SLURRY SEAL = SS

Fuente: Informe técnico, convenio UNI-PROVIAS

### 1.5 DESCRIPCIÓN DE TRAMO EVALUADO KM. 89+000 – KM. 94+000

El tramo en estudio presenta las siguientes características:

- a) Se encuentra ubicado en la provincia de Yauyos, entre las progresivas del Km. 89+000 (próximo a la localidad de Canchán) y el Km. 94+000 (localidad de Chichicay) de la red vial N° 13.

**Figura N° 1.06: Ubicación del tramo de estudio**

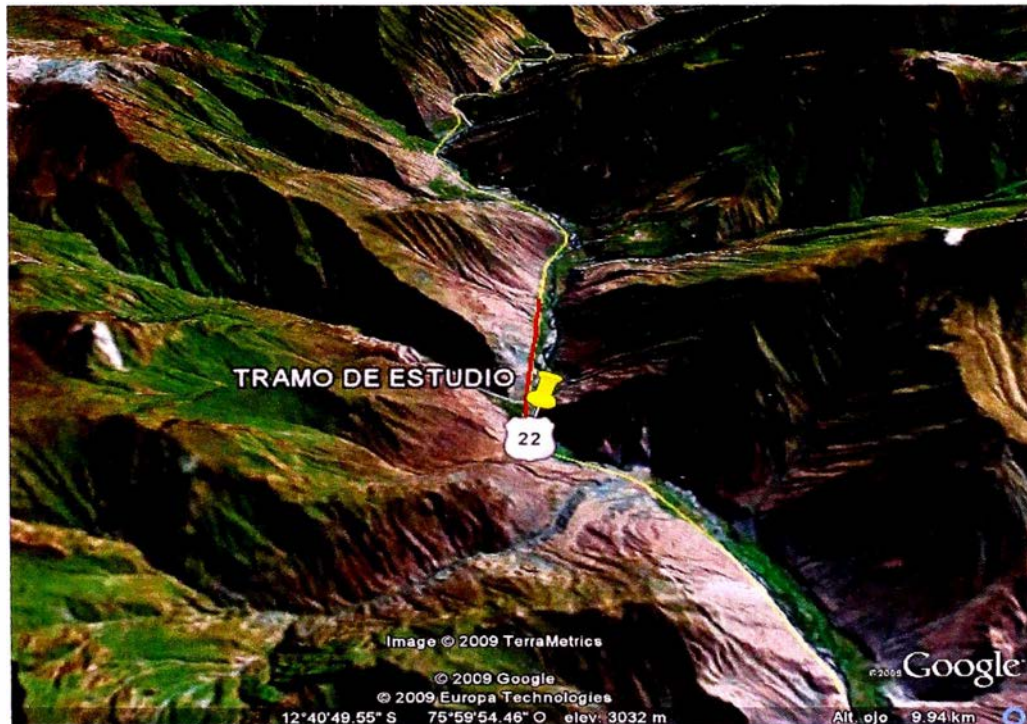


Fuente: Elaboración Propia



- b) Esta área corresponde a la región Yunga, con una altitud que va desde 1300 – 1500 msnm aproximadamente.
- c) Los promedios máximos y mínimos de precipitación son 97,5 y 82, 3 mm respectivamente. En base al Diagrama Bioclimático de Holdridge se ha estimado que la biotemperatura media anual varía entre 17 y 24 °C.

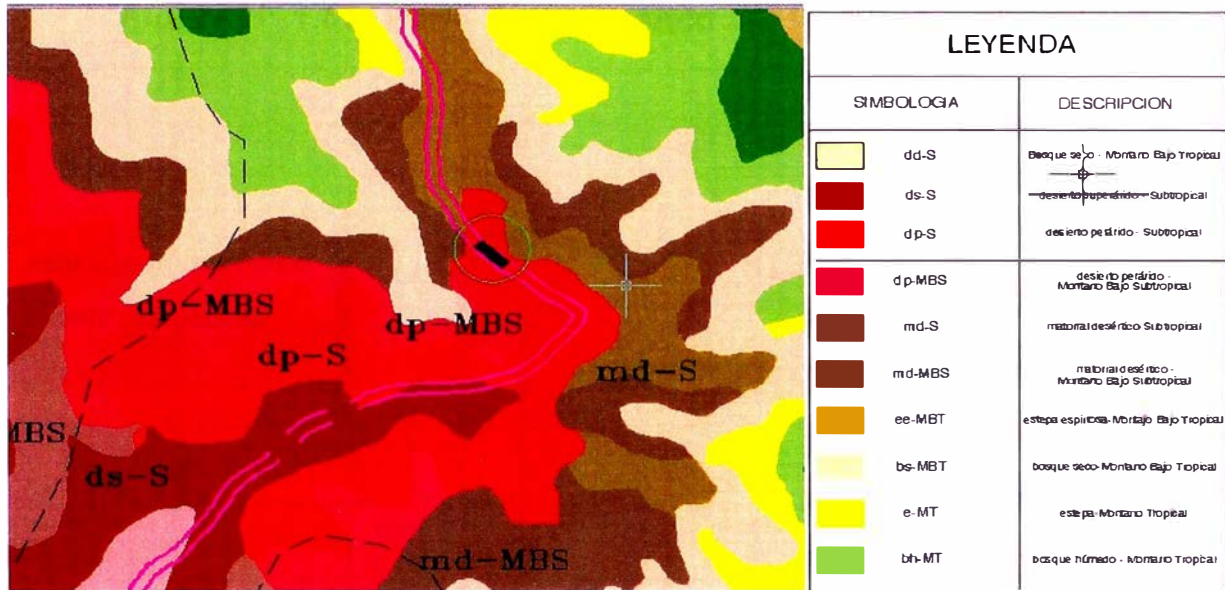
**Figura N° 1.07: Vista panorámica del tramo de estudio**



Fuente: Imagen tomado de Google Earth

- d) La topografía varía desde suave colinado hasta muy accidentado; la vegetación natural más abundante conformada por molle (*Schinus molle*), huarango (*Prosopis juliflora*, cactáceas y gramíneas estacionales. Los cultivos bajo riego están compuestos esencialmente por manzanos y seguido en pequeña escala por maíz, alfalfa y hortalizas.
- e) Ecológicamente se ha identificado en el tramo de estudio una zona de vida que corresponde a un desierto perárido – Subtropical (dp – S).

**Figura N° 1.08: Mapa ecológico del tramo de estudio**



Fuente: Plan de manejo socio-ambiental, Consorcio Gestión de Carreteras, Junio 2008

- f) El Consorcio Gestión de Carreteras ejecutó prospecciones (calicatas) en la plataforma vial, ubicadas cada 1 km en el sector km 57+390 – km 130+000. Las calicatas para el tramo de estudio fueron:

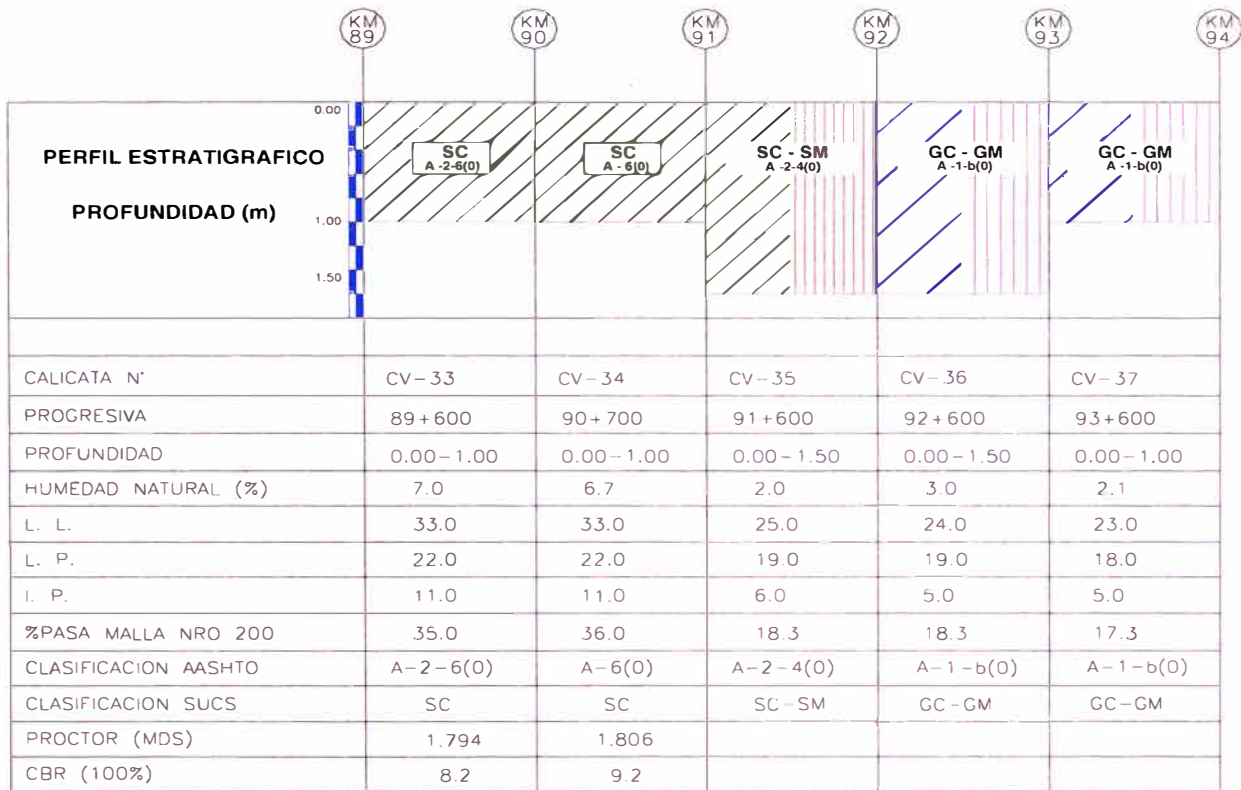
**Cuadro N° 1.06: Ubicación de calicatas para el tramo de estudio**

REGISTRO DE EXCAVACIÓN					
Proyecto:	Conservación vial de la carretera Cañete-Yauyos-Chupaca				
	CALICATAS				
Ubicación (km.):	89+600	90+700	91+600	92+600	93+600
Lado:	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
Profundidad (m):	1	1	1.5	1.5	1
Fecha de excavación:	23/06/2008				

Fuente: Elaboración Propia

## PERFIL ESTRATIGRAFICO

Figura N° 1.09: Perfil Estratigráfico del tramo en estudio



Fuente: Elaboración Propia

Nota: Para ver el detalle de los ensayos, consultar el Anexo N° 1.

g) Como parte del programa “Proyecto Perú”, el contratista ha ejecutado un cambio de estándar mediante la aplicación de una solución básica para mejorar la transitabilidad de la vía no pavimentada. Se interviene la plataforma de la vía adicionando material granular estabilizado recubierto de bitumen. Además se ejecutan mejoras puntuales en el drenaje pero no se realizaron mejoras en la geometría de la misma.



**Figura N° 1.10: Proceso de ejecución de pavimentos básicos**

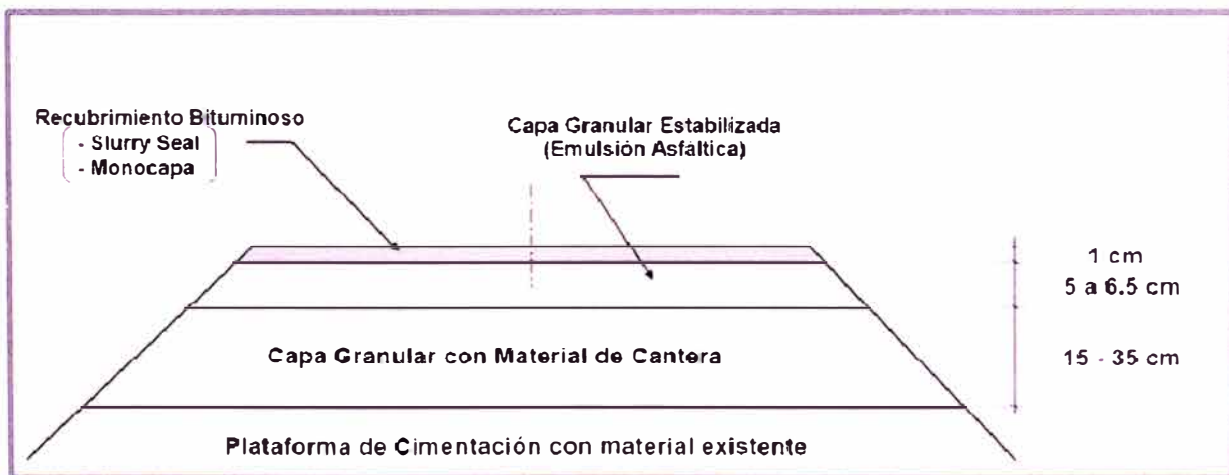


Fuente: Dr. Enrique Cornejo Ramírez, almuerzo institucional de la Cámara de Comercio Americana del Perú

Para el tramo de estudio (km. 89+000 – km. 94+000) se ha aplicado como recubrimiento bituminoso un tratamiento superficial **monocapa**.

Nota: Para ver panel fotográfico en el Anexo N° 2.

**Figura N° 1.11: Sección típica del cambio de estándar**



Fuente: Informe técnico, convenio UNI-PROVIAS

## **CAPITULO II.- ESTADO DEL ARTE**

### **2.1 ESTADO DEL ARTE**

La Viga Benkelman se desarrollo como parte del programa de ensayos viales de la WASHO (WASHO Road Test), en el año 1953 desarrollado por el Ing. A.D. Benkelman, llamada Viga Benkelman en su honor.

El objetivo de los ensayos viales de la WASHO, era el comportamiento de lo pavimentos bajo los efectos de la carga de trafico, considerando condiciones análogas de clima, tipo de suelo, etc.

Desde entonces su uso se ha difundido ampliamente en proyectos de evaluación estructural de pavimentos flexibles, tanto por su practicidad como por la naturaleza directa y objetiva de los resultados que proporciona.

Posteriormente en los años 1958-1960, se realizo el ensayo vial AASHO Road Test, carretera ubicada cerca de Ottawa, Illinois al sur este de Chicago, donde el suelo de esta zona es uniforme y representativo de las que se encuentran en los Estados Unidos.

Los resultados de la prueba en carreteras AASHO se utilizaron para elaborar una guía de diseño de pavimentos, publicada por primera vez en el año 1961 como AASHO Provisional de guía para el diseño de Pavimentos rígidos y flexibles, con cambios importantes emitidos en 1972 y 1973. La versión de 1993 esta todavía en vigencia en los Estados Unidos., se preveía un lanzamiento de una nueva guía para el año 2002, pero aun sigue en desarrollo.

La prueba de carretera AASHO introdujo muchos conceptos en la ingeniería de pavimentos, incluyendo uno de los factores más importantes como es la carga de factor equivalente. Como se sabe, los vehículos mas pesados reducen la serviciabilidad en un tiempo mucho más corto que los vehículos ligeros. El resultado directo de la prueba era obtener nuevas normas de control de calidad para la construcción de carreteras en los EE.UU., las que se encuentran en vigencia.

En 1981, La viga de brazo doble viene siendo utilizada, mediante el método empírico.

En el año 1983 la Viga Benkelman fue utilizada en el Perú, en la rehabilitación de la Panamericana Norte, a cargo del Consorcio de Rehabilitación Vial conformadas por las empresas de nacionalidad Argentina y Canadiense. Se evaluó un tramo de 800 km, y con los resultados obtenidos se elaboro el manual que lleva el nombre del CONREVIAL, por tal motivo el MTC sugiere el empleo de este manual y la aplicación de la viga Bekelman.

En el año 2000 la evaluación de la carretera Piura – Sullana –Macara, se realizo la toma de datos con el deflectografo de impacto (FWD), que registra deformaciones dinámicas, las que posteriormente se tuvieron que transformar a deformaciones estáticas par cumplir con las exigencias de los términos de referencia del concurso dispuesto en el contrato por el MTC.

En la actualidad el MTC dentro de sus especificaciones técnicas de Control de Calidad y proceso constructivo de recepción de obras las emplea.

El Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil (IIFIC) de la Universidad Nacional de Ingeniería. Lima – Perú, viene desarrollando la automatización de la Viga Benkelman que permitirá realizar los ensayos de manera mas rápida y eficiente, las medidas son tomadas de manera continua cada 5 cm hasta alcanzar una longitud de 1.5 metros, lo cual permite una grafica mas precisa de la recuperación del pavimento.

Para la medición de la distancia se usa un sensor de ultrasonido, para la medición de recuperación se usa un sensor de desplazamiento en base a galgas extensiométricos.

## CAPITULO III: MARCO TEORICO

### 3.1 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA VIGA BENKELMAN

Los trabajos de rehabilitación de carreteras, demandan evaluaciones del tipo no destructiva (END), las mismas que durante los últimos años se han desarrollado mediante el empleo de la Viga Benkelman. Esta viga en algunos casos presenta un solo aguilon o brazo y en otros casos presenta dos de ellos. Se debe tener en cuenta aspectos de suma importancia como la relación de brazos de palanca de los aguilones y a la aproximación de lecturas de los diales empleados.

Con el transcurrir del tiempo se ha podido apreciar que los valores numéricos de deflexiones obtenidos en diferentes trabajos, no pueden ser empleados directamente en el diseño debido a la mala valoración de la estructura existente a través de estos ensayos. Actualmente se puede encontrar variedad de metodologías para la evaluación de la condición del pavimento, estas divergen en la forma de plantear la calificación de los diferentes tipos de daños, que se puedan presentar.

Los END empleando la Viga Benkelman, determina deformaciones del pavimento frente a las sollicitaciones de carga provenientes de un vehículo cargado. En el año 1983, durante los primeros trabajos de rehabilitación en el país, este equipo era considerado obsoleto para la toma de lecturas de deformaciones, pero equipos mas sofisticados demandaban costo por encima de los 100,000 dólares, tal es el caso del equipo Falling Weight Deflectometre (FWD) y que el MTC no podía adquirir en aquel entonces.

En los términos de referencia que presenta el MTC en sus concursos requieren de evaluaciones con estos equipos y metodologías. Tal vez las últimas convocatorias ya solicitan innovaciones entre los que se considera el equipo FWD, aunque ya en el año 2000, se utilizó para la carretera Piura – Paita y Piura – Sullana – Puente Macará. Cabe anotar que estas medidas dinámicas tuvieron que ser transformadas a estáticas, para satisfacer las exigencias del MTC.

La Viga Benkelman de brazo doble, fue utilizada desde el año 1981, mediante el método empírico, que considera dos puntos de deflexión distantes 25 cm, y con los cuales se puede establecer la parábola de la deformada.

En esta deformada se inscribe un círculo cuyo radio de curvatura ( $R_c$ ) representa una longitud ficticia y mediante la interpretación de este valor, la deflexión máxima en el origen ( $D_o$ ) y la deflexión característica ( $D_c$ ), se tipifica la respuesta en cinco casos. De estos casos, sólo uno indica que las deflexiones halladas pueden ser utilizadas para hallar los refuerzos a colocar. Los otros cuatro casos recomiendan el uso de métodos tradicionales, como el método AASHTO. Este proceso que demanda la recopilación de una gran cantidad de datos, puede verse desestimado al no cumplir las exigencias de los  $R_c$ ,  $D_o$  y  $D_c$ . Un aspecto importante es tener en consideración el deflectograma con fines de sectorizar la carretera que se está evaluando, e inclusive no se debe tomar en cuenta los valores numéricos obtenidos de la evaluación y por el contrario se debe tomar como curvas interactivas de las cuales se realizan las interpretaciones necesarias para dividir en sectores de comportamiento estructural homogéneo

Se puede concluir que estos trabajos permiten establecer la respuesta de la estructura del pavimento frente a las solicitaciones de cargas, los resultados proporcionados no son del todo confiables para los diseños.

Las normas que rigen la viga benkelman son:

AASHTO T 256 Standard Method of Test for Pavement Deflection Measurements.

ASTM D 4695 Standard Guide for General Pavement Deflection Measurements.

El formato de mediciones es el siguiente:

**Cuadro N° 3.01: Formato de medición de deflexiones**

Estaca (km)	Lecturas de Campo ( $10^{-2}$ mm)				Espesor (m)	Tem p ( $^{\circ}$ C)	Resultados deflectométricos		Radio Curvatura (m)
	L <sub>25</sub>	L <sub>40</sub>	L <sub>70</sub>	L <sub>100</sub>			Deflexiones Corregidas		
							D <sub>25</sub> x $10^{-2}$ mm	D <sub>MAX</sub> x $10^{-2}$ mm	

Fuente: Elaboración Propia



## 3.2 DEFLECTOMETRIA MÉTODO EMPÍRICO CONREVAL

El procedimiento para el cálculo de las deflexiones es simple. Para el caso de la deflexión máxima, se debe calcular la diferencia entre la lectura inicial y la lectura final.

Para el caso de la deflexión a 25 cm, se debe encontrar la diferencia entre la lectura a 25 cm y la lectura final.

### 3.2.1 MEDICIÓN DE DEFLEXIONES BENKELMAN

Para medir las deflexiones en la superficie del pavimento, se usa el deflectómetro conocido como “Viga Benkelman”, el cuál es un instrumento que funciona según el principio de una palanca, uno de cuyos extremos se apoya en el pavimento deformado ante la aplicación de una carga, mientras que el otro está en contacto sensible con un deformímetro de precisión, con dial de lecturas graduado en centésimas de mm.

Dependiendo de la relación de brazos del equipo y de la factibilidad que el dial proporcione la verdadera magnitud de las medidas, en forma automática, se establece si es necesario corregir o no las lecturas.

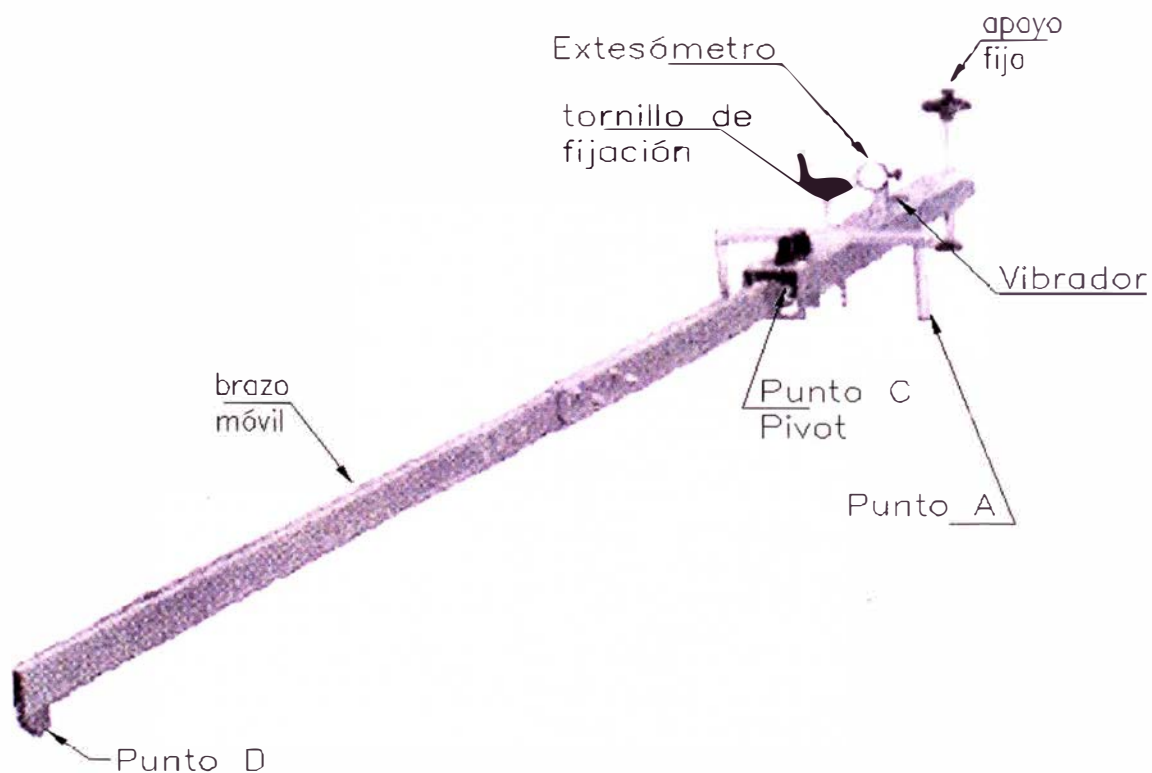
La carga de ensayo, del orden de 18,000 libras, la proporciona el eje posterior simple de llanta doble de un camión. La presión de inflado de las llantas debe verificarse en 80 psi. Eventualmente la carga usada en los ensayos puede tener una variación en el orden de 1%.

El deflectómetro Benkelman, de acuerdo a procedimientos estandarizados, no mide la deformación elástica del pavimento en un proceso de carga directa sino que, partiendo de un estado inicial en que el pavimento se encuentra cargado, mide la recuperación que éste experimenta al ser descargado progresivamente. Para ello se coloca la punta del instrumento, en un punto “A” seleccionado, bajo el centro de gravedad de una de las llantas dobles del camión que aplica la carga, y que inicialmente se encuentra estacionado. El pavimento, en consecuencia, por efecto del peso aplicado por las llantas experimenta una deformación elástica. En esa posición se gradúa el dial en “cero”, que se asume como 100 o 200.

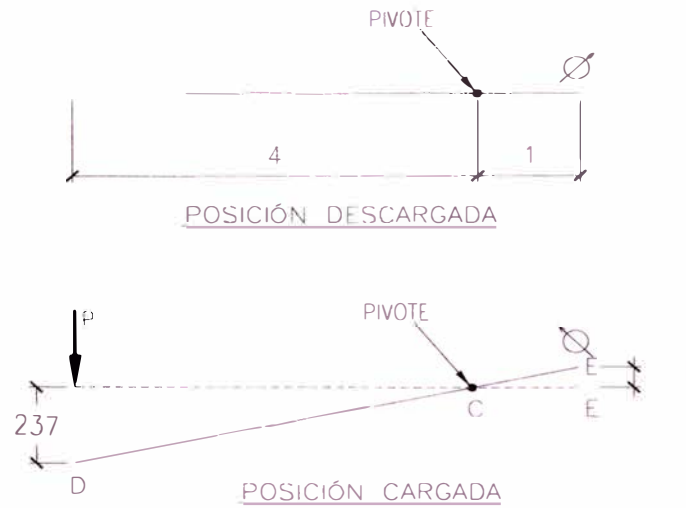
Una vez anotada la primera lectura que corresponde al inicio del ensayo, se procede a mover el camión a una velocidad constante de 1 cm/seg, como consecuencia el punto "A" del pavimento, donde esta apoyada la punta de la Viga Benkelman, es liberado progresivamente de la carga a la que inicialmente estaba sometido, y por lo tanto, el pavimento en ese punto empieza igualmente a recuperarse del estado de deformación en que se encontraba. Cuando el camión avanza 25 cm, el pavimento en el punto "A" seguirá todavía parcialmente deformado; en esa posición se tomará una segunda lectura. Finalmente, la llanta del camión se aleja completamente del punto "A" dejándolo completamente liberado de la influencia de su carga, y, en consecuencia, el pavimento en dicho punto se recuperará completamente del estado inicial de deformación, condición en la cuál se toma una última lectura en el dial del deflectómetro.

Como las lecturas que se toman en el dial corresponden a componentes de deformación en un proceso de "descarga", el valor final será menor que el inicial.

**Figura N° 3.01: Esquema y principio de operación de la Viga Benkelman**



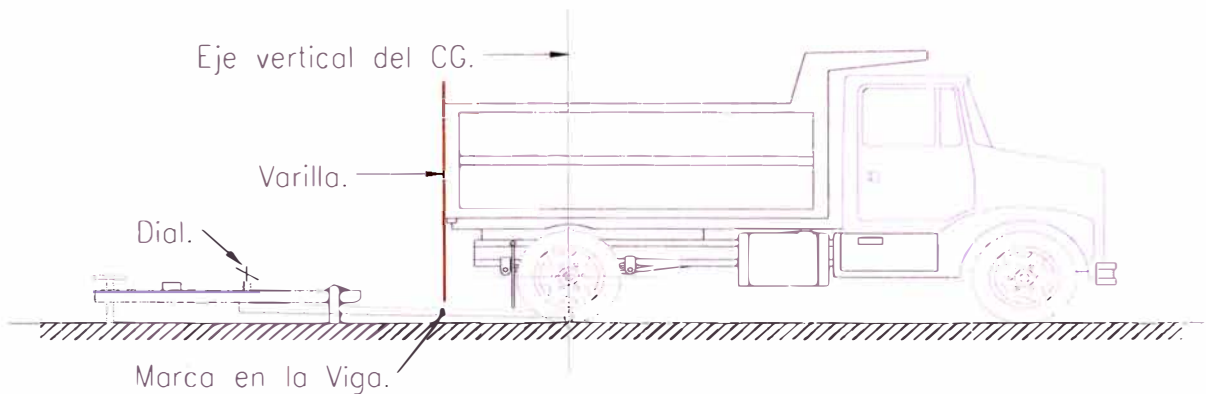
Fuente: Elaboración Propia



POSICIÓN DE LA VIGA BENKELMAN Y LOS FACTORES  
GEOMETRICOS QUE AFECTAN LA MEDICIÓN

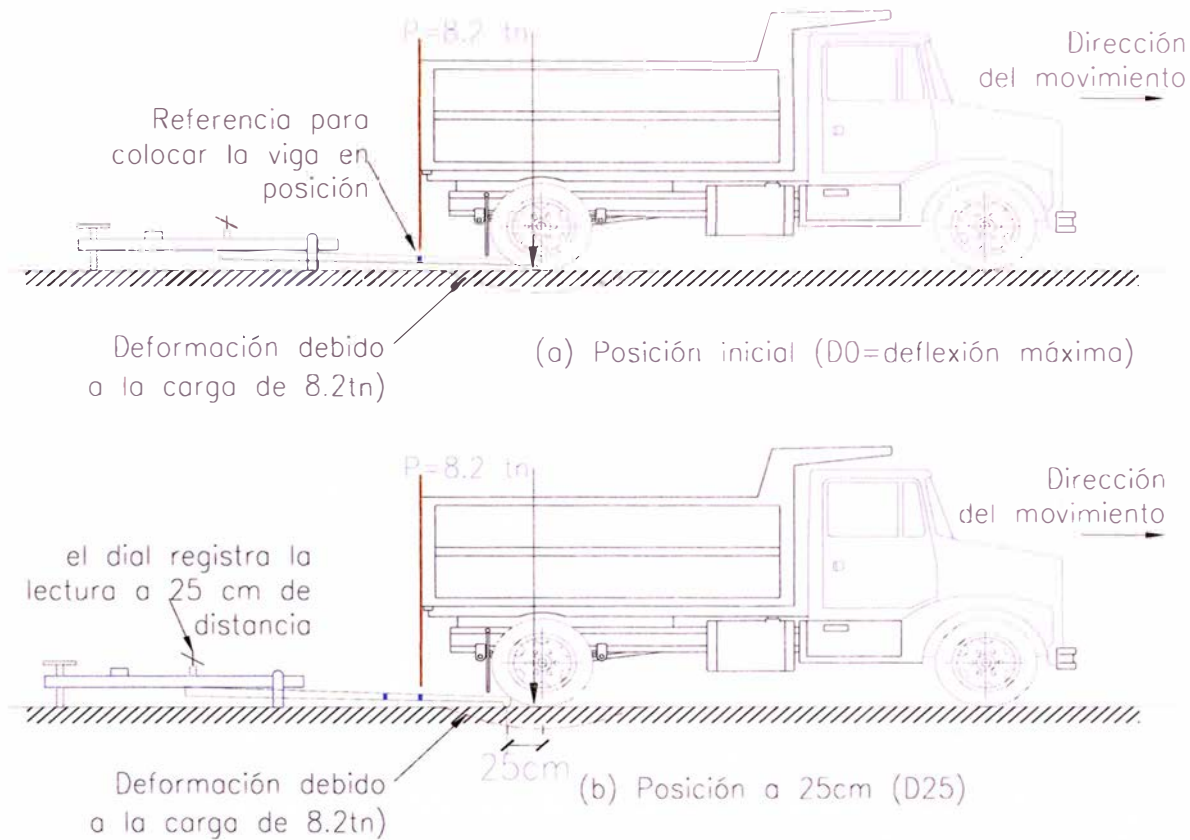
Fuente: Elaboración Propia

**Figura N° 3.02: Configuración Geométrica del sistema de carga en ensayos con la viga benkelman**



Fuente: Elaboración Propia

**Figura N° 3.03: Esquematación del proceso de medición con la viga benkelman**



Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.3 DETERMINACIÓN DEL RADIO DE CURVATURA

El método asume que la curvatura que experimenta la superficie del pavimento, durante la aplicación de la carga, es de forma parabólica, en un segmento de aproximadamente 25cm a partir del punto de máxima deflexión.

Para la determinación del radio de dicha curvatura, se ha establecido la siguiente expresión empírica:

$$R = \frac{6250}{2 \times (D_0 - D_{25})}$$

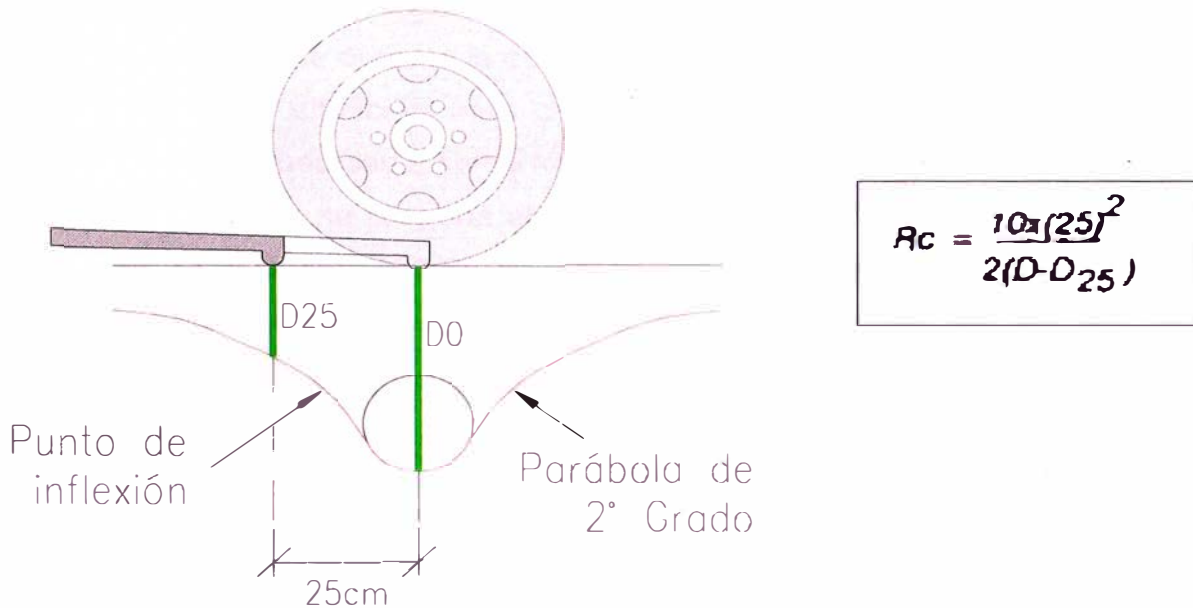
Donde:

R : Radio de curvatura (m)

D<sub>0</sub> : Deflexión máxima corregida por temperatura (0.01 mm)

D<sub>25</sub>: Deflexión a 25 cm corregida por temperatura (0.01 mm)

**Figura N° 3.04. Deformada del pavimento y parámetros de comparación**



Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.3 CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

Partiendo de la premisa que la temperatura de la capa asfáltica de rodadura influencia en el valor de la deflexión, las deflexiones medidas sobre la superficie de un pavimento asfáltico deben ser corregidas en función a la temperatura media que la capa experimenta durante la ejecución del ensayo, la cuál varía durante el transcurso del día.

A fin de referir todas las deflexiones a una temperatura Standard de 20°C, se emplea la siguiente expresión:

$$D_{20} = \frac{D_t}{(K * (t - 20^\circ)) * e + 1}$$

**Donde:**

D20: Deflexión a la temperatura Standard 20°C

Dt : Deflexión a la temperatura t (0.01 mm)

K : coeficiente igual a  $1 \times 10^{-3}$  (1/cm x°C)

t : temperatura del asfalto medida para cada ensayo

e : espesor de la carpeta asfáltica en cm

### 3.2.4 CORRECCIÓN POR ESTACIONALIDAD

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

Para fines prácticos se propone el uso de los siguientes factores de corrección, mostrados en el Cuadro N 3.02, donde se debe de tener en consideración el tipo de suelo de subrasante y la época en que se realizaron los ensayos.

**CUADRO N° 3.02: Factores de corrección por estacionalidad**

TIPO DE SUELO DE SUBRASANTE	ESTACION LLUVIOSA	ESTACION SECA
Arenosa-permeable	1.0	1.1 a 1.3
Arcillosa-sensible al agua	1.0	1.2 a 1.4

Fuente: Elaboración Propia

Si en el ejemplo, los suelos son arcillosos y corresponden a la región de la Sierra con lluvias moderadas, y los ensayos se efectuaron durante el mes de junio, el factor de corrección por estacionalidad mas apropiado será 1.3.

## 3.3 ANÁLISIS DE CAPACIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

### 3.3.1 DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA

La Deflexión Característica es un parámetro estadístico empleado para la caracterización representativa de la magnitud de deformación de los pavimentos. Para su determinación es necesario contar con una base de datos de deflexiones máximas, del tramo que se requiere evaluar, y establecer los parámetros estadísticos de dichos datos.

Se define mediante la siguiente expresión:

$$D_c = D_p + t * \sigma$$

Donde:

Dc: deflexión característica

Dp: deflexión promedio de los valores individuales de D0 corregidos por temperatura y estacionalidad

$\sigma$ : desviación Standard

T: coeficiente que representa al porcentaje del área total con probabilidad de presentar deflexiones superiores a la deflexión característica Dc.

Convencionalmente se utiliza un valor  $t = 1.645$ , lo que equivale a considerar que, sólo un 5% del área total del pavimento, tendrá deflexiones mayores a Dc.

### 3.3.2 DEFLEXIÓN ADMISIBLE Y VIDA REMANENTE

La deflexión admisible es un parámetro definido en función al tráfico de diseño, que establece un límite para la deflexión característica por encima del cuál no se garantiza un comportamiento satisfactorio de la estructura durante el período considerado. La expresión analítica que define este parámetro es:

$$Da = \left( \frac{1.15}{N_{18}} \right)^{0.25}$$

Donde:

Da = deflexión admisible inicial (en mm)

N18 = Número total de eje equivalentes a 18 k (en millones)

La estimación de la vida remanente se establece a través de la expresión dada, en donde la deflexión admisible es igual a deflexión característica.

### 3.4 JUICIO DE LA CAPACIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

Se debe de realizar una comparación empírica entre una medida de comportamiento o respuesta de una deflexión y valores admisibles o valores antiguos de pavimentos debiendo cumplirse que la deflexión característica es menor que la deflexión admisible ( $Dc < Da$ ). En este caso se dice que el pavimento presenta una buena capacidad estructural.

Así también el comportamiento de un pavimento se podrá calificar como satisfactorio, si se cumple lo siguiente para los radios de curvatura:

- Los valores de curvatura calculados son mayores de 100m ( $R_{ci} > 100$  m).
- Radio de curvatura promedio comprendido entre 300-500 m ( $300 < R_c < 500$ ).



La deflexión admisible es un parámetro dirimente dentro del análisis empírico. El radio de curvatura es un valor referencial de la condición actual del pavimento.

### 3.5 Factores de equivalencia (FE)

De los estudios experimentales del efecto destructivo para las distintas cargas, obteniéndose las ecuaciones crecientes, de relación exponencial de orden de 4, entre la carga real y la del eje de referencia adoptado. Estas experiencias, ampliamente difundidas, dan lugar a establecer factores de equivalencia de carga, tanto para eje simples como tarden, los mismos que permitirán cuantificar el tremendo efecto destructivo de los vehículos mas pesados, así como la importancia de conocer el espectro real de las cargas, para poder evaluar la performance de los pavimentos.

Dichos coeficientes de equivalencia dependen esencialmente del criterio empleado para la evaluación del daño (fatiga, deformaciones sobre la subrasante, serviciabilidad, etc.) del tipo del eje considerado (eje simple, doble o tarden, triple).

El eje estándar adoptado es un eje simple de 8.2ton (18.000 libras) determinándose los factores de equivalencia siguiendo la metodología AASHO Road Test, que tiene como criterio la comparación de la valoración de la perdida de la serviciabilidad del pavimento por efecto de carga.

De esta manera se han calculado los ejes de equivalentes para cada intervalo de carga, con las siguientes ecuaciones:

**Cuadro N° 3.03: Cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE)**

Tipo de Eje	Eje Equivalente (N18= EE8.2 tn )
Eje simple de ruedas simples	$EES1 = [ P/6.6 ]^4$
Eje simple de ruedas dobles	$EES2 = [ P/8.2 ]^4$
Eje tarden de ruedas dobles	$EETA = [ P/15.1 ]^4$
Ejes Tridem de ruedas dobles	$EETR = [ P/22.9 ]^4$

P = Peso real por eje en toneladas

Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

### 3.6 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES STANDARD DE 8.2 TON

En la determinación del número de repeticiones de ejes equivalentes Standard, se considera exclusivamente camiones, ómnibuses, etc.

Excluyendo los vehículos ligeros por carecer de alto factor destructivo, siendo necesario considerar el año que fue determinado el IMD y las tasas del crecimiento.

Con los factores destructivos del pavimento, el IMD, la tasa de crecimiento del tráfico, se calcula el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2tn, se usará la siguiente expresión por tipo de vehículo. El resultado final será la sumatoria de los tipos de vehículos considerados:

$$EAL (8.2 \text{ tn}) = 365(\text{IMD2E} \cdot \text{FD2E} + \text{IMD3E} \cdot \text{FD3E} + \text{IMDTYS} \cdot \text{FDTYS}) \frac{[(1+i)^n - 1]}{i}$$

Donde:

EAL (8.2 Ton): Número de Ejes Equivalentes a 8.2 ton en el periodo de diseño.

IMD2E: Índice Medio Diario de Camiones de 2 ejes

IMD3E: Índice Medio Diario de Camiones de 3 ejes

IMDTyST: Índice Medio Diario de Camiones de TyST

FD2E: Factor Destructivo de Camiones de 2E

FD3E: Factor Destructivo de Camiones de 3E

FDTyST: Factor Destructivo de Camiones de TyST

i: Tasa de crecimiento de los vehículos

n: Periodo de Diseño

Se obtuvo el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 Ton con:

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

Donde:

$W_{18}$ : Número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 ton.

$D_D$ : Factor de distribución direccional. Corresponde a carreteras de dos Direcciones por calzada 0.5.

$D_L$ : Factor carril, corresponde a un carril por dirección o sentido ( $D_L = 1$ ).

## CAPITULO IV: APLICACIÓN AL TRAMO KM 89+000 – KM 94+000

### 4.1 RECOPIACIÓN DE DATOS DE CAMPO

La siguiente hoja muestra los datos recogidos de campo durante la evaluación estructural con viga Benkelman.

**Cuadro N° 4.01: Datos de recopilados en campo.**

Renumeración	Estaca (km)	Lecturas de Campo (10 <sup>-2</sup> mm)				Espesor (m)	Temp (°C)
		L <sub>25</sub>	L <sub>40</sub>	L <sub>70</sub>	L <sub>100</sub>		
1	59+300	6.00	12.00	16.00	28.00	0.010	29
2	59+400	8.00	14.00	16.00	18.00	0.007	38
3	59+500	8.00	12.00	16.00	18.00	0.006	44
4	59+600	8.00	10.00	16.00	20.00	0.008	44
5	59+700	10.00	14.00	14.00	20.00	0.007	46
6	59+800	12.00	20.00	22.00	26.00	0.007	48
7	59+900	8.00	12.00	18.00	20.00	0.006	48
8	60+000	12.00	16.00	24.00	26.00	0.009	49
9	60+100	14.00	32.00	34.00	36.00	0.006	49
10	60+200	14.00	34.00	36.00	38.00	0.006	48
11	60+300	16.00	32.00	44.00	48.00	0.005	40
12	66+600	8.00	14.00	26.00	32.00	0.014	43
13	66+700	6.00	8.00	10.00	12.00	0.007	44
14	66+800	4.00	6.00	8.00	10.00	0.014	44
15	66+900	10.00	14.00	16.00	18.00	0.020	44
16	67+000	6.00	8.00	10.00	12.00	0.009	46
17	71+500	6.00	8.00	10.00	12.00	0.011	40
18	71+600	8.00	14.00	16.00	18.00	0.012	40
19	71+700	8.00	12.00	16.00	22.00	0.013	39
20	71+800	6.00	8.00	10.00	12.00	0.007	43
21	71+900	8.00	14.00	18.00	20.00	0.006	44
22	76+600	8.00	16.00	22.00	24.00	0.015	49
23	76+700	8.00	16.00	22.00	24.00	0.010	48
24	76+800	4.00	8.00	10.00	12.00	0.008	50
25	76+900	8.00	12.00	16.00	18.00	0.020	50
26	77+000	8.00	12.00	16.00	18.00	0.016	52
27	80+100	6.00	10.00	14.00	18.00	0.013	55
28	80+200	8.00	12.00	20.00	26.00	0.009	52
29	80+300	10.00	16.00	24.00	30.00	0.011	56
30	80+400	8.00	18.00	24.00	26.00	0.011	56
31	80+500	12.00	18.00	28.00	32.00	0.011	54

Renumeración	Estaca (km)	Lecturas de Campo (10 <sup>-2</sup> mm)				Espesor (m)	Temp (°C)
		L <sub>25</sub>	L <sub>40</sub>	L <sub>70</sub>	L <sub>100</sub>		
32	84+600	6.00	12.00	14.00	18.00	0.011	54
33	84+700	4.00	6.00	8.00	8.00	0.009	56
34	84+800	6.00	8.00	14.00	14.00	0.012	57
35	84+900	8.00	12.00	18.00	20.00	0.013	60
36	85+000	8.00	10.00	14.00	16.00	0.013	61
37	91+100	10.00	16.00	20.00	22.00	0.009	54
38	91+200	8.00	14.00	20.00	22.00	0.011	53
39	91+300	8.00	14.00	18.00	24.00	0.007	53
40	91+400	12.00	16.00	20.00	48.00	0.009	54
41	91+500	8.00	14.00	16.00	20.00	0.012	54
42	97+800	20.00	28.00	40.00	50.00	0.004	52
43	97+900	12.00	18.00	20.00	22.00	0.004	55
44	98+000	8.00	12.00	14.00	16.00	0.004	57
45	98+100	8.00	10.00	12.00	14.00	0.005	58
46	98+200	14.00	24.00	28.00	30.00	0.005	50
47	100+500	8.00	10.00	14.00	16.00	0.006	52
48	100+600	12.00	14.00	20.00	22.00	0.007	53
49	100+700	8.00	10.00	12.00	12.00	0.010	54
50	100+800	12.00	14.00	32.00	44.00	0.007	54
51	100+900	12.00	20.00	24.00	28.00	0.008	54
52	101+000	8.00	20.00	28.00	30.00	0.010	52

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 PROCESAMIENTO DE DATOS

En el siguiente cuadro se detallan los resultados deflectométricos obtenidos para cada una de las estacas ocultadas.

Cabe mencionar que por la premura del tiempo solo se realizaron 5 lecturas en el primer kilómetro de los 5km correspondientes a cada subtramo en estudio, optándose que los resultados que se obtuvieran serían valores representativos todo el subtramo de 5km.



**Cuadro N° 4.02: Procesamiento de datos**

Renumeración	Estaca (km)	Lecturas de Campo (10 <sup>-2</sup> mm)				Espesor (m)	Temp (°C)	RESULTADOS DEFLECTOMÉTRICOS		Radio Curvatura (m)
		L <sub>25</sub>	L <sub>40</sub>	L <sub>70</sub>	L <sub>100</sub>			Deflexiones Corregidas		
								D <sub>25</sub> × 10 <sup>-2</sup> mm	D <sub>MAX</sub> × 10 <sup>-2</sup> mm	
1	59+300	6.00	12.00	16.00	28.00	0.010	29	95.94	122.10	119.44
2	59+400	8.00	14.00	16.00	18.00	0.007	38	43.45	78.21	89.90
3	59+500	8.00	12.00	16.00	18.00	0.006	44	43.38	78.08	90.06
4	59+600	8.00	10.00	16.00	20.00	0.008	44	51.81	86.34	90.48
5	59+700	10.00	14.00	14.00	20.00	0.007	46	43.21	86.43	72.32
6	59+800	12.00	20.00	22.00	26.00	0.007	48	60.42	112.20	60.35
7	59+900	8.00	12.00	18.00	20.00	0.006	48	51.93	86.55	90.27
8	60+000	12.00	16.00	24.00	26.00	0.009	49	60.03	111.49	60.73
9	60+100	14.00	32.00	34.00	36.00	0.006	49	95.14	155.69	51.61
10	60+200	14.00	34.00	36.00	38.00	0.006	48	103.86	164.44	51.58
11	60+300	16.00	32.00	44.00	48.00	0.005	40	139.41	209.11	44.83
12	66+600	8.00	14.00	26.00	32.00	0.014	43	102.31	136.41	91.64
13	66+700	6.00	8.00	10.00	12.00	0.007	44	25.96	51.93	120.36
14	66+800	4.00	6.00	8.00	10.00	0.014	44	25.54	42.57	183.52
15	66+900	10.00	14.00	16.00	18.00	0.020	44	33.59	75.57	74.43
16	67+000	6.00	8.00	10.00	12.00	0.009	46	25.80	51.59	121.14
17	71+500	6.00	8.00	10.00	12.00	0.011	40	25.83	51.66	120.98
18	71+600	8.00	14.00	16.00	18.00	0.012	40	42.97	77.34	90.91
19	71+700	8.00	12.00	16.00	22.00	0.013	39	60.12	94.47	90.97
20	71+800	6.00	8.00	10.00	12.00	0.007	43	25.98	51.96	120.28
21	71+900	8.00	14.00	18.00	20.00	0.006	44	52.05	86.75	90.06
22	76+600	8.00	16.00	22.00	24.00	0.015	49	67.47	101.20	92.64
23	76+700	8.00	16.00	22.00	24.00	0.010	48	68.48	102.72	91.26
24	76+800	4.00	8.00	10.00	12.00	0.008	50	34.38	51.56	181.82
25	76+900	8.00	12.00	16.00	18.00	0.020	50	41.51	74.72	94.11
26	77+000	8.00	12.00	16.00	18.00	0.016	52	41.86	75.34	93.32
27	80+100	6.00	10.00	14.00	18.00	0.013	55	50.50	75.75	123.76
28	80+200	8.00	12.00	20.00	26.00	0.009	52	76.98	111.20	91.34
29	80+300	10.00	16.00	24.00	30.00	0.011	56	84.65	126.97	73.84
30	80+400	8.00	18.00	24.00	26.00	0.011	56	76.18	110.04	92.29
31	80+500	12.00	18.00	28.00	32.00	0.011	54	84.83	135.72	61.40
32	84+600	6.00	12.00	14.00	18.00	0.011	54	50.90	76.34	122.80
33	84+700	4.00	6.00	8.00	8.00	0.009	56	17.05	34.10	183.31
34	84+800	6.00	8.00	14.00	14.00	0.012	57	33.70	58.98	123.63
35	84+900	8.00	12.00	18.00	20.00	0.013	60	50.19	83.65	93.39
36	85+000	8.00	10.00	14.00	16.00	0.013	61	33.42	66.84	93.51
37	91+100	10.00	16.00	20.00	22.00	0.009	54	51.23	93.93	73.20
38	91+200	8.00	14.00	20.00	22.00	0.011	53	59.44	93.41	92.00
39	91+300	8.00	14.00	18.00	24.00	0.007	53	68.81	103.22	90.83
40	91+400	12.00	16.00	20.00	48.00	0.009	54	153.70	204.93	61.00
41	91+500	8.00	14.00	16.00	20.00	0.012	54	50.73	84.55	92.40
42	97+800	20.00	28.00	40.00	50.00	0.004	52	130.33	217.22	35.97
43	97+900	12.00	18.00	20.00	22.00	0.004	55	43.39	95.46	60.01
44	98+000	8.00	12.00	14.00	16.00	0.004	57	34.69	69.37	90.09
45	98+100	8.00	10.00	12.00	14.00	0.005	58	25.91	60.45	90.47
46	98+200	14.00	24.00	28.00	30.00	0.005	50	69.36	130.05	51.49
47	100+500	8.00	10.00	14.00	16.00	0.006	52	34.54	69.07	90.48
48	100+600	12.00	14.00	20.00	22.00	0.007	53	43.01	94.61	60.55
49	100+700	8.00	10.00	12.00	12.00	0.010	54	17.02	51.06	91.80
50	100+800	12.00	14.00	32.00	44.00	0.007	54	137.53	189.10	60.59
51	100+900	12.00	20.00	24.00	28.00	0.008	54	68.54	119.94	60.80
52	101+000	8.00	20.00	28.00	30.00	0.010	52	93.80	127.91	91.62

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de todos los datos comprendidos desde el km 59+300 al km 101+000, Debido a la discontinuidad de datos tomados en campo se procedió a reenumerar consecutivamente cada estaca leídas en campo, con la finalidad de obtener un deflectograma con lecturas consecutivas y con estas consideraciones se obtendrá un deflectograma sin saltos y con el cual se procederá a obtener un análisis de juicio.

### 4.3 TRÁFICO VEHICULAR

Se realizó el cálculo de proyección del tráfico correspondiente al conteo realizado en el año 2008, con la finalidad de determinar los FE al año 2009.

**Cuadro N° 4.03: Tráfico Vehicular Actual.**

Tipo de Vehículo	IMD 2008				Tasa de crecimiento i (%)	IMD 2009		
	Zuñiga 56+600 - P. Nuevo 66+580	P. Nuevo 66+580 - Chichicay 92+110	Chichicay 92+110 - Capillucas 94+640	Capillucas 94+640 - Dv. Yauyos 127+000		Zuñiga 56+600 - P. Nuevo 66+580	P. Nuevo 66+580 - Capillucas 94+640	Capillucas 94+640 - Dv. Yauyos 127+000
Automovil	6	3	2	1	2.6	6	3	1
Camioneta	194	289	58	20	2.6	199	297	21
Combi Rural	74	61	18	4	2.6	76	63	4
Micro	48	68	8	0	1.4	49	69	0
Omnibus 2E	15	14	13	8	1.4	15	14	8
Omnibus 3E	1	0	1	0	1.4	1	0	0
Camión 2 Ejes	47	42	30	9	4.6	49	44	9
Camión 3 Ejes	9	4	2	11	4.6	9	4	12
Camión 4 Ejes	1	2	2	0	4.6	1	2	0
Semitraylers	28	53	98	0	4.6	29	55	0
Traylers	38	33	0	0	4.6	40	35	0
<b>TOTAL</b>					<b>Σ =</b>	474	586	55

Fuente(\*): Conservación Vial Por Niveles de Servicio de la Carretera Cañete - Lunahuaná - Pacarán - Chupaca y Rehabilitación del Tramo Zúñiga - DV. Yauyos - Ronchas)

### 4.4 FACTORES DE EQUIVALENCIA (FE)

Se realizó el cálculo de los factores de equivalencia para cada tipo de vehículo registrado en el conteo de tráfico:



**Cuadro N° 4.04: Determinación de los factores de equivalencia de carga.**

Nro.	Tipo de vehículo	Descripción	Eje delantero	Ejes posteriores				EE <sub>8.2</sub> TN
				1er eje	2do eje	3er eje	4to eje	
1	micro	Carga (Tn)	7	11				18
		F.E.C.	1.265	3.238				4.504
2	Omnibus 2E	Carga (Tn)	7	11				18
		F.E.C.	1.265	3.238				4.504
3	Omnibus 3E	Carga (Tn)	7	18				25
		F.E.C.	1.265	2.019				3.285
4	Camión 2E-P	Carga (Tn)	7	11				18
		F.E.C.	1.265	3.238				4.504
5	Camión 3E	Carga (Tn)	7	18				25
		F.E.C.	1.265	2.019				3.285
6	Camión 4E	Carga (Tn)	7	23				30
		F.E.C.	1.265	1.018				2.283
7	Semitrayler 2S2	Carga (Tn)	7	11	18			36
		F.E.C.	1.265	3.238	2.019			6.523
8	traylers	Carga (Tn)	7	11	11	11		40
		F.E.C.	1.265	3.238	3.238	3.238		10.980

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente cuadro muestra el cálculo del número de ejes equivalentes y la deformación admisible máxima, con una proyección de 6 años para el tramo.

**Cuadro N° 4.05: Cálculo de número de ejes equivalentes y la deformación admisible del tramo: Zuñiga 56+600 - P. Nuevo 66+580.**

Tipo de vehículo	EE <sub>8.2</sub> TN	IMD <sub>2009</sub>	Tasa de crecimiento i (%)	EAL <sub>(2010)</sub>	EAL <sub>(2011)</sub>	EAL <sub>(2012)</sub>	EAL <sub>(2013)</sub>	EAL <sub>(2014)</sub>	EAL <sub>(2015)</sub>
micro	4.504	49	1.4	80547.85	162223.36	245042.34	329020.78	414174.91	500521.21
Omnibus 2E	4.504	15	1.4	24657.50	49660.21	75012.96	100720.65	126788.24	153220.78
Omnibus 3E	3.285	1	1.4	1198.87	2414.53	3647.20	4897.14	6164.57	7449.74
Camión 2E-P	4.504	49	4.6	80547.85	164800.89	252929.58	345112.19	441535.20	542393.66
Camión 3E	3.285	9	4.6	10789.85	22076.02	33881.37	46229.76	59146.17	72656.74
Camión 4E	2.283	1	4.6	833.28	1704.88	2616.58	3570.22	4567.73	5611.12
Semitrayler 2S2	6.523	29	4.6	69044.55	141265.15	216807.89	295825.60	378478.13	464932.67
traylers	10.980	40	4.6	160311.32	327996.97	503396.15	686863.70	878770.75	1079505.53
Factor Direccional	0.5		EAL	4.28E+05	8.72E+05	1.33E+06	1.81E+06	2.31E+06	2.83E+06
Factor Carril	1		W <sub>18</sub>	2.14E+05	4.36E+05	6.67E+05	9.06E+05	1.15E+06	1.41E+06
			Da (x10-2 mm)	152.26	127.43	114.60	106.14	99.90	94.98

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 4.06: Cálculo de número de ejes equivalentes y la deformación admisible del tramo: P. Nuevo 66+580 - Capillucas 94+640.**

Tipo de vehículo	EE <sub>8,2 TN</sub>	IMD <sub>2009</sub>	Tasa de crecimiento i (%)	EAL <sub>(2010)</sub>	EAL <sub>(2011)</sub>	EAL <sub>(2012)</sub>	EAL <sub>(2013)</sub>	EAL <sub>(2014)</sub>	EAL <sub>(2015)</sub>
				micro	4.504	69	1.4	113424.52	228436.98
Omnibus 2E	4.504	14	1.4	23013.67	46349.53	70012.10	94005.94	118335.69	143006.06
Omnibus 3E	3.285	0	1.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E-P	4.504	44	4.6	72328.68	147984.48	227120.44	309896.66	396480.58	487047.37
Camión 3E	3.285	4	4.6	4795.49	9811.57	15058.39	20546.56	26287.19	32291.89
Camión 4E	2.283	2	4.6	1666.55	3409.77	5233.17	7140.45	9135.46	11222.24
Semitrayler 2S2	6.523	55	4.6	130946.56	267916.66	411187.38	561048.56	717803.35	881768.87
traylers	10.980	35	4.6	140272.41	286997.35	440471.63	601005.74	768924.41	944567.34
Factor Direccional	0.5		EAL Σ =	4.86E+05	9.91E+05	1.51E+06	2.06E+06	2.62E+06	3.20E+06
Factor Carril	1		W <sub>18</sub>	2.43E+05	4.95E+05	7.57E+05	1.03E+06	1.31E+06	1.60E+06
			Da (x10-2 mm)	147.46	123.43	111.02	102.83	96.79	92.04

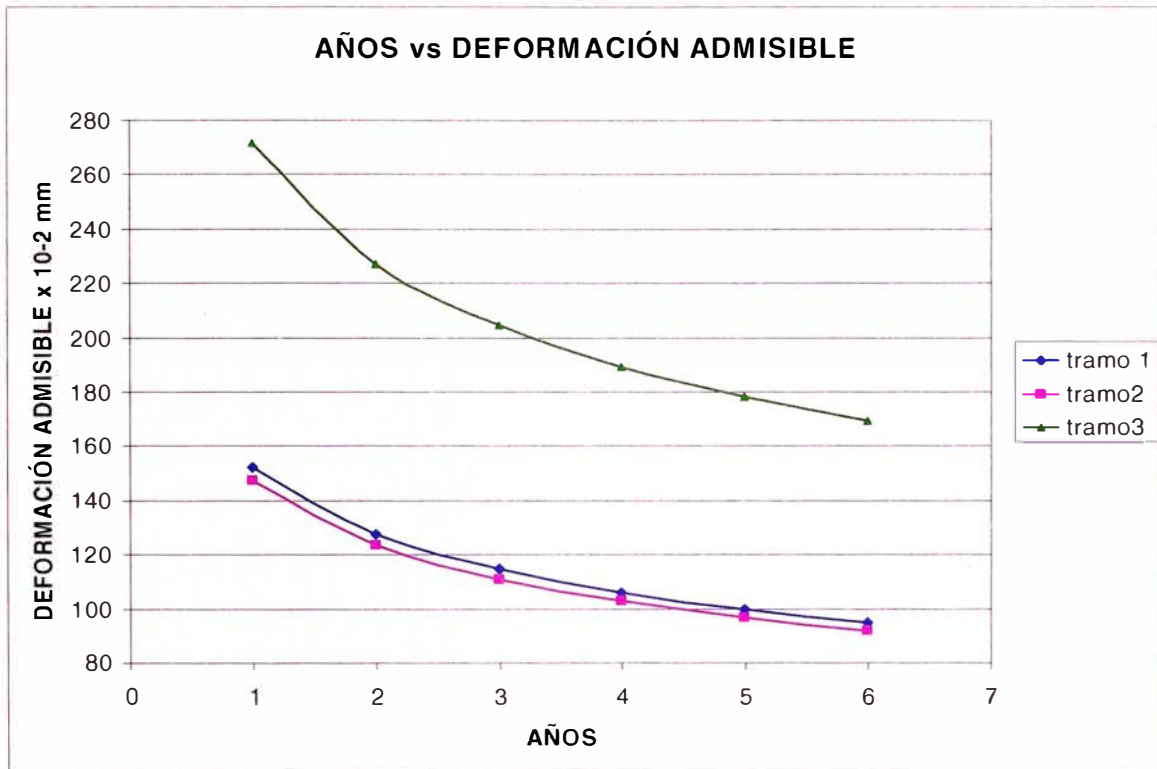
Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 4.07: Cálculo de número de ejes equivalentes y la deformación admisible del tramo: Capillucas 94+640 - Dv. Yauyos 127+000.**

Tipo de vehículo	EE <sub>8,2 TN</sub>	IMD <sub>2009</sub>	Tasa de crecimiento i (%)	EAL <sub>(2010)</sub>	EAL <sub>(2011)</sub>	EAL <sub>(2012)</sub>	EAL <sub>(2013)</sub>	EAL <sub>(2014)</sub>	EAL <sub>(2015)</sub>
				micro	4.504	0	1.4	0	0
Omnibus 2E	4.504	8	1.4	13150.6688	26485.447	40006.9121	53717.6777	67620.394	81717.7484
Omnibus 3E	3.285	0	1.4	0	0	0	0	0	0
Camión 2E-P	4.504	9	4.6	14794.5024	30269.552	46456.4538	63387.9531	81098.3014	99623.3257
Camión 3E	3.285	12	4.6	14386.4613	29434.6998	45175.1573	61639.6758	78861.5622	96875.6553
Camión 4E	2.283	0	4.6	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S2	6.523	0	4.6	0	0	0	0	0	0
traylers	10.980	0	4.6	0	0	0	0	0	0
Factor Direccional	0.5		EAL Σ =	4.23E+04	8.62E+04	1.32E+05	1.79E+05	2.28E+05	2.78E+05
Factor Carril	1		W <sub>18</sub>	2.12E+04	4.31E+04	6.58E+04	8.94E+04	1.14E+05	1.39E+05
			Da (x10-2 mm)	271.50	227.28	204.45	189.40	178.30	169.56

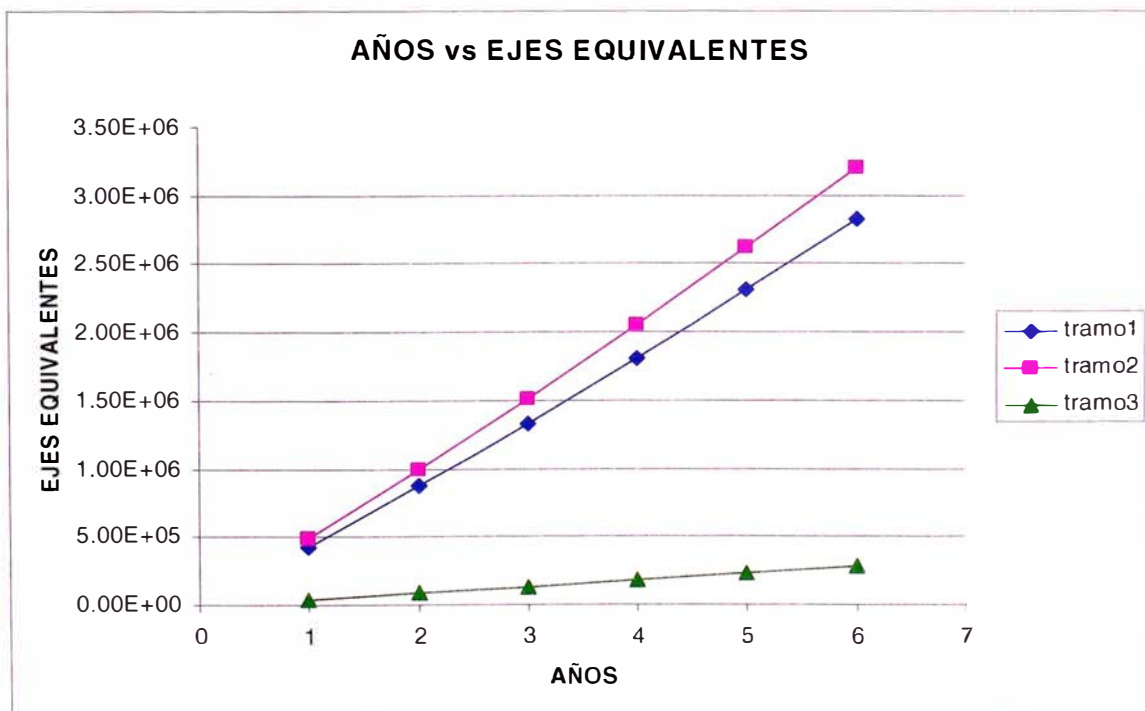
Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 4.01: Grafico comparativo de años vs deflexión**



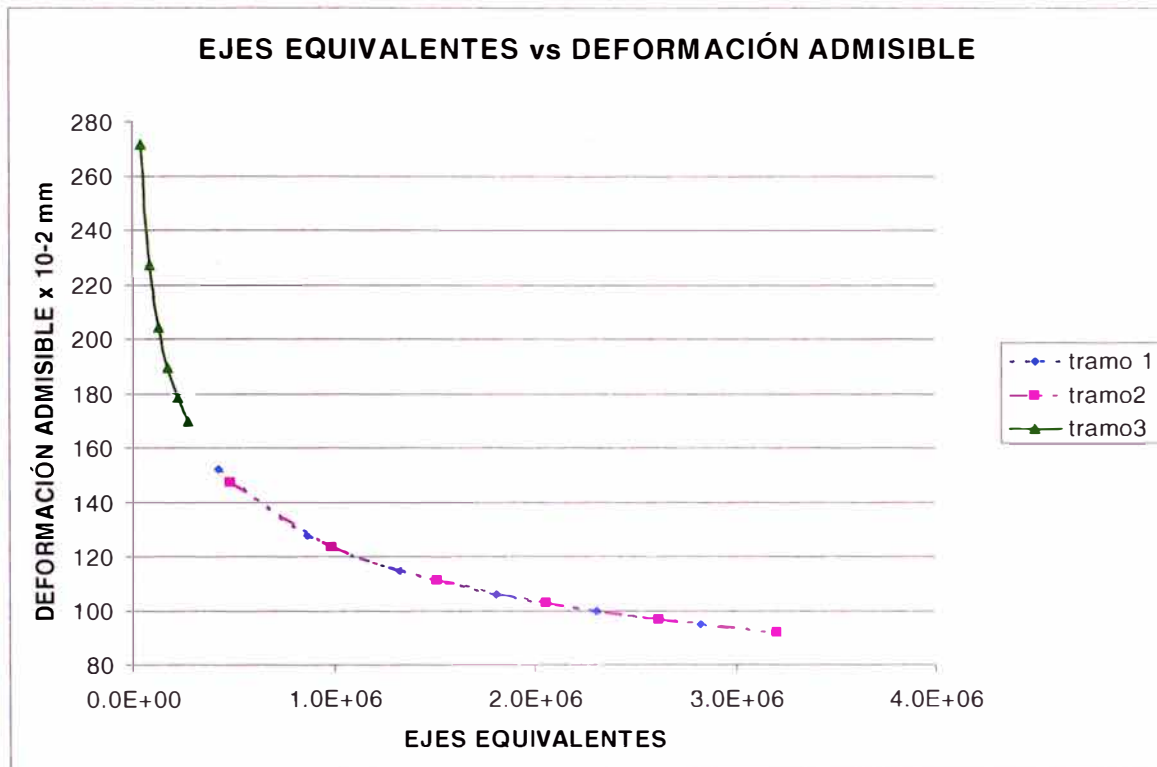
Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 4.02: Grafico comparativo de años vs número de ejes equivalentes**



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 4.03: Grafico comparativo entre número de ejes equivalentes vs deflexión admisible**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.6 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

De la figura 4.01 La curva años vs deflexión se puede decir lo siguiente:

La deflexión admisible decrece rápidamente en los tres primeros años y luego decrece de manera lentamente. Debido al comportamiento lento que presenta al tercer año el pavimento necesitará una nueva intervención de mantenimiento.

De la figura 4.02, La curva años vs número de ejes equivalentes, se puede afirmar que el número los ejes equivalentes crecen lineal al transcurrir el tiempo, y el comportamiento de la curva esta en función del IMD de cada sector.

De la figura 4.03 Se puede observar que la deflexión admisible se comporta inversamente proporcional al incremento del número de ejes equivalentes, a mayor número de ejes equivalentes menor deformación admisible y viceversa.

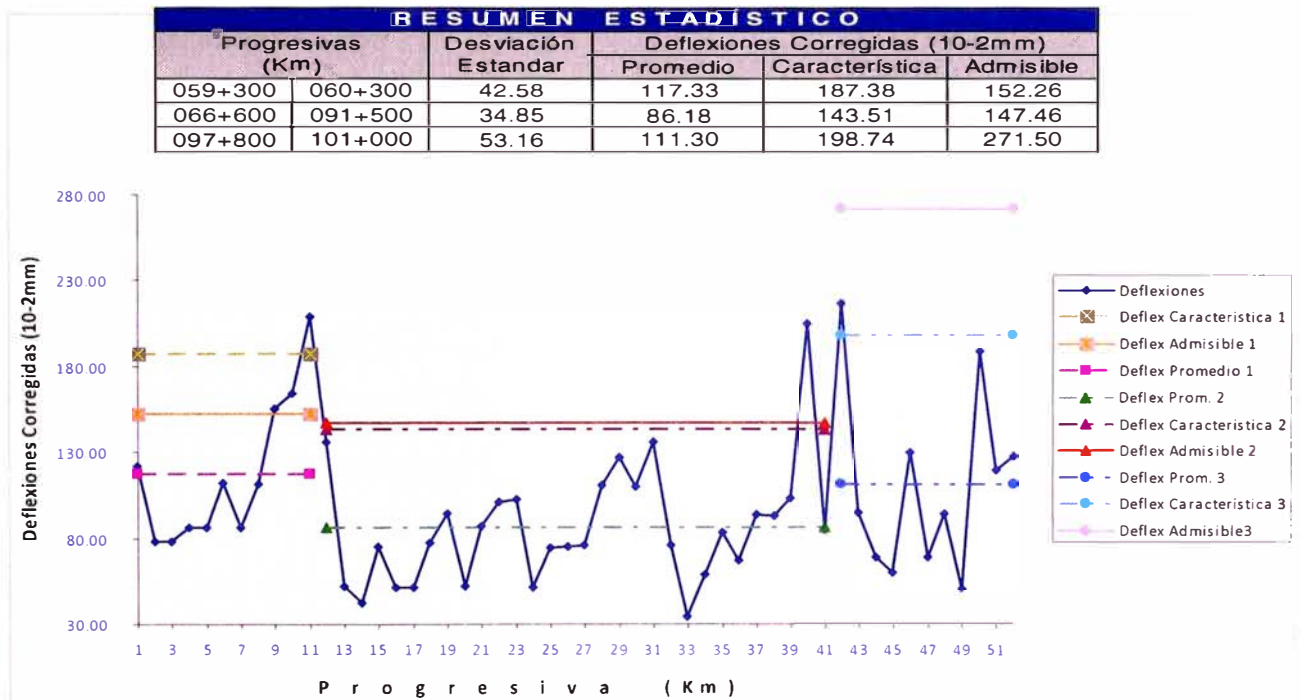


## CAPITULO V: ANALISIS DE RESULTADOS

### 5.1 GRAFICO DE DEFLECTOGRAMA

El presente deflectograma se calculo con todos los puntos leídos en campo durante la evaluación estructural con la viga benkelman.

**Figura N° 5.01: Deflectograma del km 59+300 al km 101+000**



Fuente: Elaboración propia

La figura 5.01 corresponde al deflectograma de todo el tramo analizado, donde se ha sectorizado en función al conteo del tráfico realizado en 3 subtramos. Así también se puede visualizar los valores inconsistentes correspondientes a las deflexiones obtenidas de campo.

Se puede observar que en el subtramo correspondiente al km 59+300 – km 60+300, presenta valores de  $dc(187.38 \times 10^{-2} \text{mm}) > da(152.26 \times 10^{-2} \text{mm})$  concluyendo que la  $dc > da$ , por lo tanto podemos decir que el subtramo presenta un mal comportamiento estructural.

El subtramo correspondiente al km 66+600 – km 91+500, presenta valores de  $dc(143.51 \times 10^{-2} \text{mm}) < da(147.46 \times 10^{-2} \text{mm})$  concluyendo que la  $dc < da$ , por lo tanto podemos decir que el subtramo presenta un buen comportamiento estructural.

El subtramo correspondiente al km 97+800 – km 101+000, presenta valores de  $dc(198.74 \times 10^{-2} \text{mm}) < da(271.50 \times 10^{-2} \text{mm})$  concluyendo que la  $dc < da$ , por lo tanto podemos decir que el subtramo presenta un buen comportamiento estructural.

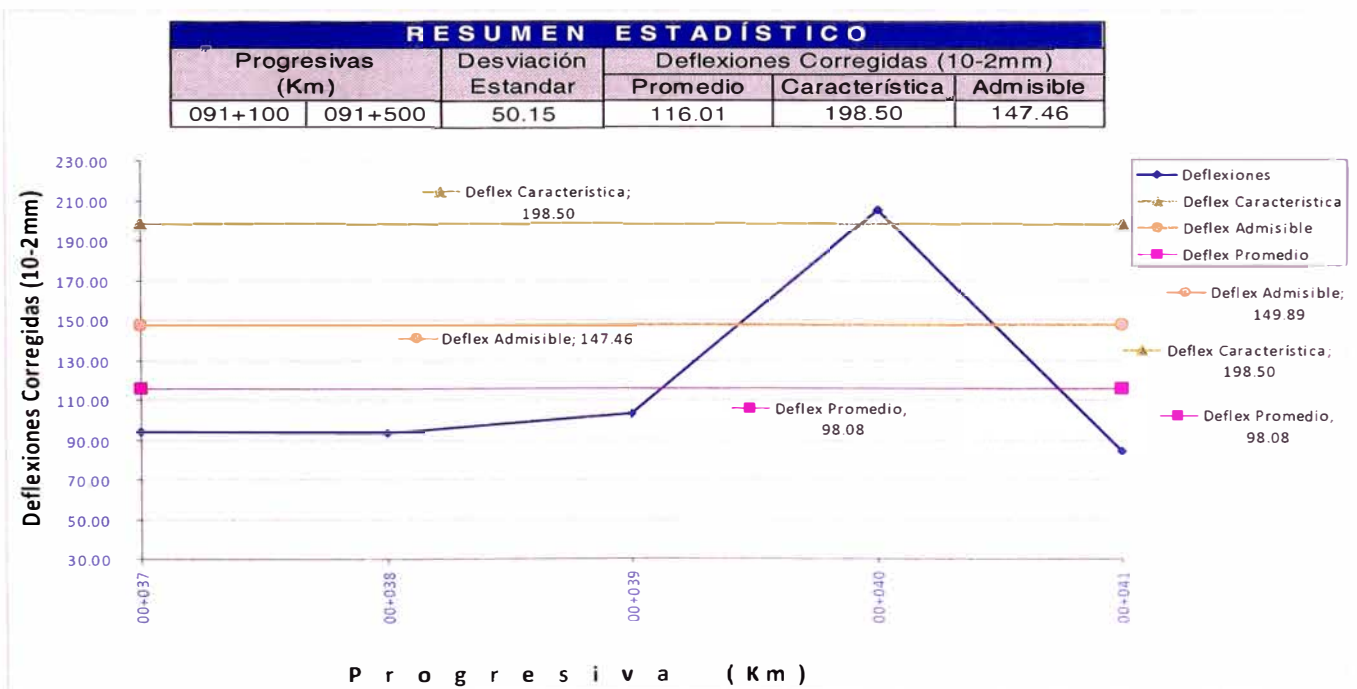
## 5.2 SECTORIZACIÓN

La sectorización en esta parte del análisis de resultados que constituye en seleccionar los valores homogéneos de las deflexiones obtenidas en el deflectograma que precede, eliminando los valores inconsistentes. Se puede realizar la sectorización tomando los siguientes criterios:

- Por el tráfico IMD's.
- Por el tipo de tratamiento.
- Por el tipo de Suelo de fundación.
- Por homogeneidad del deflectograma.

La sectorización que desarrollaremos en función al tráfico

**Figura N° 5.02: Sectorización del Deflectograma km 89+000 al km 94+000**

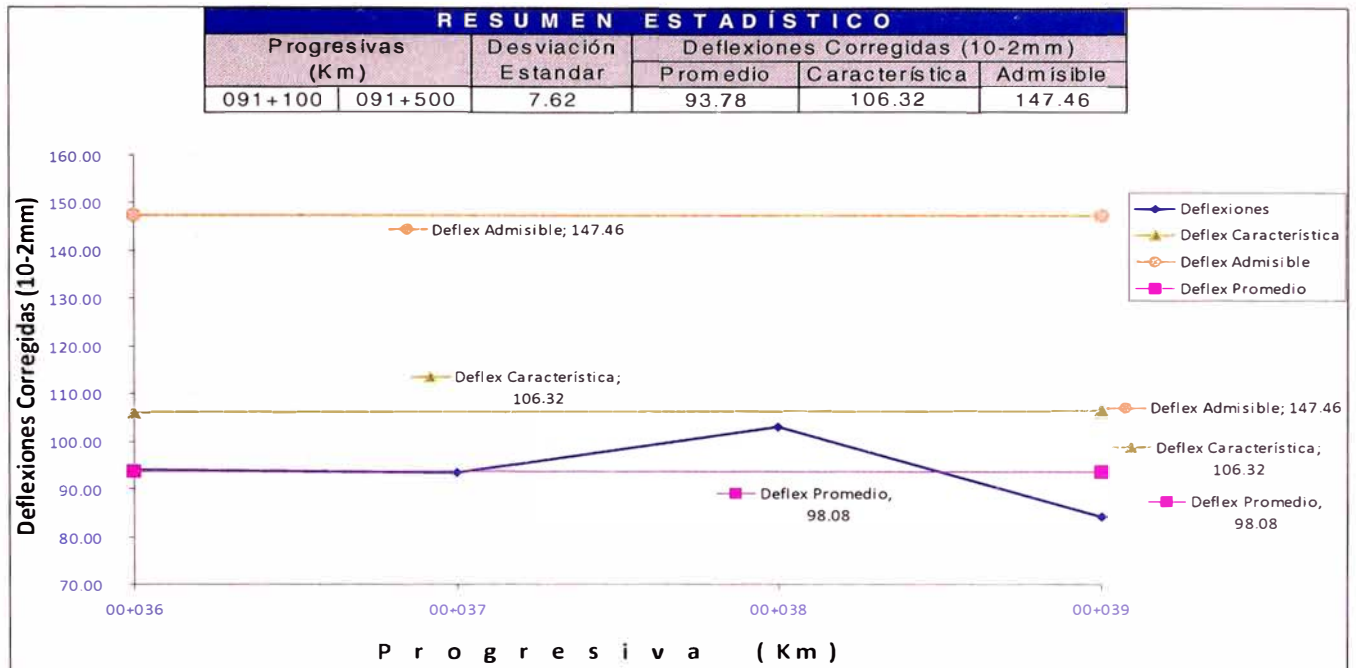


Fuente: Elaboración propia

La figura 5.03 corresponde al cálculo después de eliminar la progresiva 91+400, apreciándose un buen comportamiento estructural al primer año de servicio.

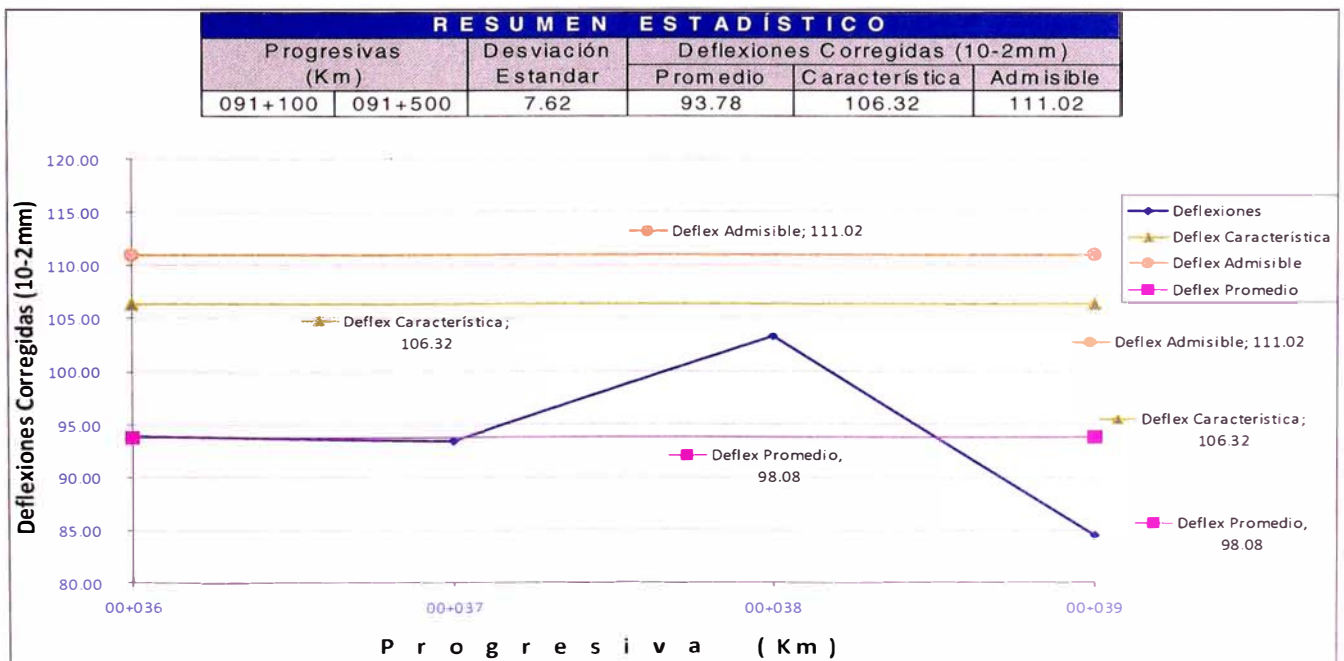


**Figura N° 5.03: Deflectograma al primer año de servicio, km 89+000 al km 94+000**



Fuente: Elaboración propia

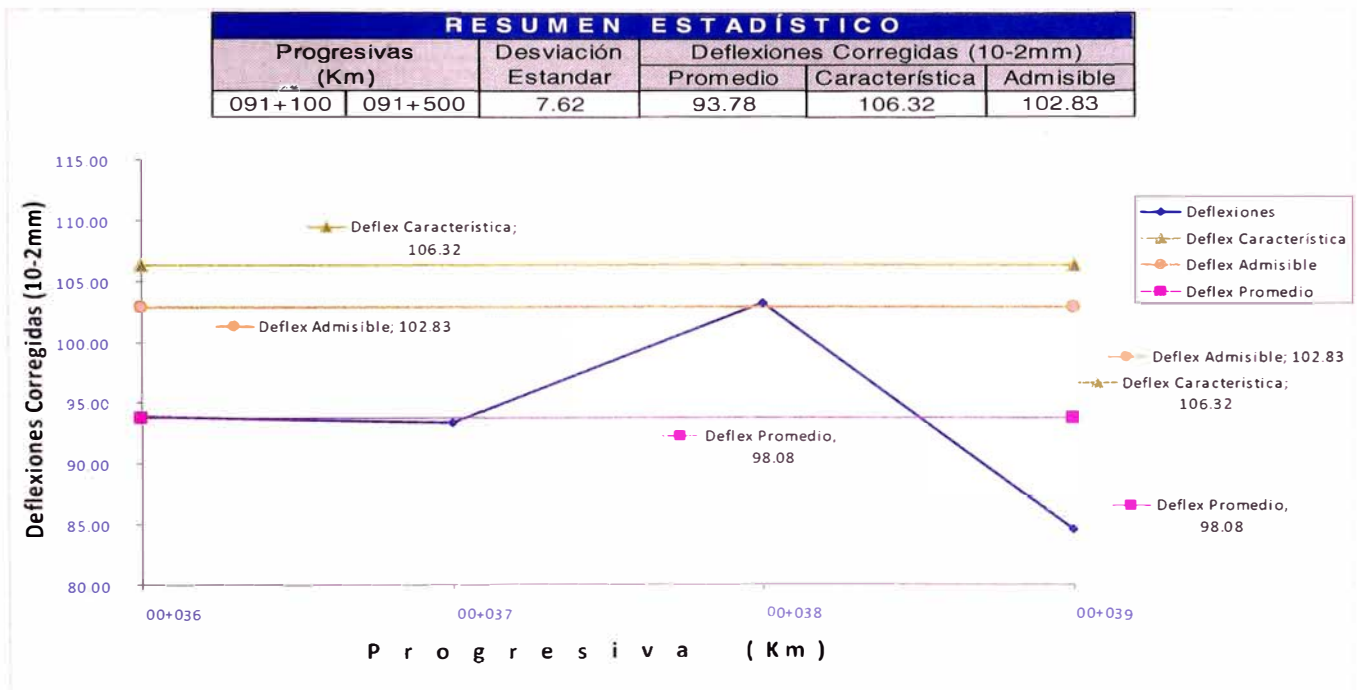
**Figura N° 5.04: Deflectograma al tercer año de servicio, km 89+000 al km 94+000**



Fuente: Elaboración propia

La figura 5.05 corresponde al cuarto año de vida de servicio contado a partir de esta evaluación, donde la deflexión característica que se encuentra con un valor por encima de la deflexión admisible, lo cual quiere decir que el comportamiento de la estructura del pavimento no esta respondiendo a la carga sometida del trafico actuante, lo cual quiere decir que la estructura del pavimento ya necesita una rehabilitación.

**Figura N° 5.05: Deflectograma al cuarto año de servicio, km 89+000 al km 94+000**



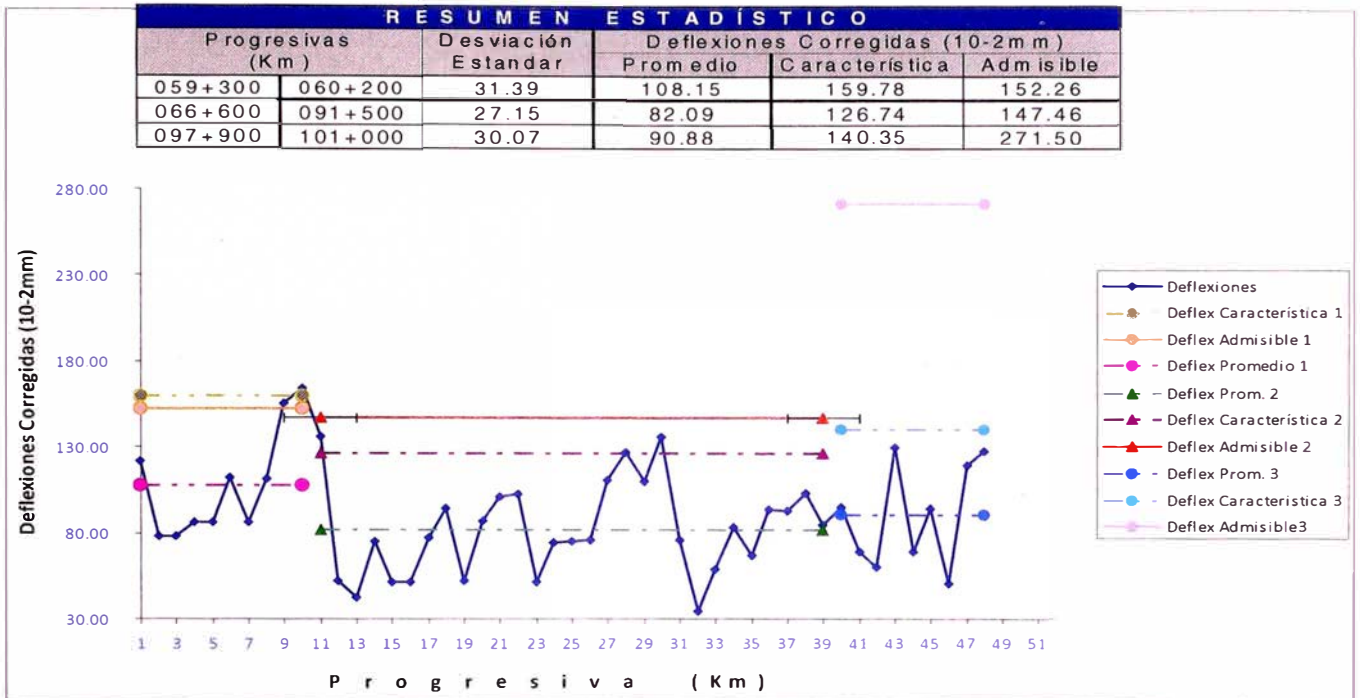
Fuente: Elaboración propia

### 5.3 ITERACIÓN CON OTROS TRAMOS

La iteración de los resultados se realizara de la siguiente forma viendo el comportamiento de los resultados después de haber eliminando lecturas las lecturas inconsistente que generaban los picos.

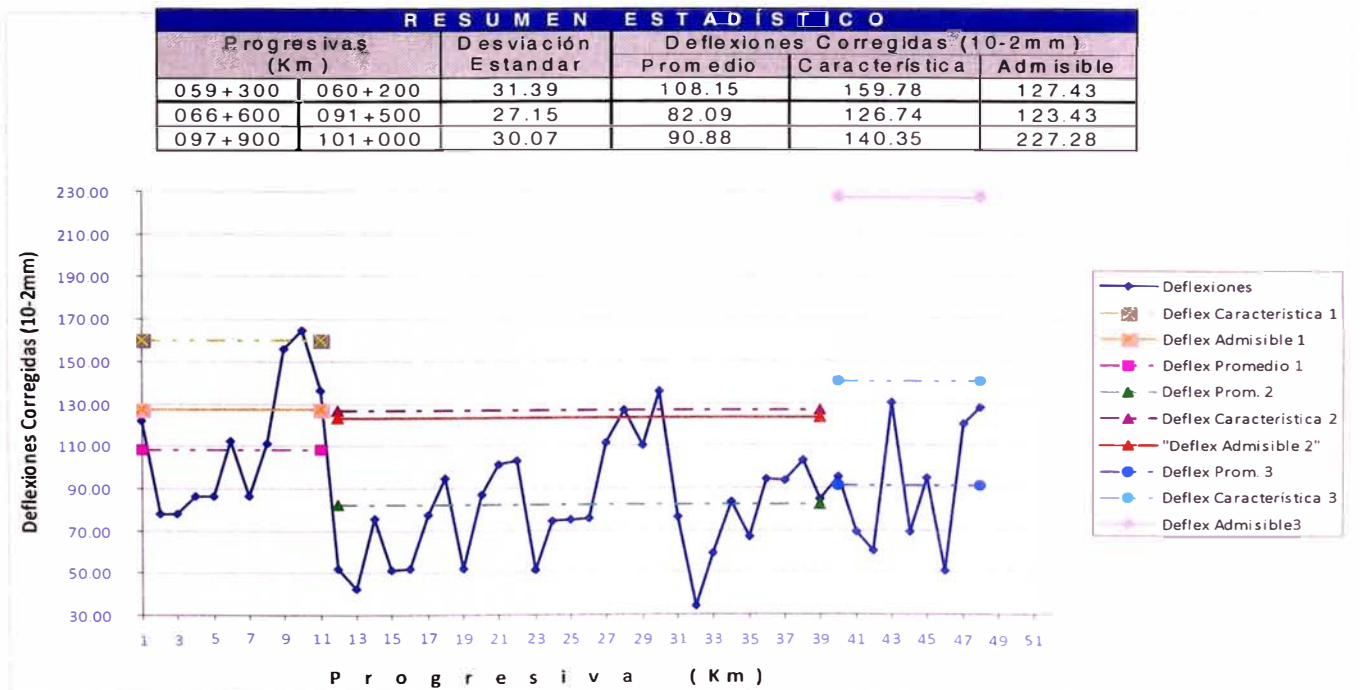
Primeramente eliminamos las lecturas inconsistentes con progresivas: 60+100, 91+400, 97+800, 100+800, obteniendo los siguientes resultados, y cada grafico que se muestra tendrán su respectivo comentarios.

**Figura N° 5.06: Deflectograma al primer año de servicio, km 89+000 al km 101+000**



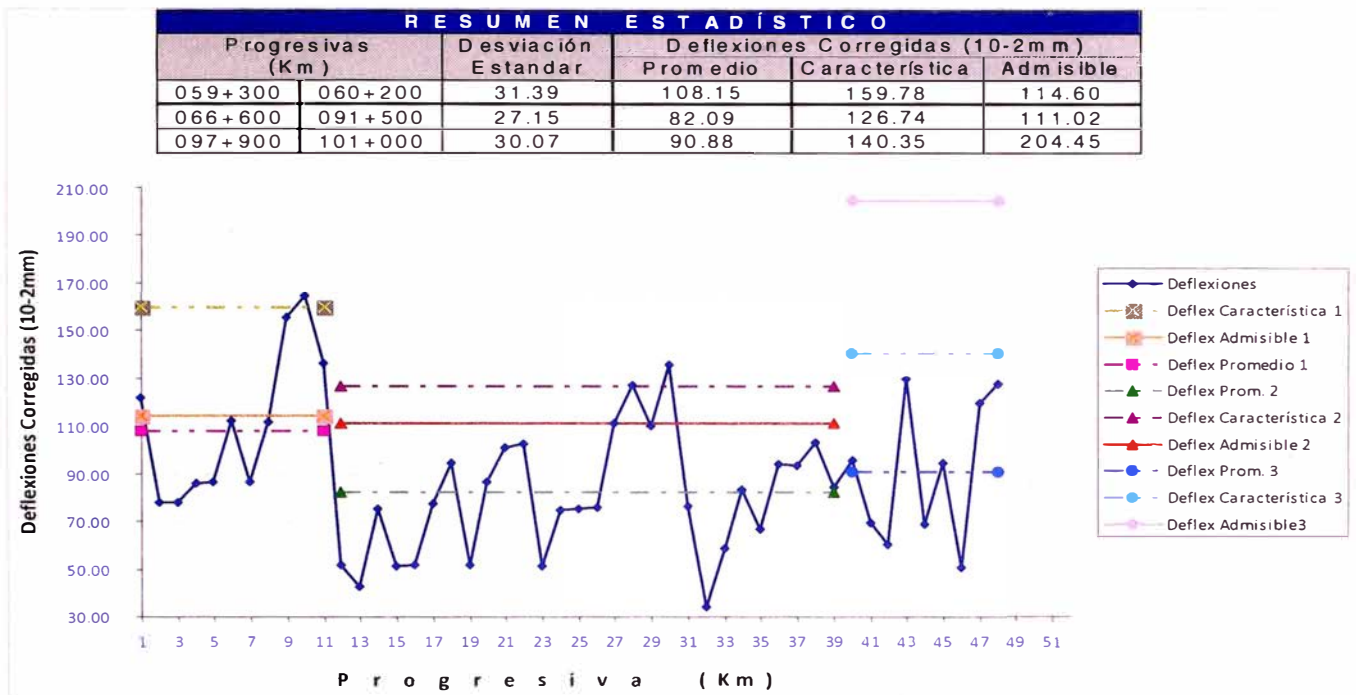
Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 5.07: Deflectograma al segundo año de servicio, km 89+000 al km 101+000**



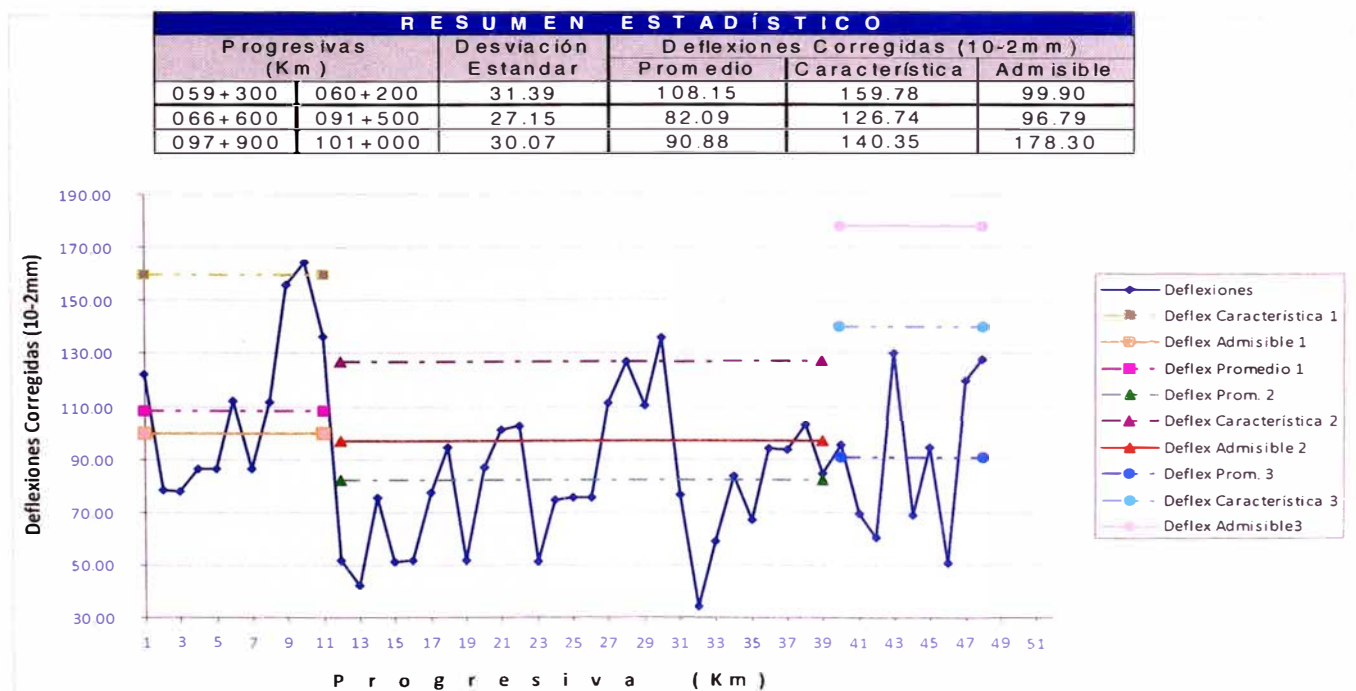
Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 5.08: Deflectograma al tercer año de servicio, km 89+000 al km 101+000**



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 5.09: Deflectograma al quinto año de servicio, km 89+000 al km 101+000**



Fuente: Elaboración propia



La figura N° 5.06, corresponde al primer año de servicio del pavimento donde se puede diferenciar el comportamiento de los tres tramos, podemos decir que el primer tramo a pesar de eliminar los puntos inconsistentes se evidencia un mal comportamiento estructural debido a los valores obtenidos de  $dc(159.78) > da(152.26)$ , concluyendo que este tramo requiere rehabilitación.

La figura N° 5.07, muestra el comportamiento en el segundo año de servicio del pavimento determinando que el segundo tramo presenta un mal comportamiento estructural presentando el siguiente valor  $dc(126.74) > da(123.43)$  concluyendo que este tramo también requiere rehabilitación.

De las figuras N° 5.08 y 5.09, corresponden al quinto año de vida de servicio, ambas muestran el mismo comportamiento con valores de  $dc > da$ ,

A partir de estas últimas cuatro figuras se puede establecer un orden de prioridad de rehabilitación como se muestra a continuación:

Primer tramo km 59+300 – km 60+300 (Prioridad 1).

Segundo tramo km 66+600 – km 91+500 (Prioridad 2).

Tercer tramo km 97+800 – km 101+000 (Prioridad 3).

## CONCLUSIONES

Se puede concluir que la vía en la actualidad se encuentra en buen estado estructural, serviciabilidad y confort. Esto se debe al cambio de nivel estado servicio aplicado a la vía, permitiendo que los usuarios tengan viajes con mayor seguridad.

De los datos tomados en campo se evidencia una variabilidad de la capacidad de respuesta del pavimento cuando es sometida a un incremento de carga; la misma que se refleja en el variación decreciente de la deformación admisible al incrementarse el número de ejes equivalentes a lo largo del tiempo.

De los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio, se aprecia que a niveles de subrasante se ubican arenas limos arcillosas de mediana a baja plasticidad con valores de CBR inferiores al 6%; de acuerdo a estos resultados se concluye que este tramo presenta una deficiente capacidad de soporte con fines de pavimentación.

Se concluye que el subtramo correspondiente al km 89+000 al km 94+000, aun presenta un buen comportamiento estructural al tercer año de servicio.

Se puede concluir tráfico inesperado en la carretera originado por el proyecto hidroeléctrico Platanal y unidades particulares después de los primeros trabajos han originado un rápido deterioro del pavimento presentando variaciones imprevistas en las deflexiones y deformación admisible a corto plazo reduciendo su serviciabilidad.

La carretera presenta carencia de un buen sistema de drenaje longitudinal y transversal, factores climáticos propio de la región y falta de mantenimiento son otras fuentes de disminución de la capacidad estructural que se relacionan con la saturación del paquete estructural.



## RECOMENDACIONES

Se recomienda para la toma de datos en campo con la Viga Benkelman, las lecturas observadas en el dial deberán ser leídas por una sola persona para no tener una interpretación diferente al de otra persona debido a que se podría ser una fuente de error, distorsionando finalmente los valores de las deflexiones.

Es muy importante realizar las mediciones de deflexiones a lo largo de toda la vía en el lado derecho e izquierdo para tener mayor exactitud de los resultados y homogenizar las deflexiones.

Por el comportamiento estructural analizado en la sectorización del subtramo del km 89+000 – km 94+000 se ha evidenciado por los resultados obtenidos de  $d_a = 106.32 \times 10^{-2} \text{mm} > d_c = 102.83 \times 10^{-2} \text{mm}$ , en tal sentido se recomienda realizar una nueva intervención al tercer año de servicio.

Se recomienda como medida de control que la apertura del tráfico se debe realizar después de las 24 horas de colocado el tratamiento superficial sobre el afirmado. Si esta no es factible, se deberán tomar medidas para que los vehículos no circulen a una velocidad superior a treinta kilómetros por hora (30km/h). Y así también después de los 45 minutos transcurridos de la colocación los vehículos podrán transitar a una velocidad menor de 15 km/h.

Se debe de dotar de un bien sistema de drenaje con la finalidad de que en las épocas de lluvia la vía se convierta en una gran cuneta como sucede en muchas vías del país por falta de un buen sistema de drenaje longitudinal y transversal.

Se recomienda un mejoramiento de suelos en este sector en los sectores con  $\text{CBR} < 6\%$ , según lo señalado en las EG-2000 (Especificaciones técnicas para la construcción de carreteras), y así evitar deformaciones durante su etapa de servicio de la vía.

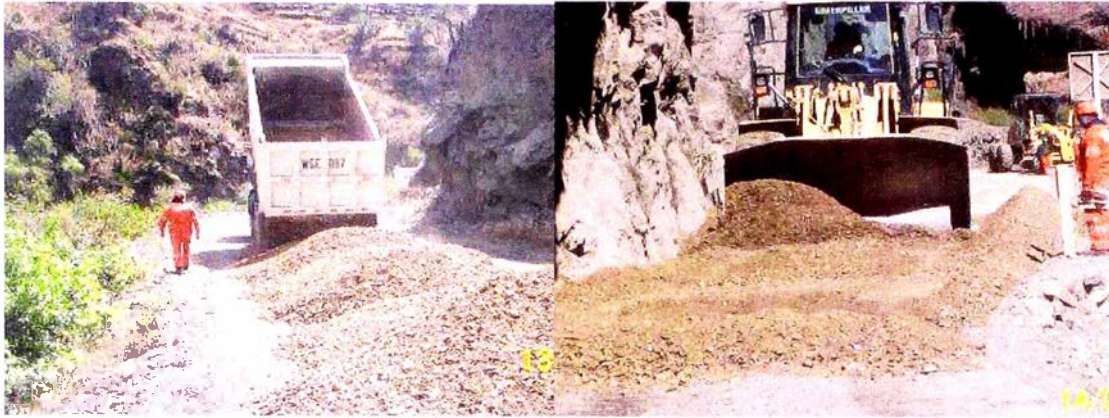
Se recomienda la aplicación de nuevas técnicas utilizadas a nivel mundial las que deberían ser implementadas y probadas en nuestras carreteras en función al tipo de tratamiento que se aplicar a cada vía, debido ha que los avances de la tecnología actual tiene mucha influencia en la vida del pavimento y su costo.

## BIBLIOGRAFIA

1. Céspedes Abanto, José, Los Pavimentos en las Vías Terrestres, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, 2002.
2. Chang Arbitres, Carlos M, Pavimentos un Enfoque al Futuro, Segunda Edición, Fondo Editorial Instituto de la Construcción y Gerencia, Lima, 2007.
3. Consorcio PCI – CESEL, Estudio de la Rehabilitación de las Carreteras afectadas por “El Niño” MTC-SINMAC-JBIC; Lima, 2000.
4. Gutiérrez Lazares, José Wilfredo, Modelación Geotécnica de Pavimentos Flexibles con Fines de Análisis y Diseño en el Perú, Tesis de Maestría, UNIFIC, Lima – Perú, 2007.
5. Hoffman, Mario S. Del Águila, Pablo M. “Estudio de Evaluación Estructural de Pavimentos basados en la Interpretación de Curva de Deflexiones (Ensayos no Destructivos), Publicación, Lima, 1985.
6. Montejo Fonseca, Alfonso, Ingeniería de Pavimentos, Evaluación Estructural, Obras de Mejoramiento y nuevas tecnologías, Universidad Católica de Colombia; 3ra Edición, Bogotá DC. 2006.
7. MTC - Oficina de apoyo Tecnológico, Rehabilitación de la Carretera Lunahuana - Pacarán, Sector Km. 4+000 – Km. 16+000, a nivel Definitivo 2005.
8. MTC - Provias Nacional; Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional: Conservación vial de la Carretera Cañete-Lunahuana – Pacaran - Chupaca y Rehabilitación del Tramo Zuñiga - Dv. Yauyos-Ronchas, 2008.
9. MTC - Provias Nacional; Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lunahuana - Dv. Yauyos-Chupaca, a nivel de Factibilidad 2005.
10. [www.proviasnac.gob.pe](http://www.proviasnac.gob.pe)
11. [www.proviasnac.gob.pe/planificacion/Ayudas Memoria/2009/Mayo](http://www.proviasnac.gob.pe/planificacion/Ayudas_Memoria/2009/Mayo)
12. [www.construccion.org.pe](http://www.construccion.org.pe)

## **ANEXOS**

A continuación unas vistas de los trabajos de cambio de estándar en el tramo de estudio, llevados a cabo en el mes de febrero del 2009.



**Fotografía 1.-** Colocación de capa granular con material de cantera

Fuente: Supervisión Proyecto Perú, panel fotográfico Febrero 2009



**Fotografía 2.-** Estabilización de afirmado Km. 94+000

Fuente: Supervisión Proyecto Perú, panel fotográfico Febrero 2009



**Fotografía 3.-** Limpieza de superficie estabilizada Km. 90+000

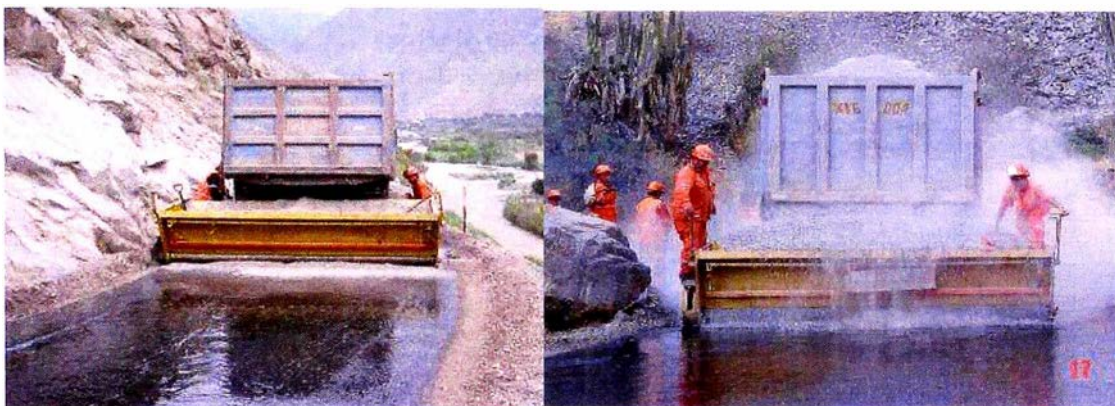
Fuente: Supervisión Proyecto Perú, panel fotográfico Febrero 2009





**Fotografía 4.-** Riego de RC-250 sobre la superficie estabilizada

Fuente: Supervisión Proyecto Perú, panel fotográfico Febrero 2009



**Fotografía 5** Esparcido de gravilla sobre el RC-250

Fuente: Supervisión Proyecto Perú, panel fotográfico Febrero 2009



**Fotografía 6.-** Trabajos de compactado

Fuente: Supervisión Proyecto Perú, panel fotográfico Febrero 2009





**Fotografía 7.-** Trabajo terminado a la fecha de marzo del 2009  
Fuente: Supervisión Proyecto Perú, panel fotográfico Marzo 2009

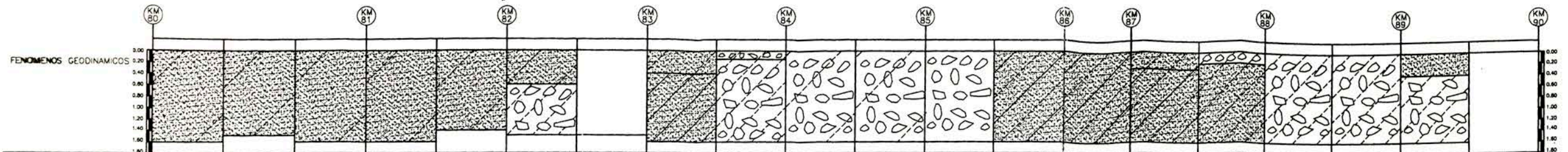


**Fotografía 8** Tramo de estudio durante la vista de campo (setiembre 2009)  
Fuente: Propio

## PERFIL LONGITUDINAL

## ENSAYOS DE LABORATORIO



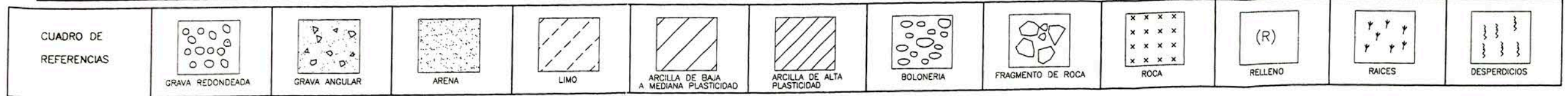
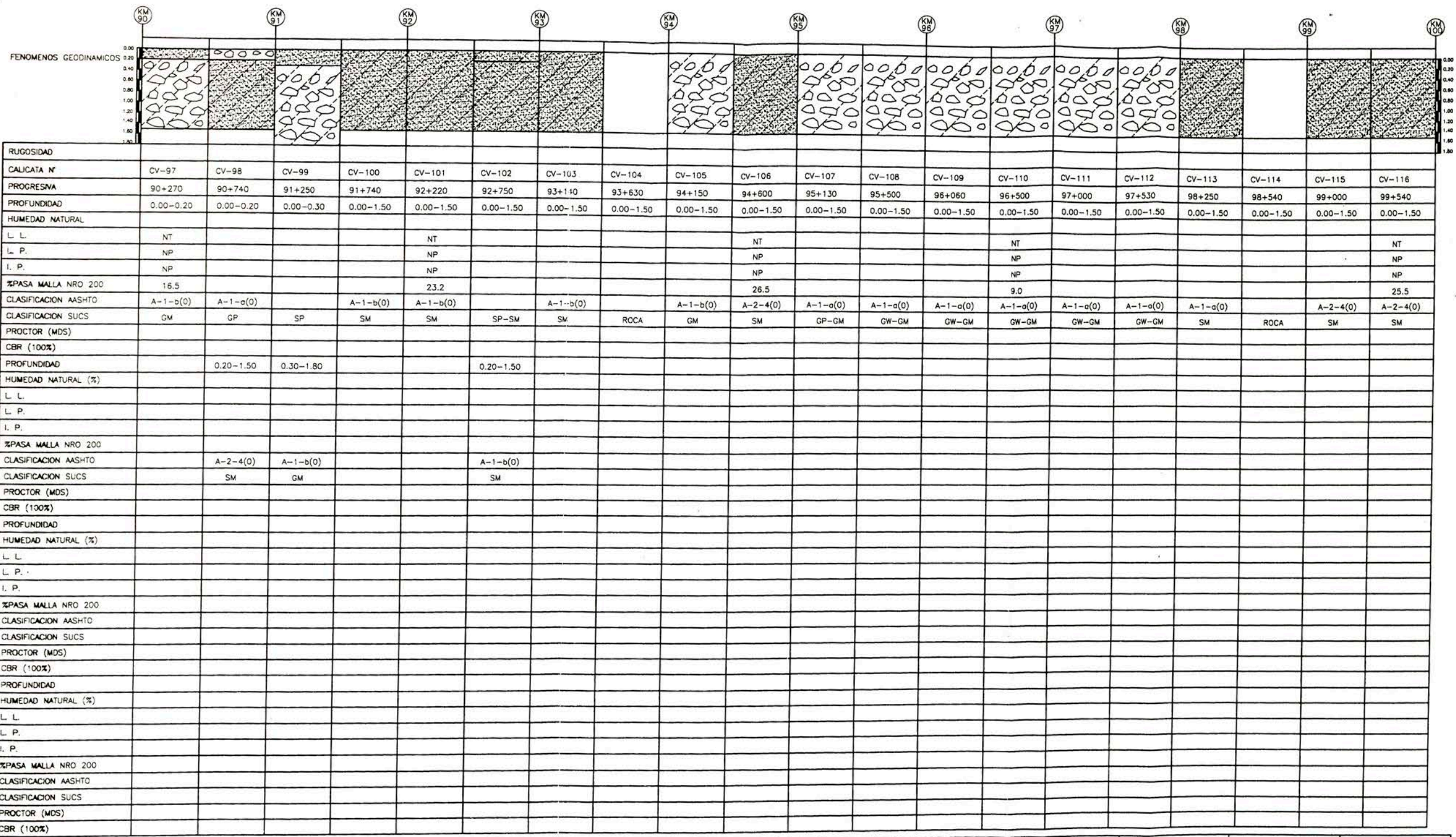


RUGOSIDAD																				
CAJIGATA N°	CV-78	CV-79	CV-80	CV-81	CV-82	CV-83	CV-84	CV-85	CV-86	CV-87	CV-88	CV-89	CV-90	CV-91	CV-92	CV-93	CV-94	CV-95	CV-96	
PROGRESMA	80+040	80+510	80+980	81+460	81+980	82+580	82+920	83+410	83+900	84+500	84+900	85+500	85+900	86+700	87+200	87+820	88+500	89+300	89+750	
PROFUNDIDAD	0.00-1.60	0.00-1.50	0.00-1.60	0.00-1.60	0.00-1.40	0.00-0.60	0.00-1.50	0.00-0.40	0.00-0.15	0.00-1.50	0.00-1.50	0.00-1.50	0.00-1.50	0.00-1.50	0.00-0.30	0.00-0.20	0.00-1.50	0.00-1.50	0.00-0.80	
HUMEDAD NATURAL																				
L. L.													17.4							
L. P.													12.5							
I. P.													4.9							
%PASA MALLA NRO 200													21.9							
CLASIFICACION AASHTO	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-a(0)	A-1-a(0)	A-1-a(0)	A-1-a(0)	A-1-b(0)	A-4(0)		A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)		
CLASIFICACION SUCS	SP-SM	SP-SM	SP-SM	SP-SM	SP-SM	SP-SM	R	SP-SM	GP-GM	GP-GM	GP-GM	GP	SC-SM	SC-SM	SM	GM	GM	GM	SP	
PROCTOR (MDS)																				
CBR (100%)																				
PROFUNDIDAD						0.60-1.50		0.40-1.60	0.15-1.50						0.30-1.50	0.20-1.50			0.20-1.50	
HUMEDAD NATURAL (%)																				
L. L.							NT	NT							24.6					
L. P.							NP	NP							17.8					
I. P.							NP	NP							6.8					
%PASA MALLA NRO 200							20.2	22.4							37.0					
CLASIFICACION AASHTO							A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)						A-4(0)	A-2-4(0)			A-1-b(0)	
CLASIFICACION SUCS							GM	SM	GM						SC-SM	SM			GM	
PROCTOR (MDS)																				
CBR (100%)																				
PROFUNDIDAD																				
HUMEDAD NATURAL (%)																				
L. L.																				
L. P.																				
I. P.																				
%PASA MALLA NRO 200																				
CLASIFICACION AASHTO																				
CLASIFICACION SUCS																				
PROCTOR (MDS)																				
CBR (100%)																				

CUADRO DE REFERENCIAS												
	GRAVA REDONDEADA	GRAVA ANGULAR	ARENA	LIMO	ARCILLA DE BAJA A MEDIANA PLASTICIDAD	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD	BOLONERIA	FRAGMENTO DE ROCA	ROCA	RELLENO	RAICES	DESPERDICIOS

NF : Nivel Freático





NF : Nivel Freático



# ENSAYOS DE LABORATORIO GRANULOMETRIA Y CBR

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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARPETERAS

M.T.C

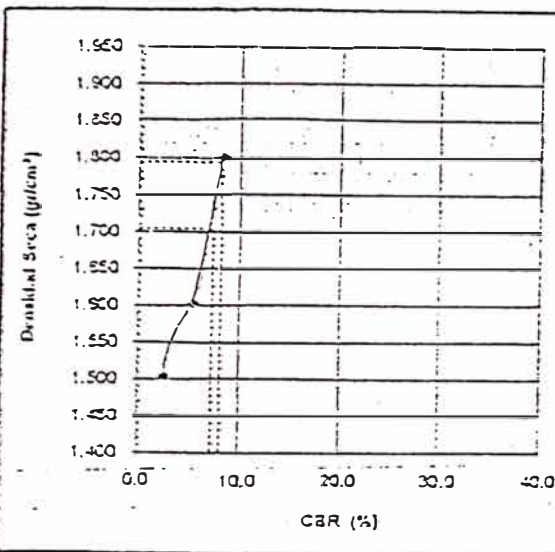
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
 (NORMA AASHTO T-193, ASTM O 1283)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA: CONSERVACION Y VAL DE LA CARRETERA CARTE - LUMBAUNA - FACAPAN - CHUPACI  
 REALIZADO: G.H.M  
 REHABILITACION DEL TRAMO ZURUGA OY. YAUYO - RONCHAS  
 REVISADO: E.M.H  
 MATERIAL: MUESTRA DEL TERRENO EXISTENTE  
 FECHA: 22.06.2009  
 PROGRESIVA: S9+600.0 CALICATA L IZO N° REGISTRO: G-313

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-33 PROGRESIVA : KM 69+600  
 MUESTRA: M-01 CLASF. (SUCS) : SC  
 PROF. (m): 0.00 - 1.00 CLASF. (AASHTO) : 4-6(2)



METODO DE COMPACTACION : ASTM D:1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.794  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.3  
 96% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.704

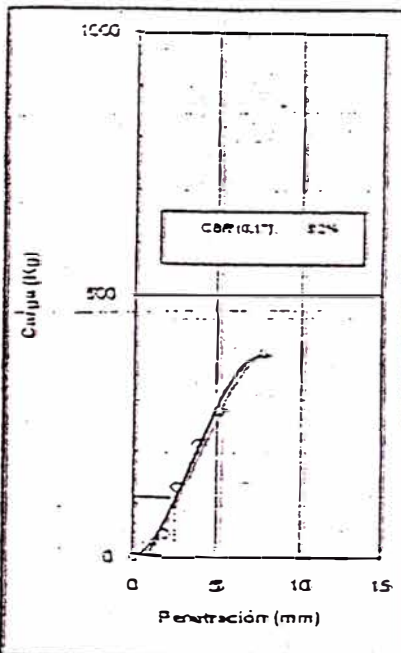
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.17	8.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.17	7.4

RESULTADOS:

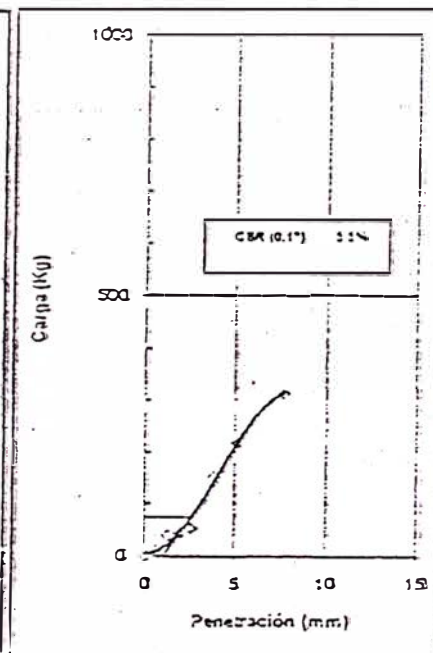
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 8.2 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 7.4 (%)

OBSERVACIONES:

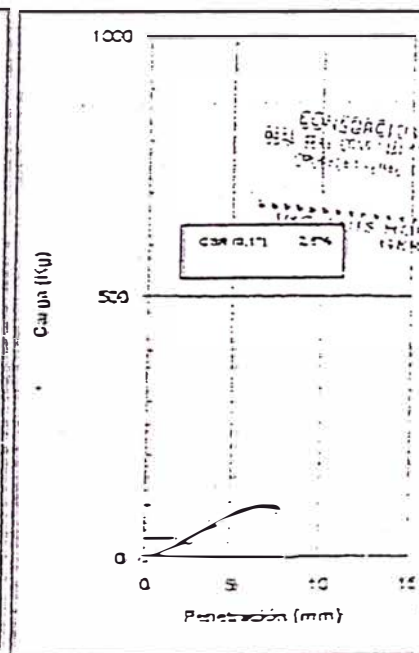
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



CONSORCIO GESTION DE CARPETERAS  
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 DIRECCION GENERAL DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL  
 GERENTE GENERAL



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

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - FACARAN - CHUPACA Y	CALICATA	C-32
	REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.H.M
SICACION	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA	REVISADO	E.M.H
M	SS+600	FECHA DE EXCAVACION	23.06/2008
ADO	IZQUIERDO	PROFUNDIDAD TOTAL (m)	1.50
RAMO		PROF. NIVEL FREATICO (m)	

C R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	HM	N° DE MUESTRA
			<	0.075	4.750	75				
			mm	mm	mm	mm				
	Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	AASHTO	3.073	4.750	75	75	✓	✓	✓	
	CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GP - GC	5.5	31.1	63.3	15.0	NP	2.3		
	Arena limosa, sub angular, color marron oscuro, humedad baja, elasticidad media, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia dura 6% botonera, material fino sin materia organica, material granular 0% de bloques	SC - SM A-1-b(0)	18.4	50.5	21.0	5.0	24.0	4.6	3.0	M-01
	MATERIAL CONGLOMERADO									
	GRAVA LIMOSA, MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y LIMO.									

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 DER. SERV. COM. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - FACARAN - CHUPACA  
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL  
 ING. LUIS ROMAN OCHOA  
 GERENTE VIAL



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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNASUANA - PACARAN - CALIFACA Y  
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUMIGA CV. YAUYO - RONCHAS  
 SITUACION : MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA  
 M : 89+600  
 ADO : IZQUIERDO  
 RAMO :  
 CALICATA : C-33  
 REALIZADO : G.H.M  
 REVISADO : E.M.H  
 FECHA DE EXCAVACION : 23/06/2008  
 PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 1.00  
 PROF. NIVEL FREATICO (m) :

C R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica, forma del material granular, color, contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de bolitas / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	MH	Nº DE MUESTRA
			<	0.075	4.75	>				
			mm	mm	mm	mm				
14	CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GP - GC A-1-a(0)	5.2	29.9	65		15.0	11.0	3.1	
1	Arena limo arcillosa inorganica, sub angular, color marron, humedad alta, plasticidad alta, medianamente compresible, medianamente compacto, 0% de boloneria suelo arcilloso de consistencia blanda	SC A-2-6(0)	36.0	33.0	31.0	0.2	33.0	11.0	7.0	M-02
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 DESARROLLO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION Y REHABILITACION DE CARRETERAS  
 CHUPACA - REHABILITACION DEL TRAMO ZUMIGA - PACARAN - CALIFACA  
 ING. LUIS HORACIO ROZAS OCHOA  
 GERENTE VIAL



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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARANI - CHUPACA Y	CALZADA	C-24
	REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.H.M
UBICACION	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALZADA	REVISADO	E.M.H
KM	90+700	FECHA DE EXCAVACION	23/06/2008
LADO	DERECHO	PROFUNDIDAD TOTAL (m)	1.00
TRAMO		PROF. NIVEL FREATICO (m)	-

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica, forma del material granular; color, contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia. Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUGS	GRANULOMETRIA				LL	LP	UM	N° DE MUESTRA
			<	mm	mm	>				
			AASH TO	0.075	4.75	75				
0.15	CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GP - GC A-1-a(0)	5.1	30.4	64.4	15.0	NP	2.5		
0.30	Arena limo arcillosa inorganica, sub angular, color marron, humedad alta, plasticidad alta, medianamente compresible, medianamente compacto. Cte de baloneo suelo arcilloso de consistencia blanda	SC A-5(0)	36.0	33.0	31.0	33.0	10.5	6.7	M-02	
0.45										
0.60										
0.75										
0.90										
1.05										
1.20										
1.35										
1.50										

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 OBRAS DE CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARANI - CHUPACA Y  
 TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 ING. LUIS HERNANDEZ GONZALEZ  
 GERENTE VIAL

**OBSERVACIONES:**  
 EL MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDE DE LA CANTERA KM 95+000 L. OER

CONSORCIO GESTION  
DE CARRETERAS

M.T.C

**REGISTRO DE EXCAVACION**

PROYECTO	CONSERVACIONAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARANI - OUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV YAUYO - RONCHAS	CALICATA	C-35
UBICACION	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA	REALIZADO	G.H.M
KM	91+500	REVISADO	E.M.H
LADO	IZQUIERDO	FECHA DE EXCAVACION	21/06/2008
TRAMO		PROFUNDIDAD TOTAL (m)	1.50
		PROF. NIVEL FREATICO (m)	

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica, forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de coque y material orgánico, porcentaje estimado de bolcos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	M.H.	N° DE MUESTRA
			<	0.075	4.750	>				
			mm	mm	mm	mm				
	CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GP-GC A-1-3(0)	5.0	30.4	64.4	15.0	NP			
	Arena limosa, sub angular, color marron oscuro, humedad baja, plasticidad MEDIA, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia dura 3% bolonera, material fino sin materia organica, tamaño maximo 4" material granular	SC-SM A-2-4(0)	18.3	50.7	31.0	30	25.0	6.1	2.0	M-01
	MATERIAL CONGLOMERADO GRAVA LIMOSA, MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y LIMO	GM								

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 OSASU - SERY. CONS. VIAL. CARRETERAS. CAÑETE - LUNAHUANA - PACARANI - OUPACA Y REBAS. TRAMO ZUÑIGA DV YAUYO - RONCHAS  
 ING. LUIS HERNANDEZ GONZALEZ  
 GERENTE EJECUTIVO

**OBSERVACIONES:**

EL MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM 95+000 L OER

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

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUZA - PACARANI - OJUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 UBICACION : MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA  
 KM : 92+600  
 LADO : DERECHO  
 TRAMO :  
 CALICATA : C.36  
 REALIZADO : G.H.M  
 REVISADO : E.M.H  
 FECHA DE EXCAVACION : 23/06/2008  
 PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 1.50  
 PROF. NIVEL FREATICO (m) :

PROF. (m)	C R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica, forma del material granular, color, contenido de humedad, Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia, Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	MH	Nº DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				mm	mm	mm	mm				
11		CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GP - GC A-1-b(0)	5.1	30.4	64.4		15.0	NP	27	
3		Grava limosa, sub angular, color marron oscuro, humedad baja, plasticidad media, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia dura 0% bolonería, material fino sin materia organica, 0% de bloques material granular grueso	GC - GM A-1-b(0)	13.3	40.7	41.0	7.0	24.0	5.4	3.0	M-01
		ROCA									

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 DESARROLLO, CONSERVACION Y REHABILITACION DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL  
 DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUZA - PACARANI - OJUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

ING. LUIS HORAZO ROZAS CAYUMI  
 GERENTE VIAL

SERVACIONES:  
 MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA N.º 95-000 L. DER



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

CONSORCIO GESTION  
DE CARRETERAS

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAMJANA - PACAYAN - ORIPACA Y	CALICATA	C-37
UBICACION	REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.H.M
KM	93+630	REVISADO	E.M.H
LADO	IZQUIERDO	FECHA DE EXCAVACION	23/06/2008
TRAMO		PROFUNDIDAD TOTAL (m)	1.00
		PROF. NIVEL FREATICO (m)	*

G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material; granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de bloques / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	MH	N° DE MUESTRA
			<	0.075 mm	4.75 mm	75 mm				
			AASHTO	0.075 mm	4.75 mm	75 mm				
1.00	CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GP - GC A-1-a(0)	5.1	30.4	64.4	15.0	NP	2.7		
1.50	Grava limosa, sub angular, color marron oscuro, humedad baja, plasticidad baja, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia dura 7% bolonería, material fino sin materia organica. Tamaño maximo 6" 0% de bloques material granular grueso	GC - GM A-1-b(0)	17.3	40.7	42.0	7.2	21.0	5.2	2.1	M-01
2.00										
2.50										

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 OPER. SERV. CONSERV. CARRETERAS CAÑETE - LUNAMJANA - PACAYAN  
 ORIPACA Y TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 ING. LUIS ROZAS OCHOA  
 GERENTE VIAL

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

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - OYUPACA Y	CALICATA	C-33
USUBICACION	REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.H.M
KM	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA	REVISADO	E.M.H
LADO	34+600	FECHA DE EXCAVACION	23/06/2008
TRAMO	DERECHO	PROFUNDIDAD TOTAL (m)	1.00
		PROF. NIVEL FREATICO (m)	-

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS  AASHTO	GRANULOMETRIA				LL	LP	HM	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				mm	mm	mm	mm				
		CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMACO	GP - GC A-1-a(0)	5.0	32.4	60.7		14.3	NP		
		Grava limosa, sub angular, color marron oscuro, humedad baja, plasticidad media, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia dura 5% bolonería, material fino sin materia organica, tamaño maximo 4" suelo granular grueso	GC - GM A-1-a(0)	15.0	37.0	48.0	5.0	23.0	5.3	2.1	M-01

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 OBRAS DE CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - OYUPACA Y TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 ING. LUIS HORACIO POZAS OCHOA  
 GERENTE VIAL

OBSERVACIONES:

MATERIAL DEL AFIRMACO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM 95+000 L DER



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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACAYAN - OLFAGA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	CALICATA	C-40
UBICACION	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA	REALIZADO	G.H.M
KM	56+600	REVISADO	E.M.H
LADO	IZQUIERDO	FECHA DE EXCAVACION	23/06/2008
TRAMO		PROFUNDIDAD TOTAL (m)	1.00
		PROF. NIVEL FREATICO (m)	-

PROF. (m)	O R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	W.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				mm	mm	mm	mm				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	

0.13		CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GC-GM A-1-a(0)	13.1	43.3	44.4	14.5	1.5	2.3		
0.8		Grava limosa, sub angular, color marron oscuro, humedad baja, plasticidad media, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia dura 4% boloneria, material fino sin materia organica. tamaño maximo 4" suelo granular grueso	GC-GM A-1-b(0)	16.9	31.0	52.0	4.0	25.0	5.1	2.1	M-01
1.20											

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 OPER. SERV. COM. VIAL, CARRETERAS CAÑETE - LUNAHUANA - PACAYAN - OLFAGA Y  
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 ING. LUIS MOJICHO ROZAS OCHOA  
 GERENTE VEAL

OBSERVACIONES:

EL MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM: 113+600 L.IZQ

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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LILHUAMA - PACAYAN - CHUPACA Y  
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. TAYO - RONCHAS  
 UBICACION : MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALCATA  
 KM : 97+800  
 LADO : DERECHO  
 TRAMO :  
 CALCATA : C-41  
 REALIZADO : G.H.M  
 REVISADO : E.M.H  
 FECHA DE EXCAVACION : 23/06/2008  
 PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 1.50  
 PROF. NIVEL FREATICO (m) :

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	HM	N° DE MUESTRA
			<	mm	mm	>				
			0.075	4.750	75	75				
	Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de arcillas / material orgánico, porcentaje estimado de bloques / cantos, etc	AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	
13	CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GC - GM A-1-a(0)	13.3	43.4	44.4	15.1	2.1	2.2		
10	Arena limosa, sub angular, color marron oscuro, humedad baja, plasticidad media, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia dura 1% boloneria, material fino sin materia organica, tamaño máximo 4" 0% de bloques suelo granular grueso	SC-SM A-1-b(0)	16.9	52.2	31.0	1.0	24.0	4.9	2.1	M-01
20	MATERIAL CONGLOMERADO GRAVA LIMOSA, MEZCLA DE GRAVA ARENA Y LIMO	GM								

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 DEZA SEM. COM. PUN. CARRETERA CAÑETE - LILHUAMA - PACAYAN  
 CHUPACA Y TRAMO ZUÑIGA DV. TAYO - RONCHAS  
 ING. LUIS HORACIO ROZAS OCHOA  
 GERENTE VIAL

OBSERVACIONES:

QUEMOS COMENTAR QUE DEBAJO DE LOS 0.40 MTS EL AGREGADO EXISTENTE TIENE EXCESO DE BOLONERIA  
 2% (MATERIAL CONGLOMERADO). EL MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM: 113+800 L. 120

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

CONSORCIO GESTION  
DE CARRETERAS

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO :	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAJETE - LUJANAYANA - PACARAN - CALPACA Y	CALCATA :	C-42
USICACION :	REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO :	G.H.M
KM :	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALCATA	REVISADO :	E.M.H
LADO :	98+600	FECHA DE EXCAVACION :	23.05/2008
TRAMO :	IZQUIERDO	PROFUNDIDAD TOTAL (m) :	1.00
		PROF. NIVEL FREATICO (m) :	-

PROF. (m)	O R A E I C O	DESCRIPCION DEL SUELO <small>Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de bolsones / cantos, etc.</small>	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	PK	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				mm	mm	mm	mm				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	

COT.	DESCRIPCION DEL SUELO	GC - GM	GRANULOMETRIA				LL	LP	PK	N° DE MUESTRA
			<	0.075	4.750	>				
1.00	CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	A-1-a(0)	13.1	43.3	44.4		15.2	2.2	3.1	
1.00	Arena fibrosa, sub angular, color marron oscuro, humedad baja, plasticidad media, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia dura 5% bolonera, material fino sin materia organica. tamaño maximo 2" material suelto	SC-SM A-1-b(0)	15.5	53.0	31.0	5.0	24.0	4.9	2.1	M-01

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 OBRA: SEPY COPIS VIAL: CAJETE - LUJANAYANA - PACARAN - CALPACA Y RE-HE TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 ING. LUIS HORACIO POCAS OCHOA  
 GERENTE VIAL



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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
 (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

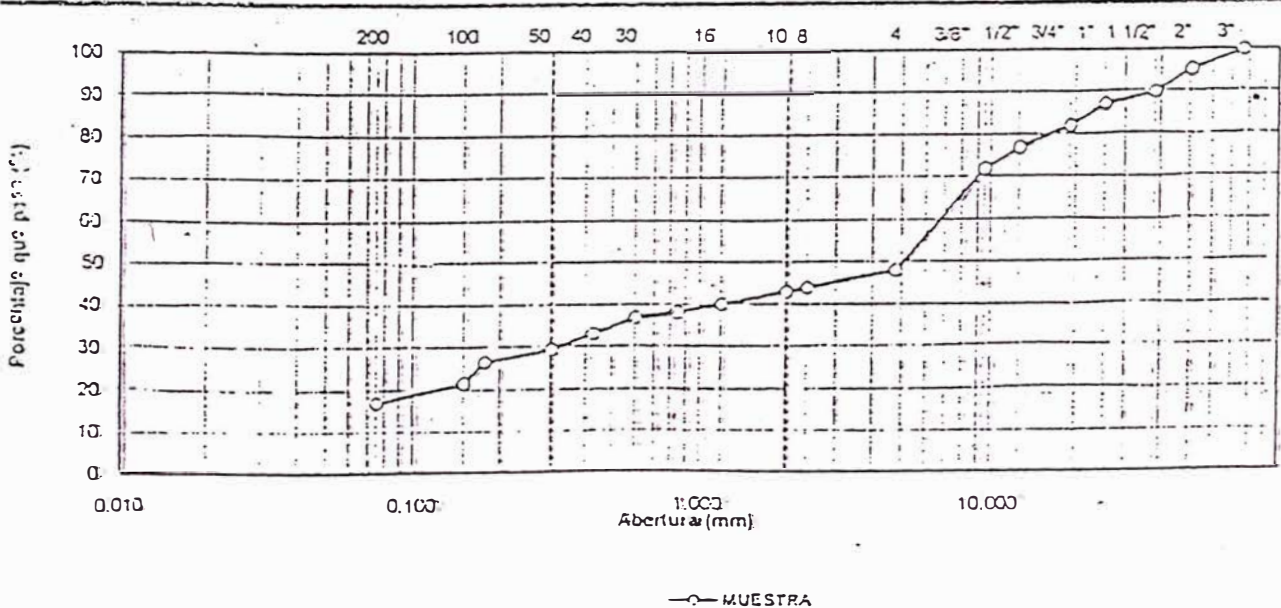
OBRA: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNA-HUANA - PACARAN - CHUPACA Y . REALIZADO: G.H.M  
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS REVISADO: E.M.H  
 MATERIAL: MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE FECHA: 19/06/2008  
 PROGRESIVA: 96+600.0 CALICATA LIZO N° REGISTRO: C-040

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA C-40 TAMAÑO MAXIMO : 3"  
 MUESTRA M-01 Peso Inicial seco : 12959 g  
 PROF. (m) 0.00 - 1.00 Peso lavado seco : 8012 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	RECORD DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0		Contenido de Humedad (%): 2.1
2"	50.800	610	4.7	4.7	95.3		Límite Líquido (LL): 35
1 1/2"	39.100	675	5.2	9.9	90.1		Límite Plástico (LP): 20
1"	25.400	377	2.9	12.8	87.2		Índice Plástico (IP): 5
3/4"	19.000	562	5.1	17.9	82.1		Clasificación (SUCS): GC - GM
1/2"	12.500	675	5.2	23.1	76.9		Clasificación (AASHTO): A-1-B
3/8"	9.500	536	4.9	28.0	72.0		Índice de Grupo: 0
N° 4	4.750	3117	24.0	52.0	43.0		Descripción (AASHTO): BUENO
N° 8	2.360	61.2	4.0	56.0	44.0		Módulo de Ruptura:
N° 10	2.000	13.8	0.9	56.9	43.1		Materia Orgánica:
N° 16	1.180	45.9	3.0	59.9	40.1		Turba:
N° 20	0.840	29.1	1.9	61.8	38.2		OBSERVACIONES:
N° 30	0.600	19.9	1.3	63.1	36.9		Bolometría > 3": 4.0
N° 40	0.425	58.1	3.8	66.9	33.1		G: > 3" - N° 4: 52.0
N° 50	0.300	56.6	3.7	70.6	29.4		Arena N° 4 - N° 200: 31.1
N° 60	0.177	43.9	2.9	73.5	26.5		Finos < N° 200: 16.9
N° 100	0.150	76.5	5.0	78.5	21.5		
N° 200	0.075	70.4	4.6	83.1	16.9		Fración:
< N° 200	FONDO	259.8	16.9	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40  
 (NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4316)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CC CRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	CONSERVACION Y CAL DE LA CARRETERA CARRETE - LUNAHUAMA - PACHANI - CALICATA	REALIZADO	G.M.M
	REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REVISADO	E.M.H
MATERIAL:	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE	FECHA	19/06/2008
PROGRESIVA:	95+500.0 CALICATA L.IZQ	N° REGISTRO	L-039

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-39	TAMAÑO MAXIMO	N° 40
MUESTRA	: M-01		
PROF. (m)	: 0.00 - 1.50		

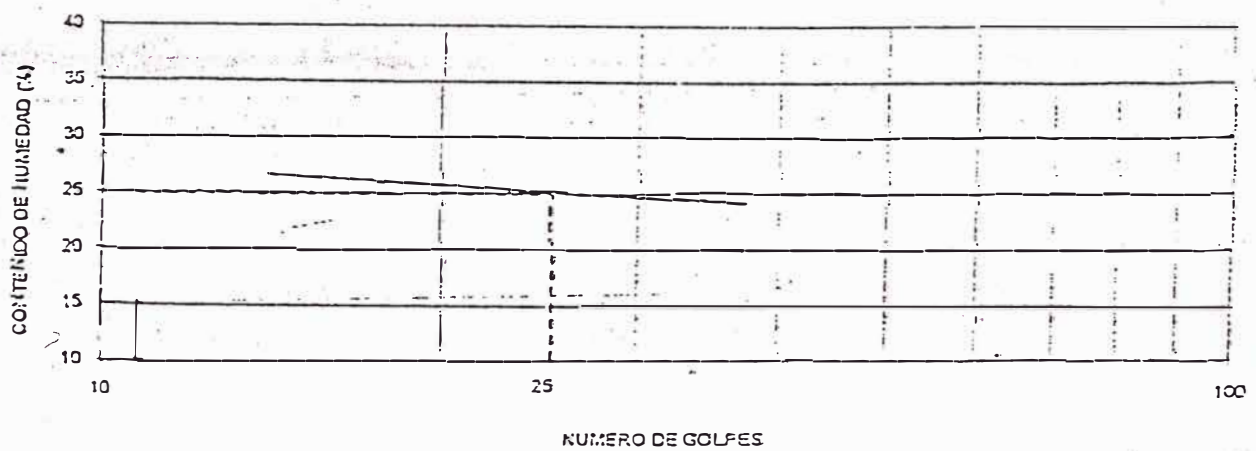
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	30.55	29.30	32.87
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	25.97	25.13	28.12
PESO DE AGUA	(g)	4.58	4.17	4.75
PESO DEL TARRO	(g)	5.94	5.91	3.20
PESO DEL SUELO SECO	(g)	17.33	16.22	19.32
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.43	25.71	24.59
NUMERO DE GOLPES		16	25	32

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		4	5
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	13.82	16.35
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	13.01	15.09
PESO DE AGUA	(g)	1.81	1.27
PESO DEL TARRO	(g)	9.01	8.75
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.00	6.33
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.11	20.15

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	25
LIMITE PLASTICO	20
INDICE DE PLASTICIDAD	5

OBSERVACIONES



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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
 (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y  
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - FONCHAS

REALIZADO: G.H.M

REVISADO: E.M.H

MATERIAL: MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE

FECHA: 19/06/2008

PROGRESIVA: P7+600.0

CALICATA L.OER

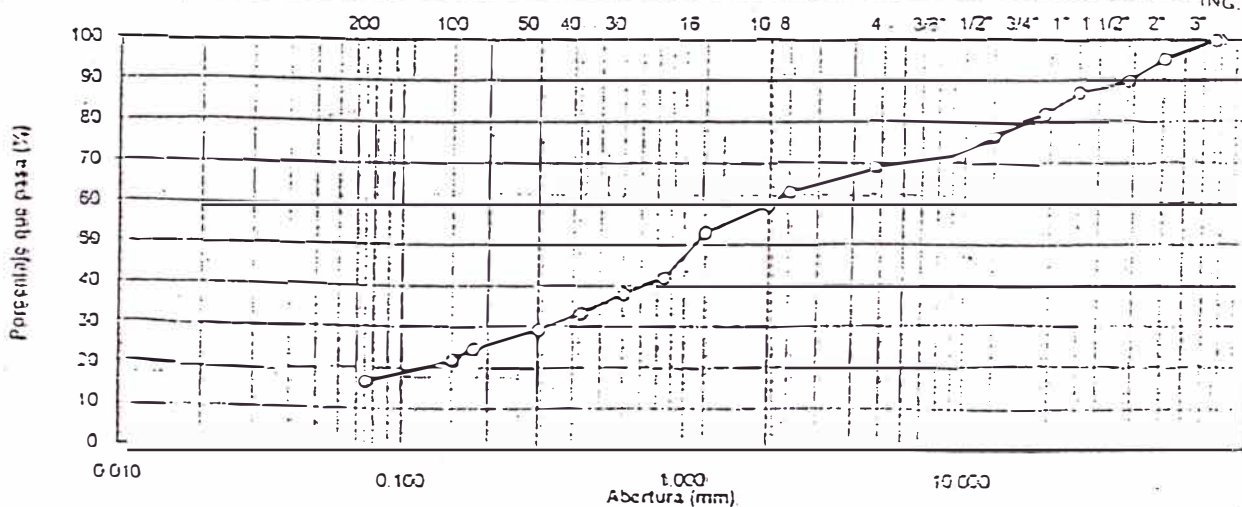
N° REGISTRO: G-041

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-41	TAMANO MAXIMO	:	3"
MUESTRA	M-01	Peso inicial seco	:	10432 g
PROF. (m)	0.00 - 1.50	Peso lavado seco	:	7611 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
3"	76.200				100.0		Contenido en Humedad (%) : 2.1
2"	50.800	490	4.7	4.7	95.3		Limite Liquido (LL) : 24
1 1/2"	38.100	542	5.2	9.9	90.1		Limite Plastico (LP) : 19
1"	25.400	303	2.9	12.8	87.2		Indice Plastico (IP) : 5
3/4"	19.000	532	5.1	17.9	82.1		Clasificación (SUCS) : SC - SM
1/2"	12.500	542	5.2	23.1	76.9		Clasificación (AASHTO) : A-1-B
3/8"	9.500	511	4.9	28.0	72.0		Indice de Grupo : 0
N° 4	4.750	313	3.0	31.0	69.0		Descripción (AASHTO) : BUENO
N° 8	2.360	79.0	6.1	37.1	62.9		Módulo de Finos :
N° 10	2.000	37.5	2.9	40.0	60.0		Materia Organica :
N° 16	1.190	83.1	6.9	46.9	53.1		Turba :
N° 20	0.840	143.7	11.1	58.0	42.0		OBSERVACIONES :
N° 30	0.600	51.8	4.0	62.0	38.0		Bolonesa > 3" : 1.0
N° 40	0.425	60.8	4.7	66.7	33.3		Grava 3" - N° 4 : 31.0
N° 50	0.300	53.1	4.1	70.8	29.2		Arena N° 4 - N° 200 : 52.2
N° 60	0.177	60.8	4.7	75.5	24.5		Finos < N° 200 : 18.8
N° 100	0.150	34.1	2.6	78.1	21.9		
N° 200	0.075	65.2	5.0	83.2	16.8		Fraction : 69.1
< N° 200	FONDO	218.0	15.8	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



—○— MUESTRA

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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40  
 (NORMA AASHTO T-69, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

GERA:	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CARETE - LUMAMAMA - FACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YALUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.H.M
MATERIAL:	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE	REVISADO	E.M.H
PROGRESIVA:	96+500.0 CALICATA LIZO	FECHA	19/05/2008
		N° REGISTRO	L-040

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-43	TAMAÑO MAXIMO	N° 40
MUESTRA	: M-31		
PROF. (m)	: 0.00 - 1.00		

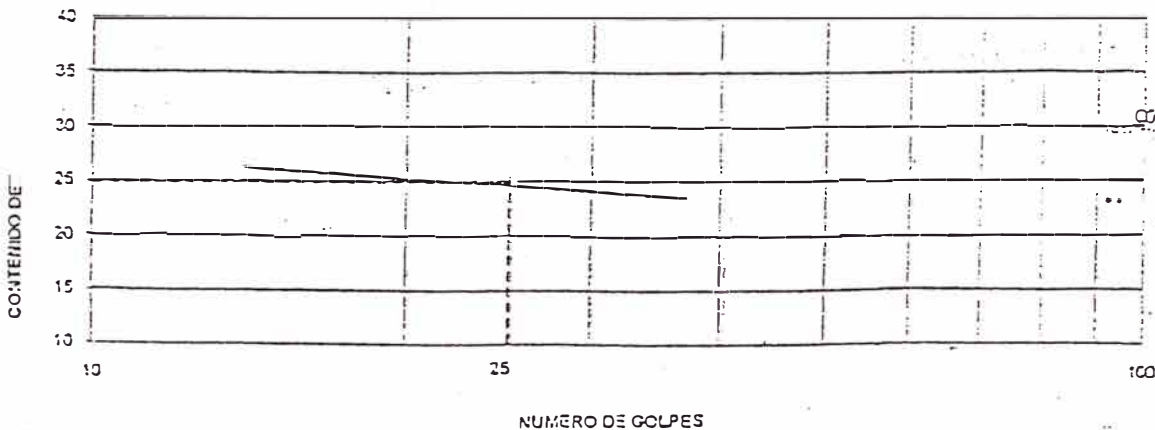
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		27.93	31.41	28.65
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		23.94	26.91	24.73
PESO DE AGUA (g)		3.99	4.50	3.92
PESO DEL TARRO (g)		8.04	8.91	8.82
PESO DEL SUELO SECO (g)		15.33	18.00	15.93
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		25.08	25.00	24.14
NUMERO DE GOLPES		15	25	32

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		4	5
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		15.37	17.41
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		14.31	15.99
PESO DE AGUA (g)		1.05	1.42
PESO DEL TARRO (g)		9.01	8.79
PESO DEL SUELO SECO (g)		5.30	7.20
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		20.00	19.72

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	25
LIMITE PLASTICO	20
INDICE DE PLASTICIDAD	5

OBSERVACIONES

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

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

M.T.C

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
 (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

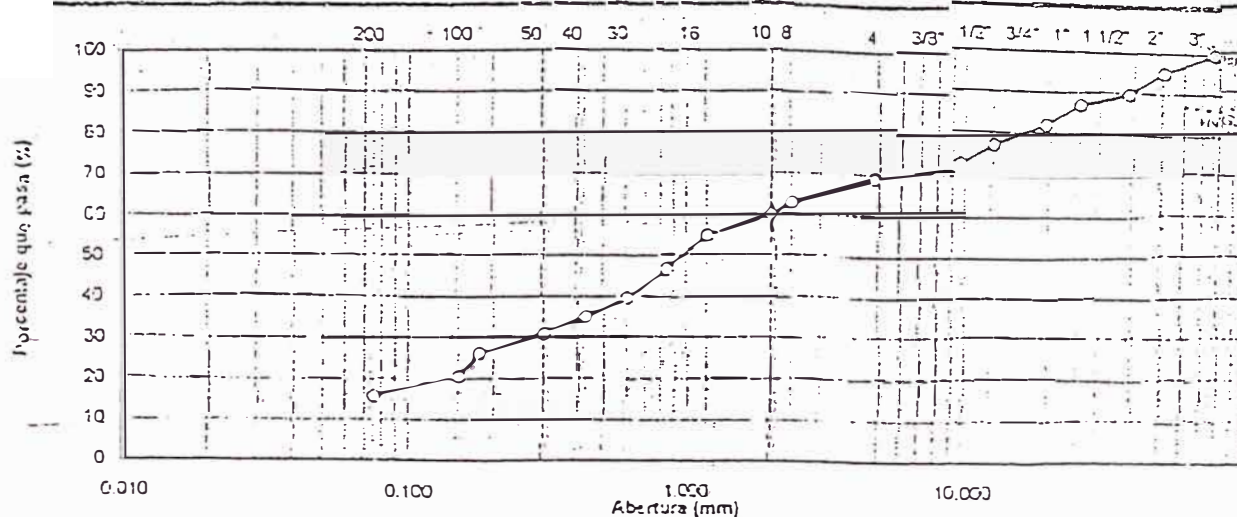
OBRA: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LURAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y  
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 MATERIAL: MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE  
 PROGRESIVA: 86+600.0 CALICATA L.I. 20  
 REALIZADO: G.H.M  
 REVISADO: E.M.H  
 FECHA: 19/09/2008  
 N° REGISTRO: G-042

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-42	TAMAÑO MAXIMO	:	3"
MUESTRA	M-01	Peso Inicial seco	:	14933 g
PROF. (m)	0.00 - 1.00	Peso lavado seco	:	11725 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0		Contenido de Humedad (%): 2.1
2"	50.800	702	4.7	4.7	95.3		Límite Líquido (LL): 24
1 1/2"	39.100	777	5.2	9.9	90.1		Límite Plástico (LP): 13
1"	25.400	433	2.9	12.8	87.2		Índice Plástico (IP): 5
3/4"	19.000	762	5.1	17.9	82.1		Clasificación (SUCS): SC - S1
1/2"	12.500	777	5.2	23.1	76.9		Clasificación (AASHTO): A-1-S
3/8"	9.500	732	4.9	28.0	72.0		Índice de Grupa: 0
N° 4	4.750	44.9	3.0	31.0	69.0		Descripción (AASHTO): SUBC
N° 9	2.350	67.4	6.1	37.1	62.9		Módulo de Finura:
N° 10	2.000	41.5	2.9	40.0	60.0		Matena Orgánica:
N° 15	1.180	76.9	5.4	45.4	54.6		Turba:
N° 20	0.840	114.5	8.0	53.4	46.6		OBSERVACIONES:
N° 30	0.600	101.7	7.1	60.5	39.5		Bolones > 3": 5.0
N° 40	0.425	67.3	4.7	65.2	34.8		Grava 3" - N° 4: 31.0
N° 60	0.300	58.7	4.1	69.3	30.7		Arena N° 4 - N° 200: 53.4
N° 80	0.177	67.3	4.7	74.0	26.0		Finos < N° 200: 15.6
N° 100	0.150	78.9	5.5	79.5	20.5		
N° 200	0.075	70.2	4.9	84.4	15.6		Fracción:
< N° 200	FONDO	223.9	15.6	100.0			223.3

CURVA GRANULOMETRICA



—○— MUESTRA



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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
 (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

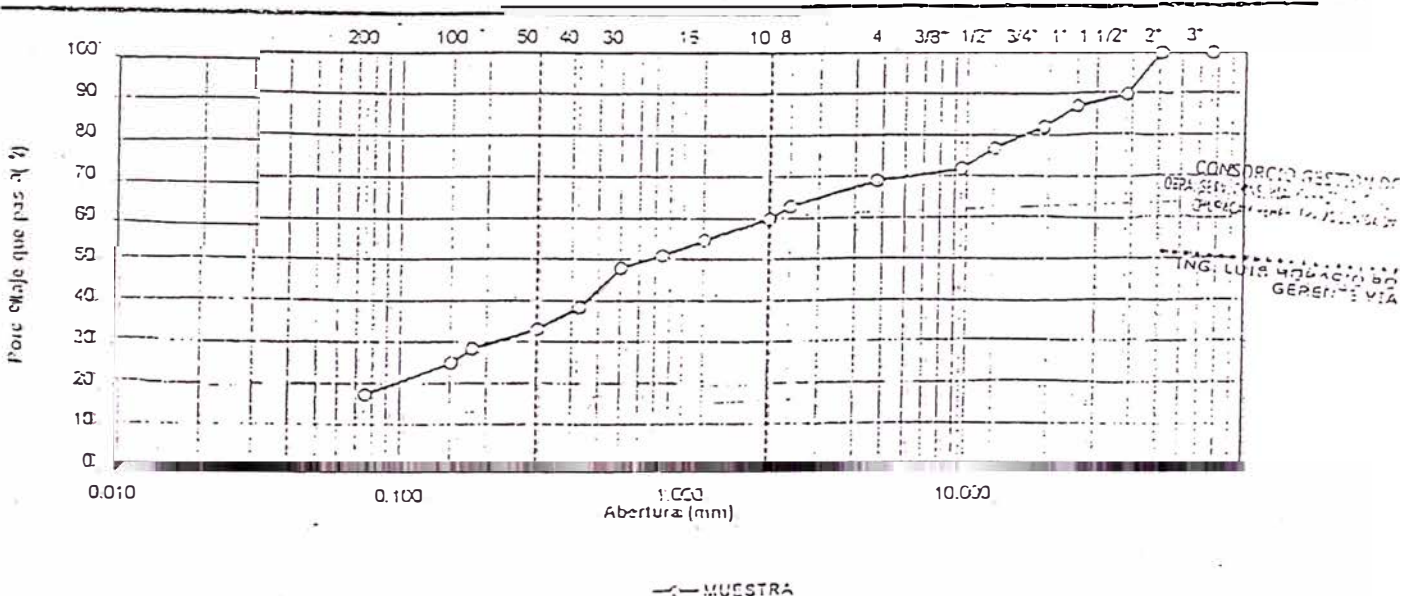
OBRA: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUJAHUALLA - PACARAN - CHUPACA Y  
 REALIZADO: G.H.M  
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 REVISADO: E.M.H  
 MATERIAL: MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE  
 FECHA: 19/06/2008  
 PROGRESIVA: 57-600.0 CALICATA L.DER  
 N° REGISTRO: G-011

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA C-31 TAMAÑO MAXIMO : 3"  
 MUESTRA M-01 P.cso Inicial seco : 12743 g  
 PROF. (m) 0.00 - 1.00 Peso lavado seco : 8355 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	COMPOSICION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Contenido de Humedad (%): 3.0
2"	50.800				100.0		Límite Líquido (LL): 23
1 1/2"	39.100	1262	9.9	9.9	90.1		Límite Plástico (LP): 13
1"	25.400	370	2.9	12.8	87.2		Índice Plástico (IP): 5
3/4"	19.000	650	5.1	17.9	32.1		Clasificación (SUCS): SC-5.5
1/2"	12.500	663	5.2	23.1	75.9		Clasificación (AASHTO): A-1-b
3/8"	9.500	524	4.9	28.0	72.0		Índice de Grupo: 0
N° 4	4.750	392	3.0	31.0	69.0		Descripción (AASHTO): BUENO
N° 8	2.300	81.5	6.1	37.1	62.9		Módulo de Finura:
N° 10	2.000	39.7	2.9	40.0	60.0		Materia Orgánica:
N° 16	1.190	70.6	5.3	45.3	54.7		Turba:
N° 20	0.840	49.4	3.7	49.0	51.0		OBSERVACIONES:
N° 30	0.600	40.1	3.0	52.0	48.0		Expansión > 3%: 0.0
N° 40	0.425	125.2	9.6	61.6	38.4		Grava 3" - N° 4: 31.0
N° 50	0.300	70.8	5.3	66.9	33.1		Arena N° 4 - N° 200: 51.7
N° 60	0.177	62.8	4.7	71.6	28.4		Finos < N° 200: 17.3
N° 100	0.150	45.4	3.4	75.0	25.0		
N° 200	0.075	102.8	7.7	82.7	17.3		Fracción: 921.6
< N° 200	FONDO	231.1	17.3	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA





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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40  
 (NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OSRA:	CONSERVACION YAL DE LA CARRETERA CANETE - LUNAHUANA - PACARAÏ - ONCEFA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.H.M
MATERIAL:	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE	REVISADO	E.M.H
PROGRESIVA:	86+700.0 CALICATA LIZO	FECHA	19/05/2008
		N° REGISTRO	L-030

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-30	TAMAÑO MAXIMO	N° 40
MUESTRA	: M-01		
PROF. (m)	: 0.00 - 1.50		

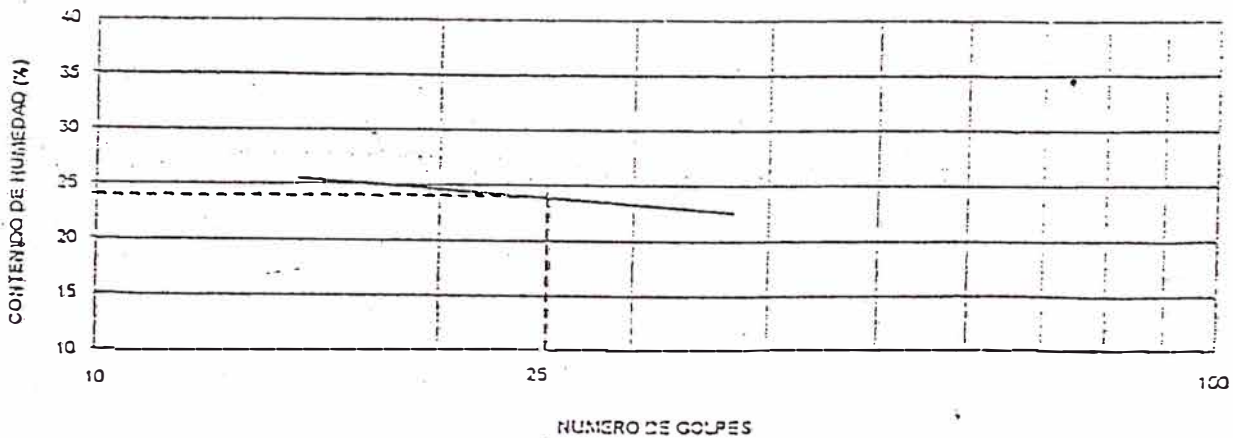
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		3	4	5
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	30.38	29.16	30.85
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	26.02	25.23	26.69
PESO DE AGUA	(g)	4.36	3.93	4.17
PESO DEL TARRO	(g)	8.60	9.01	8.79
PESO DEL SUELO SECO	(g)	17.22	16.22	17.90
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25.32	24.23	23.30
NUMERO DE GOLPES		17	25	32

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	16.01	13.57
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	14.26	17.01
PESO DE AGUA	(g)	1.15	1.55
PESO DEL TARRO	(g)	3.64	3.91
PESO DEL SUELO SECO	(g)	6.22	8.10
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	18.49	19.25

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	24
LIMITE PLASTICO	19
INDICE DE PLASTICIDAD	5

OBSERVACIONES

--

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

43

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
 (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

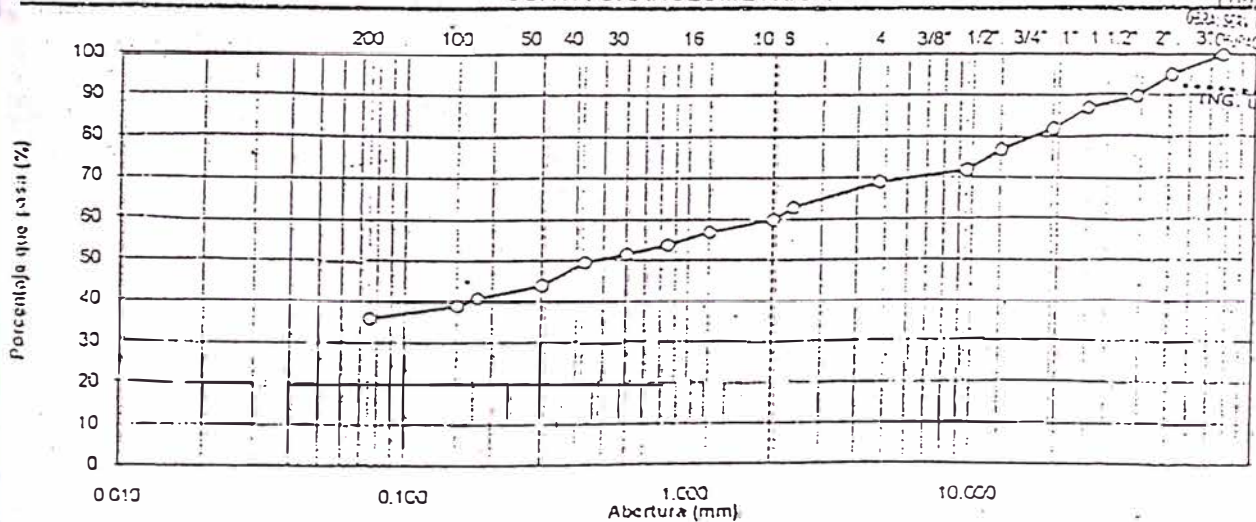
OBRA: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACASAY - CHUFACA Y  
 REALIZADO: G.H.M  
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS REVISADO: E.M.H  
 MATERIAL: MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE FECHA: 19/05/2008  
 PROGRESIVA: 89+600.0 CALICATA LIZO N° REGISTRO: G-033

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-33	TAMAÑO MAXIMO	:	3"
MUESTRA	M-01	Peso inicial seco	:	14275 g
PROF. (m)	0.00 - 1.00	Peso lavado seco	:	7853 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0		Contenido de humedad (%): 7.0
2"	50.800	671	4.7	4.7	95.3		Límite Líquido (LL): 33
1 1/2"	38.100	742	5.2	9.9	90.1		Límite Plástico (LP): 22
1"	25.400	414	2.9	12.8	87.2		Índice Plástico (I.P.): 11
3/4"	19.000	728	5.1	17.9	82.1		Clasificación (U.S.C.S): SC
1/2"	12.500	742	5.2	23.1	76.9		Clasificación (AASHTO): A-2.5
3/8"	9.500	700	4.9	28.0	72.0		Índice de Grava: 0
N° 4	4.750	428	3.0	31.0	69.0		Descripción (AASHTO): REGULAR
N° 9	2.360	81.5	6.1	37.1	62.9		Módulo de Finos:
N° 10	2.000	33.8	2.9	40.0	60.0		Mater. Orgánica:
N° 16	1.190	40.1	3.0	43.0	57.0		Tumba:
N° 20	0.840	42.8	3.2	46.2	53.8		OBSERVACIONES:
N° 30	0.600	28.1	2.1	48.3	51.7		Bolonesa > 3": 0.0
N° 40	0.425	28.1	2.1	50.4	49.6		Grava 3" - N° 4: 21.0
N° 50	0.300	73.5	5.5	55.9	44.1		Arena N° 4 - N° 200: 33.0
N° 80	0.177	41.4	3.1	59.0	41.0		Finos < N° 200: 35.0
N° 100	0.150	25.4	1.9	60.9	39.1		
N° 200	0.075	41.4	3.1	64.0	36.0		Fracción: 522.0
< N° 200	FONDO	480.9	36.0	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40  
 (NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OSFA:	CONSERVACION Y CAL DE LA CARRETERA CASATE - LUMWILAMA - PACHARAN - ORBACA Y	REALIZADO	G.H.M
	REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REVISADO	E.M.H
MATERIAL:	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE	FECHA	19/05/2008
PROGRESIVA:	88+600.0 CALICATA L.L.C.O	N° REGISTRO	L-32

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-32	TAMAÑO MAXIMO	N° 40
MUESTRA	: M-01		
PROF. (m)	: 0.00 - 1.50		

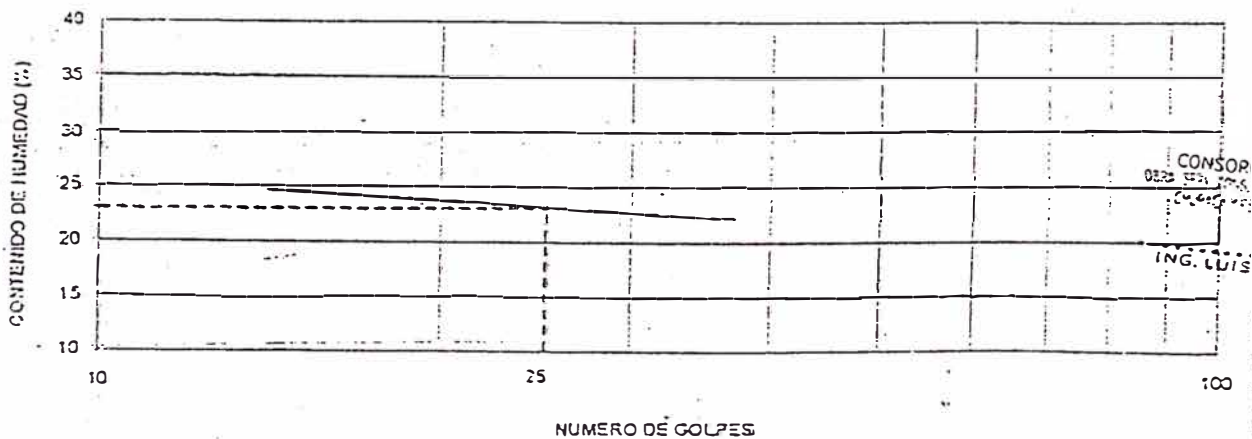
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		28.67	28.91	28.55
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		24.73	25.91	24.90
PESO DE AGUA (g)		3.94	4.00	3.65
PESO DEL TARRO (g)		8.64	8.91	8.80
PESO DEL SUELO SECO (g)		16.09	17.00	16.10
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		24.49	23.53	22.67
NUMERO DE GOLPES		16	25	32

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		4	5
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		15.70	15.59
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		17.21	17.39
PESO DE AGUA (g)		1.49	1.70
PESO DEL TARRO (g)		9.01	8.79
PESO DEL SUELO SECO (g)		8.20	9.10
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		13.17	13.63

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	23
LIMITE PLASTICO	18
INDICE DE PLASTICIDAD	5

OBSERVACIONES

CONSOR  
 0225  
 ING. LUIS



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

CONSORCIO GESTION  
DE CARRETERAS

M.T.C

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
 (NORMA AASHTO T-27, ASTM D-422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

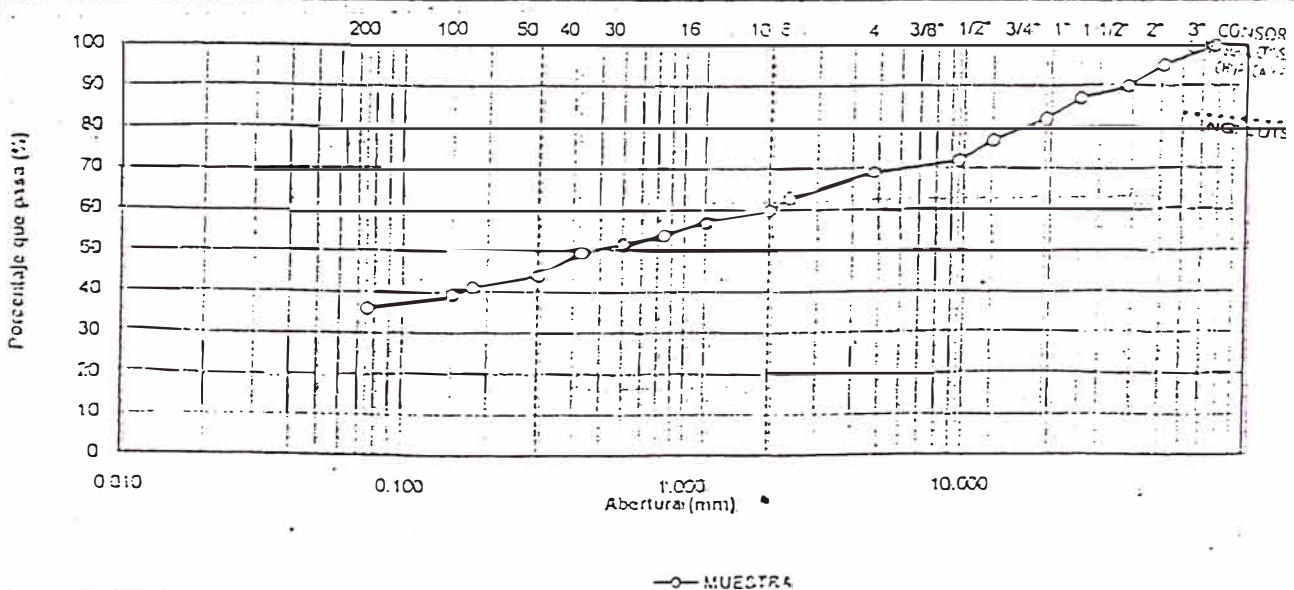
OBRA: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUAJA - PACARANI - CHUPACA Y	REALIZADO: G.H.M
REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REVISADO: E.M.H
MATERIAL: MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE	FECHA: 19/06/2008
PROGRESIVA: 90+700.0 CALICATA L.OER	Nº REGISTRO: G-034

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA C-34	TAMAÑO MAXIMO : 3"
MUESTRA M-01	Peso inicial seco : 9843 g
PROF. (m) 0.00 - 1.00	Peso lavado seco : 4710 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO		PORCENTAJE		ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		RETENIDO	QUE PASA	RETENIDO	QUE PASA		
3"	76.200				100.0		Contenido de humedad (%): 6.7
2"	50.800	453		4.7	95.3		Límite Líquido (LL): 23
1 1/2"	38.100	512		5.2	90.1		Límite Plástico (LP): 22
1"	25.400	225		2.9	87.2		Índice Plástico (IP): 11
3/4"	19.000	502		5.1	82.1		Clasificación (SUCS): SC
1/2"	12.500	512		5.2	76.9		Clasificación (AASHTO): A-5
3/8"	9.500	432		4.9	72.0		Índice de Grupo: 0
Nº 4	4.750	255		3.0	69.0		Designación (AASHTO): MALO
Nº 5	2.320	72.8		6.1	62.9		Módulo de Fines:
Nº 10	2.000	34.5		2.9	60.0		Materia Orgánica:
Nº 15	1.190	35.9		3.9	57.0		Turba:
Nº 20	0.840	39.2		3.2	53.8		OBSERVACIONES:
Nº 30	0.600	25.1		2.1	43.3		Balon # 30: 6.0
Nº 40	0.425	25.1		2.1	50.4		Grava 3" - 1 1/2": 31.0
Nº 50	0.300	63.7		5.5	55.9		Arena Nº 4 - Nº 200: 32.0
Nº 60	0.177	37.0		3.1	53.0		Fines < Nº 200: 35.0
Nº 100	0.150	22.7		1.9	60.9		
Nº 200	0.075	37.0		3.1	64.0		Fraccion: 623.9
< Nº 200	FONDO	429.9		36.0	100.0		

CURVA GRANULOMETRICA





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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40  
 (NORMA AASHTO T-99, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LURAHUANA - FACARAN - CHUFACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.H.M
MATERIAL:	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE	REVISADO	E.M.H
PROGRESIVA:	89+500.0 CALICATA LIZO	FECHA	15/05/2008
		N° REGISTRO	L-033

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-33	TAMAÑO MAXIMO	N° 40
MUESTRA	: M-01		
PROF. (m)	: 0.00 - 1.00		

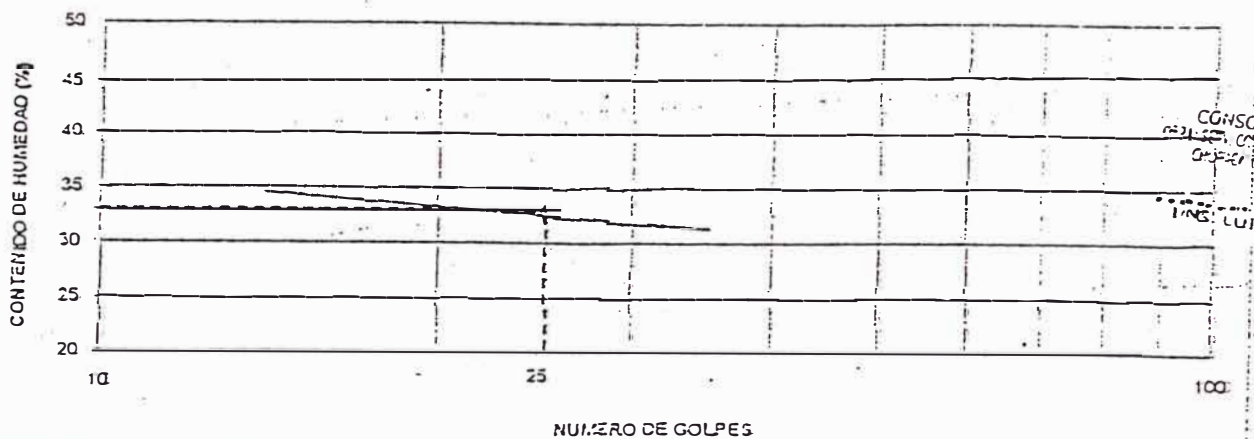
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO	1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	34.41	36.99	34.67
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	27.84	30.01	28.40
PESO DE AGUA (g)	6.57	6.98	6.27
PESO DEL TARRO (g)	5.54	5.21	6.80
PESO DEL SUELO SECO (g)	19.20	21.10	19.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	34.22	33.05	31.99
NUMERO DE GOLPES	15	25	30

LIMITE PLASTICO

N° TARRO	4	5
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	20.45	18.93
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	18.45	17.12
PESO DE AGUA (g)	2.01	1.81
PESO DEL TARRO (g)	9.01	8.79
PESO DEL SUELO SECO (g)	9.44	8.33
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)	21.29	21.73

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	33
LIMITE PLASTICO	22
INDICE DE PLASTICIDAD	11

OBSERVACIONES

Empty box for observations.

CONSORCIO GESTION  
DE CARRETERAS

I M.T.C

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

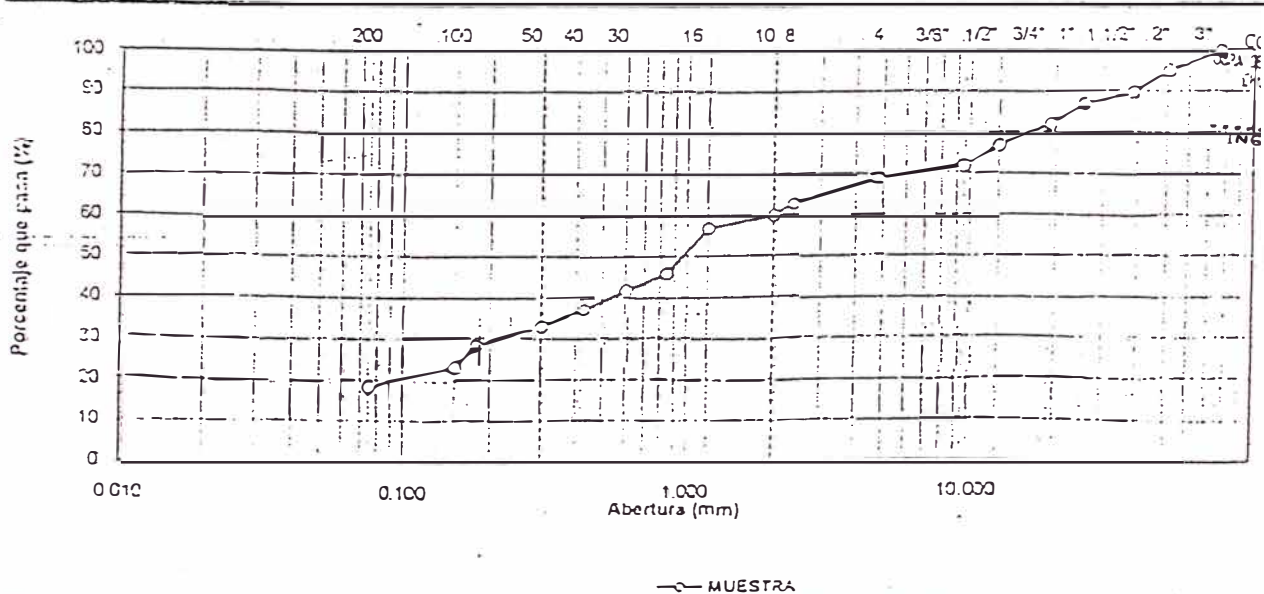
OBRA: CONSERVACION VAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y	REALIZADO: G.H.M
REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REVISADO: E.M.H
MATERIAL: MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE	FECHA: 15/06/2008
PROGRESIVA: 81+600.0 CALICATA LIZO	Nº REGISTRO: G-035

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA: C-35	TAMAÑO MAXIMO: 3"
MUESTRA: M-01	Peso Inicial seco: 14278 g
PROF. (m): 0.00 - 1.50	Peso lavado seco: 11011 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	OBSERVACION DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0		Contenido de humedad (%): 3.0
2"	50.800	571	4.7	4.7	95.3		Límite Líquido (LL): 25
1 1/2"	38.100	742	5.2	9.9	90.1		Límite Plástico (LP): 19
1"	25.400	414	2.9	12.8	87.2		Índice Plástico (IP): 5
3/4"	19.000	728	5.1	17.9	82.1		Clasificación (SUCS): SC - SM
1/2"	12.500	742	5.2	23.1	76.9		Clasificación (AASHTO): A-2.4
3/8"	9.500	700	4.9	28.0	72.0		Índice de Grupo: 0
Nº 4	4.750	428	3.0	31.0	69.0		Descripción (AASHTO): BUENO
Nº 9	2.360	81.5	6.1	37.1	62.9		Módulo de Flexión:
Nº 10	2.000	38.8	2.9	40.0	60.0		Materia Orgánica:
Nº 16	1.180	40.1	3.0	43.0	57.0		Turba:
Nº 20	0.840	149.3	11.1	54.1	45.9		OBSERVACIONES:
Nº 30	0.600	53.4	4.0	58.1	41.9		Bolonería > 3": 3.0
Nº 40	0.425	62.8	4.7	62.8	37.2		Grava 3" - Nº 4: 31.0
Nº 50	0.300	54.8	4.1	66.9	33.1		Arena Nº 4 - Nº 200: 50.7
Nº 60	0.250	62.8	4.7	71.6	28.4		Finos < Nº 200: 18.3
Nº 100	0.150	73.5	5.5	77.1	22.9		
Nº 200	0.075	61.5	4.5	81.7	18.3		Fracción: 82.0
< Nº 200	FONDO	244.5	18.3	100.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**



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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40  
 (NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CARRETE - LUNQUIANA - PASARANI - CHUPAZA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.H.M
MATERIAL:	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE	REVISADO	E.M.H
PROGRESIVA:	90+700.0 CALICATA L.OER	FECHA	19/06/2008
		N° REGISTRO	L-034

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-34	TAMARO MAXIMO	N° 40
MUESTRA	: M-01		
PROF. (m)	: 0.00 - 1.00		

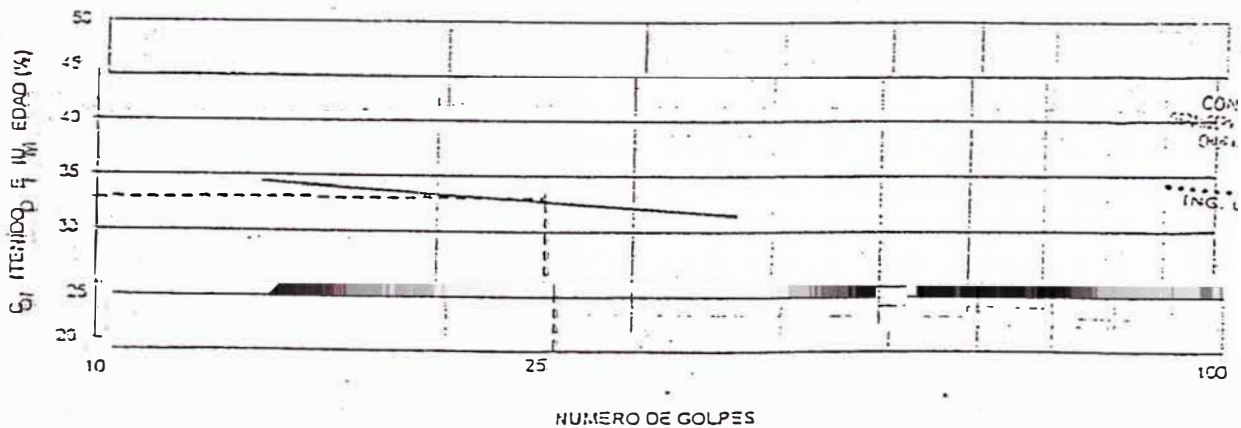
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	33.03	46.31	34.28
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	25.54	37.01	28.10
PESO DE AGUA	(g)	6.22	9.30	5.13
PESO DEL TARRO	(g)	5.54	5.91	5.60
PESO DEL SUELO SECO	(g)	18.20	28.10	19.30
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	34.18	33.10	32.02
NUMERO DE GOLPES		15	25	32

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		4	5
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	17.9	15.75
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	15.21	15.25
PESO DE AGUA	(g)	1.51	1.47
PESO DEL TARRO	(g)	9.01	8.75
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.20	6.50
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	22.35	22.62

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	33
LIMITE PLASTICO	22
INDICE DE PLASTICIDAD	11

OBSERVACIONES

Empty box for observations.



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

CONSORCIO GESTION  
DE CARRETERAS

M.T.C

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
 (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

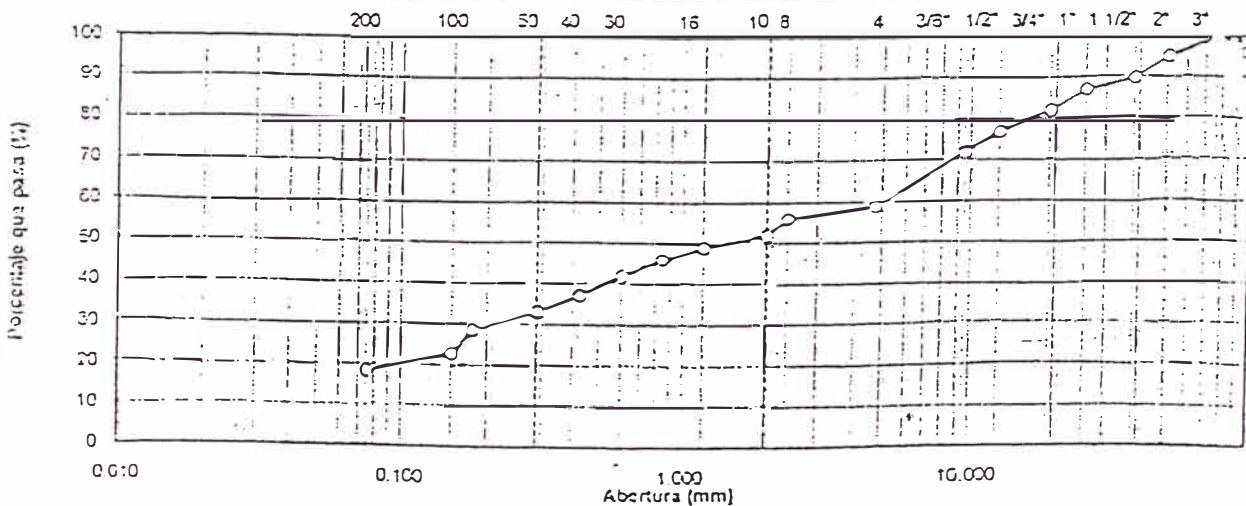
OBRA: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAJETE - LUNAHUATA - PACARANI - CHUPACA Y	REALIZADO: G.H.M
REHABILITACION DEL TRAMO ZUNIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REVISADO: E.M.H
MATERIAL: MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE	FECHA: 12/05/2008
PROGRESIVA: 92+600.0 CALICATA L.OER	N° REGISTRO: G 038

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-35	TAM AÑO MÁXIMO: 3"
MUESTRA: M-01	Peso Inicial seco: 16325 g
PROF. (m): 0.00 - 1.50	Peso lavado seco: 14084 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE		RETENIDO		ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
75	75.000				100.0		Contenido de Humedad (%): 3.0
75	50.000	85.1	4.7	4.7	95.3		Límite Líquido (LL): 24
1 1/2"	38.100	35.3	5.2	9.9	90.1		Límite Plástico (LP): 19
1"	25.400	53.2	2.9	12.6	87.2		Índice Plástico (I.P.): 5
3/4"	19.000	93.5	5.1	17.9	82.1		Clasificación (SUCS): GC-GM
1/2"	12.500	95.3	5.2	23.1	76.9		Clasificación (AASHTO): A-5
3/8"	9.500	89.9	4.9	28.0	72.0		Índice de Grupo: 0
N° 4	4.750	23.33	13.0	41.0	59.0		Designación (AASHTO): BUENO
N° 8	2.375	45.6	3.0	44.0	56.0		Módulo de Finiza:
N° 10	2.000	60.8	4.0	48.0	52.0		Materia Orgánica:
N° 15	1.180	45.6	3.0	51.0	49.0		Turba:
N° 20	0.840	47.1	3.1	54.1	45.9		OBSERVACIONES:
N° 30	0.600	60.8	4.0	58.1	41.9		Bolsonera > 3": 7.0
N° 40	0.425	71.5	4.7	62.8	37.2		Grava 3" - N° 4: 41.0
N° 50	0.300	62.4	4.1	66.9	33.1		Grava N° 4 - N° 200: 40.7
N° 60	0.250	71.5	4.7	71.6	28.4		Finos < N° 200: 18.3
N° 100	0.150	63.6	5.5	77.1	22.9		
N° 200	0.075	70.0	4.6	81.7	18.3		Fracción: 897.3
< N° 200	FONDO	278.4	16.3	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



— MUESTRA



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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40  
 (NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	CONSERVACION VAL DE LA CARRETERA CASATE - LUÑAHUANA - PIZARRAL - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA OV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.H.M
MATERIAL:	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE	REVISADO	E.M.H
PROGRESIVA:	91+600.0 CALICATA LIZO	FECHA	18/06/2008
		N° REGISTRO	L.035

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-36	TAMAÑO MAXIMO	N° 40
MUESTRA	: M-01		
PROF. (m)	: 0.00 - 1.50		

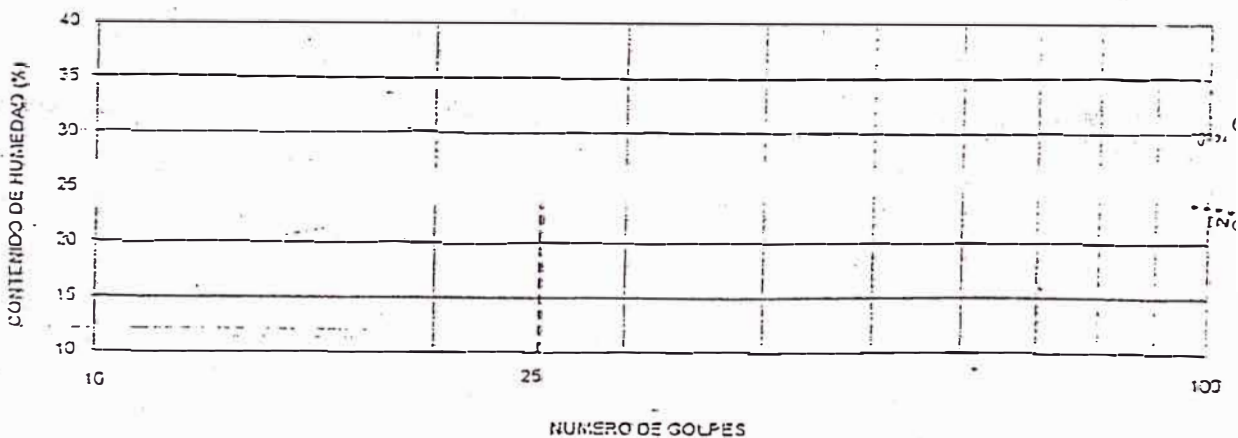
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	30.09	29.44	32.42
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	25.64	25.31	27.60
PESO DE AGUA	(g)	4.45	4.13	4.82
PESO DEL TARRO	(g)	8.64	8.91	8.60
PESO DEL SUELO SECO	(g)	17.00	16.40	19.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.18	25.18	24.32
NUMERO DE GOLPES		16	25	32

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		4	5
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	20.21	18.72
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	18.45	17.12
PESO DE AGUA	(g)	1.76	1.60
PESO DEL TARRO	(g)	9.01	8.79
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.44	8.33
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.64	19.21

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	25
LIMITE PLASTICO	19
INDICE DE PLASTICIDAD	6

OBSERVACIONES

--

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

CONSORCIO GESTION  
DE CARRETERAS

M.T.C

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
 (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

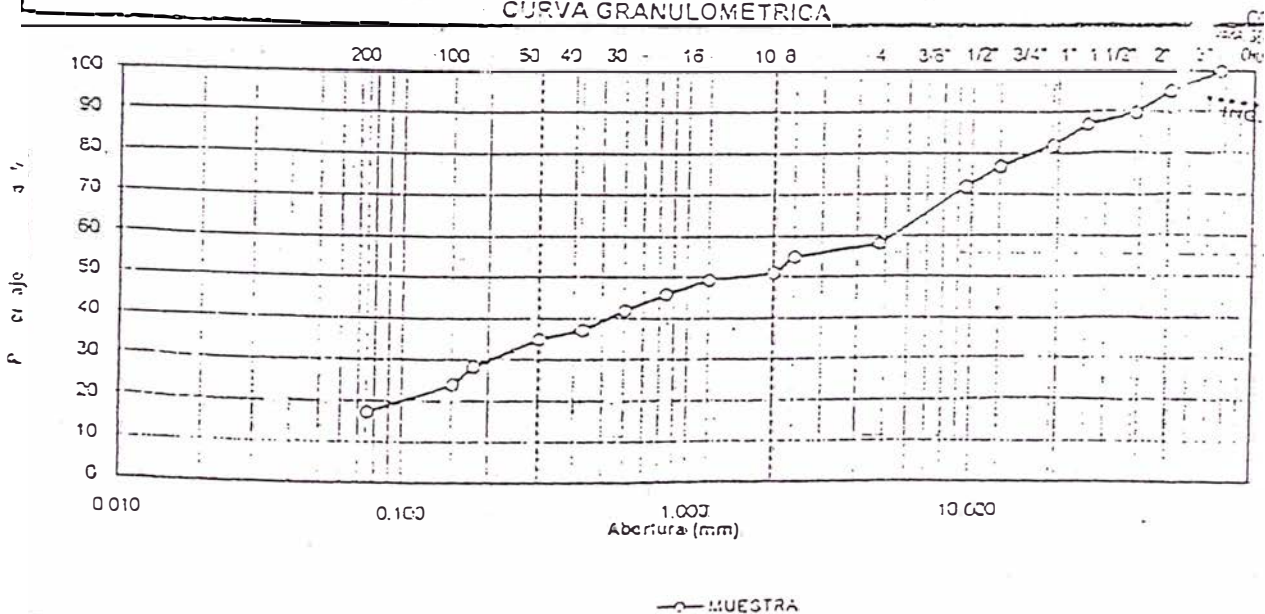
OBRA: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y  
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 MATERIAL: MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE  
 PROGRESIVA: 83+600.0 CALICATA LIZQ  
 REALIZADO: G.H.M  
 REMISADO: E.M.H  
 FECHA: 19/06/2005  
 N° REGISTRO: G-037

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-37	TAMAÑO MAXIMO	:	3"
MUESTRA	M-01	Peso inicial seco	:	9026 g
PROF. (m)	0.00 - 1.00	Peso lavado seco	:	6172 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PO. CENTAJE RETENIDO	PO. CENTAJE ACUMULADO	PO. CENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0		Contenido de Humedad (%): 2.1
2"	50.800	424	4.7	4.7	95.3		Límite Líquido (LL): 23
1 1/2"	38.100	459	5.2	9.9	90.1		Límite Plástico (LP): 19
1"	25.400	252	2.9	12.8	87.2		Índice Plástico (IP): 5
3/4"	19.000	460	5.1	17.9	82.1		Clasificación (SUCS): GC - GM
1/2"	12.500	459	5.2	23.1	76.9		Clasificación (AASHTO): A-1-b
3/8"	9.500	442	4.9	28.0	72.0		Índice de Grupos: 0
N° 4	4.750	1254	14.0	42.0	58.0		Descripción (AASHTO): BUENO
N° 8	2.350	39.8	3.1	45.1	54.9		Módulo de Finas:
N° 10	2.000	50.1	3.9	49.0	51.0		Materia Orgánica:
N° 16	1.150	21.9	1.7	50.7	49.3		Turba:
N° 20	0.850	42.7	3.4	54.1	45.9		OBSERVACIONES:
N° 30	0.600	51.4	4.0	58.1	41.9		Señoría > 3": 7.0
N° 40	0.425	60.4	4.7	62.8	37.2		Grava 3" - N° 40: 42.0
N° 50	0.300	28.3	2.2	65.0	35.0		Arena N° 4 - N° 200: 40.7
N° 80	0.177	64.8	5.6	71.6	28.4		Finos < N° 200: 17.3
N° 100	0.150	55.5	4.4	76.0	24.0		
N° 200	0.075	65.1	6.7	82.7	17.3		Fracción: 745.1
< N° 200	FONDO	222.2	17.3	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40  
 (NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4313)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	CONSERVACION YAL DE LA CARRETERA CAJETE - LUNAMANA - PACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.M.M
MATERIAL:	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE	REVISADO	E.M.H
PROGRESIVA:	92+600.0 CALICATA LDER	FECHA	13/06/2008
		N° REGISTRO	L-036

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-36	TAMAÑO MAXIMO	N° 40
MUESTRA	: M-01		
PROF. (m)	: 0.00 - 1.50		

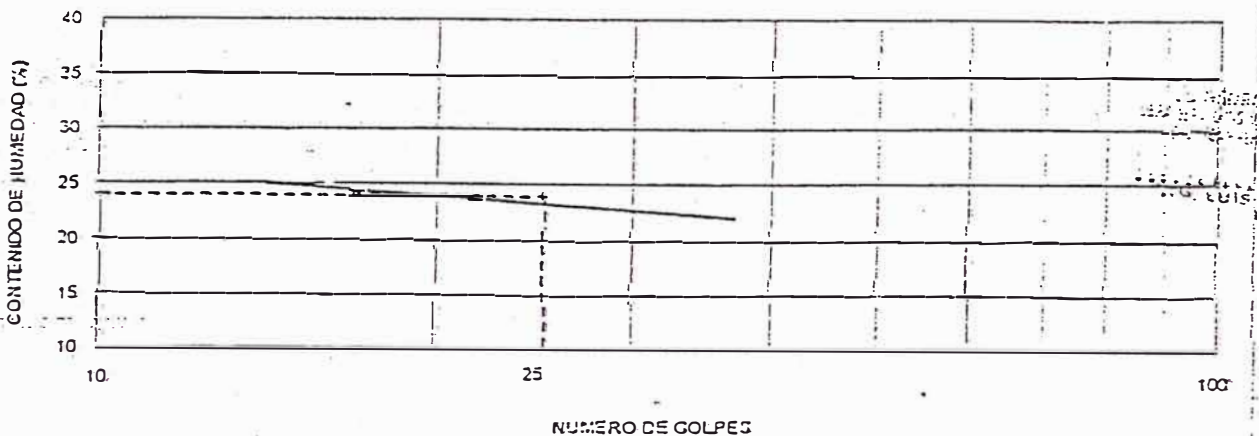
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	31.35	32.55	31.97
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	25.84	28.02	27.70
PESO DE AGUA	(g)	4.51	4.53	4.27
PESO DEL TARRO	(g)	5.64	5.91	6.60
PESO DEL SUELO SECO	(g)	15.20	19.11	16.90
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.78	23.70	22.59
NUMERO DE GOLPES		16	25	32

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		4	5
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	15.01	17.57
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	14.91	16.19
PESO DE AGUA	(g)	1.10	1.38
PESO DEL TARRO	(g)	9.01	5.79
PESO DEL SUELO SECO	(g)	5.90	7.40
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	15.64	18.65

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	24
LIMITE PLASTICO	19
INDICE DE PLASTICIDAD	5

OBSERVACIONES

Empty box for observations.



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

CONSORCIO GESTION  
DE CARRETERAS

M.T.C

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
 (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

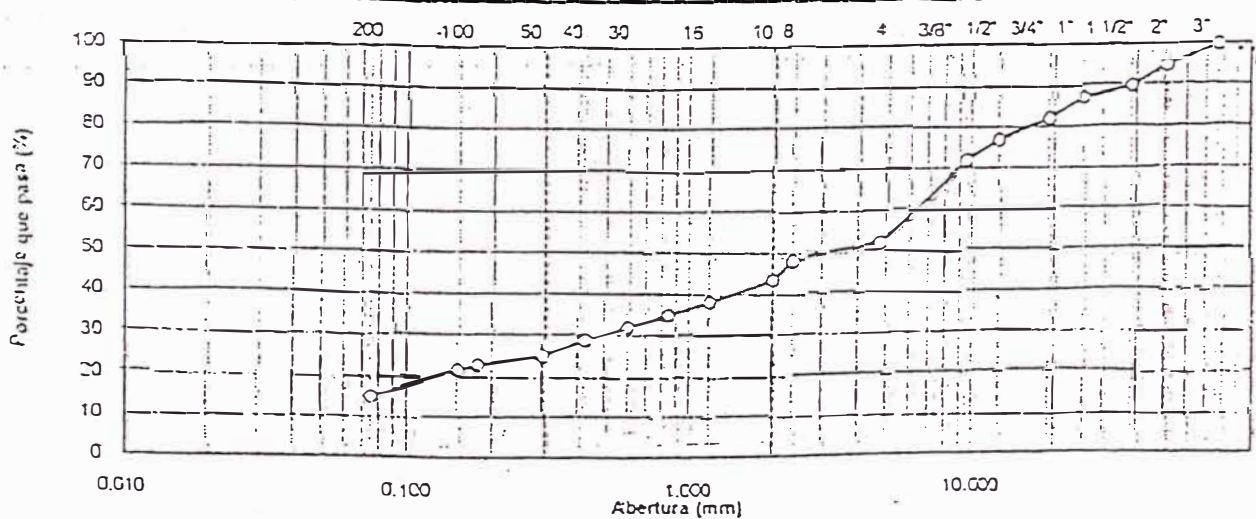
OBRA: CONSERVACION Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO: G.H.M
MATERIAL: MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE	REVISADO: E.M.H
PROGRESIVA: 94+000.0 CALICATA L.DER	FECHA: 19/06/2008
	N° REGISTRO: G-038

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-33	TAMAÑO MAXIMO: 3"
MUESTRA: M-01	Peso Inicial seco: 16822 g
PROF. (m): 0.00 - 1.00	Peso lavado seco: 12059 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0		Contenido de Humedad (%): 2.1
2"	50.800	846	5.0	5.0	95.0		Límite Líquido (LL): 23
1 1/2"	38.100	129	4.9	9.9	90.1		Límite Plástico (LP): 18
1"	25.400	431	2.9	12.8	87.2		Índice Plástico (IP): 5
3/4"	19.000	853	5.1	17.9	82.1		Clasificación (SUCS): GC - GM
1/2"	12.500	890	5.2	23.1	76.9		Clasificación (AASHTO): A-1-a
3/8"	9.500	829	4.9	28.0	72.0		Índice de Grupo: 0
N° 4	4.750	3384	20.0	48.0	52.0		Descripción (AASHTO): BUENO
N° 8	2.360	672	3.7	51.7	48.3		Módulo de Elasticidad:
N° 10	2.000	844	4.7	56.4	43.6		Materia Orgánica:
N° 16	1.180	97.0	5.4	61.8	38.2		Turba:
N° 20	0.840	57.5	3.2	65.0	35.0		OBSERVACIONES:
N° 30	0.600	50.3	2.8	67.8	32.2		Escoria > 3": 5.0
N° 40	0.425	55.7	3.1	70.9	29.1		Grava 3" - N° 4: 48.0
N° 50	0.300	69.2	3.8	74.7	25.3		Arena N° 4 - N° 200: 37.0
N° 80	0.177	39.5	2.2	76.9	23.1		Finos < N° 200: 15.0
N° 100	0.150	21.5	1.2	78.1	21.9		
N° 200	0.075	123.9	6.9	85.0	15.0		Fración: 533.6
< N° 200	FONDO	288.6	15.0	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



—○— MUESTRA



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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40  
 (NORMA AASHTO T-99, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CASATE - LUJANQUIZA - FERRARINI - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUNIGA DV. YAUYO - RONICPAS	REALIZADO	G.M.M
MATERIAL:	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE	REVISADO	E.M.H
PROGRESIVA:	93+600.0 CALICATA L.IZO	FECHA	19.06.2008
		N° REGISTRO	L-017

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-37	TAMAÑO MAXIMO	N° 40
MUESTRA	: M-01		
PROF. (m)	: 0.00 - 1.00		

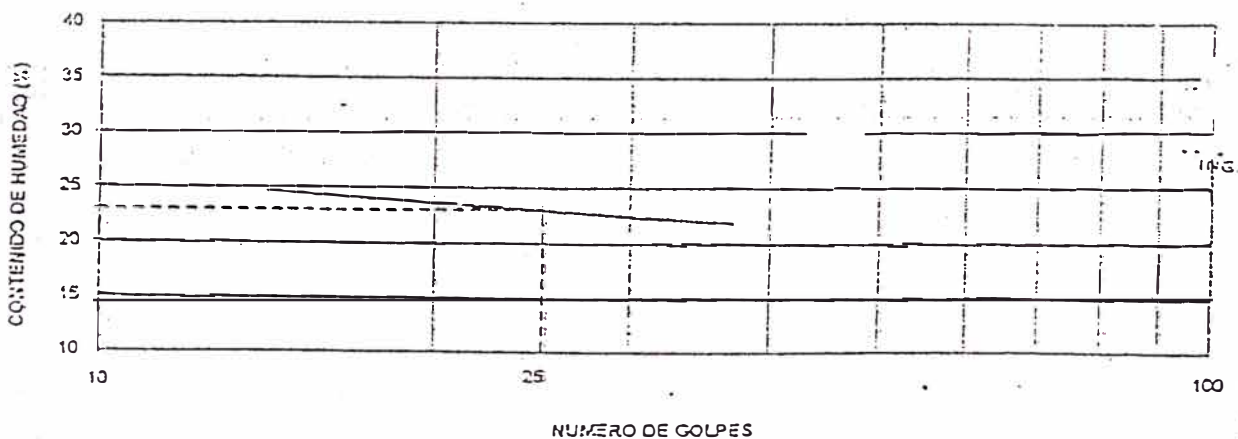
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	23.93	31.47	31.12
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	24.94	27.21	27.02
PESO DE AGUA	(g)	3.50	4.26	4.10
PESO DEL TARRO	(g)	9.04	9.91	8.80
PESO DEL SUELO SECO	(g)	16.30	15.30	18.22
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.43	23.28	22.50
NUMERO DE GOLPES		16	25	32

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		4	5
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	19.73	14.76
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	17.21	13.99
PESO DE AGUA	(g)	1.52	0.87
PESO DEL TARRO	(g)	9.01	8.79
PESO DEL SUELO SECO	(g)	8.20	5.10
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	19.54	17.05

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	23
LIMITE PLASTICO	15
INDICE DE PLASTICIDAD	5

OBSERVACIONES

--

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

CONSORCIO GESTION  
DE CARRETERAS

M.T.C

**LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40**  
 (NORMA AASHTO T-89, T-99, ASTM D 4318)

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

OBRA:	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAJETE - LUNAMUNSA - PISCARANI - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.H.M
MATERIAL:	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE	REVISADO	E.M.H
PROGRESIVA:	91+600.0 CALICATA LIZO	FECHA	15/06/2008
		N° REGISTRO	L-035

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA	: C-36	TAMAÑO MAXIMO	N° 40
MUESTRA	: M-01		
PROF. (m)	: 0.00 - 1.50		

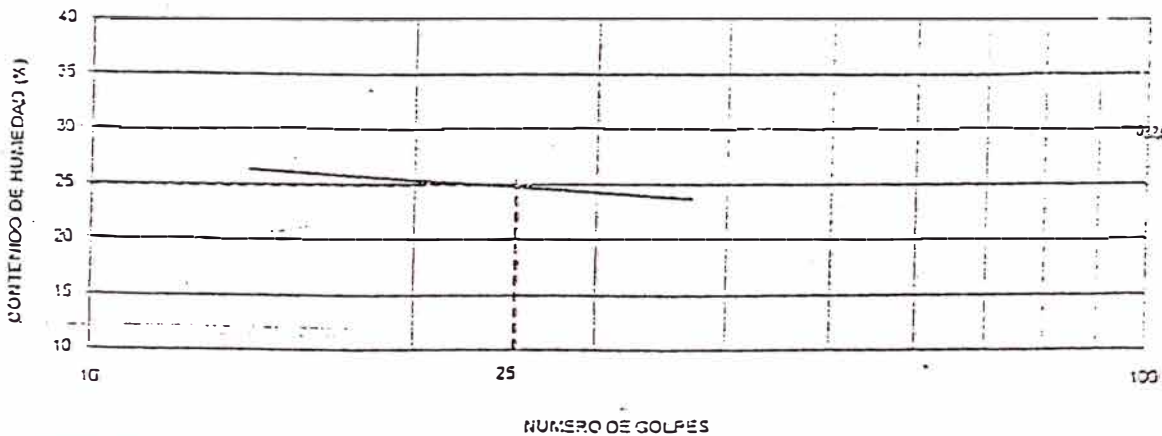
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	30.09	29.41	32.42	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	25.64	25.31	27.60	
PESO DE AGUA	(g)	4.45	4.10	4.82	
PESO DEL TARRO	(g)	8.64	8.91	6.80	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	17.00	16.40	19.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.18	25.18	24.32	
NUMERO DE GOLPES		16	25	32	

**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO		4	5	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	20.21	18.72	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	18.45	17.12	
PESO DE AGUA	(g)	1.76	1.60	
PESO DEL TARRO	(g)	9.01	8.79	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.44	8.33	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	16.64	19.21	

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	25
LIMITE PLASTICO	19
INDICE DE PLASTICIDAD	6

**OBSERVACIONES**

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

CONSORCIO GESTION DE CARPETAS

M.T.C

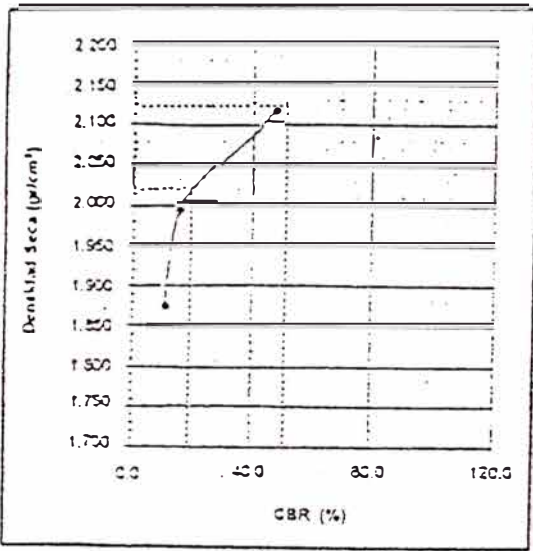
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
 (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1533)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	CONSERVACION YAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - FACARAN - CHUPACAT	REALIZADO:	G.N.M
	REHABILITACION DEL TRAMO JURUNGA CV. YAUYO - RONCHAS	REVISADO:	E.H.H
MATERIAL:	MUESTRA DEL TERRENO EXISTENTE	FECHA:	19/05/2008
PROGRESIVA:	92+600.0	CALICATA:	L.CQ
		N° REGISTRO:	G-221

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA:	G-47	PROGRESIVA:	NM 92+600
MUESTRA:	M-31	CLASIF. (SUCS):	SC-5M
PROF. (m):	0.50 - 1.00	CLASIF. (AASHTO):	A-1-2 (0)



METODO DE COMPACTACION:	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³):	2.124
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):	6.3
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³):	2.013

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%):	0.17:	51.4
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%):	0.17:	19.2

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	51.4 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	19.2 (%)

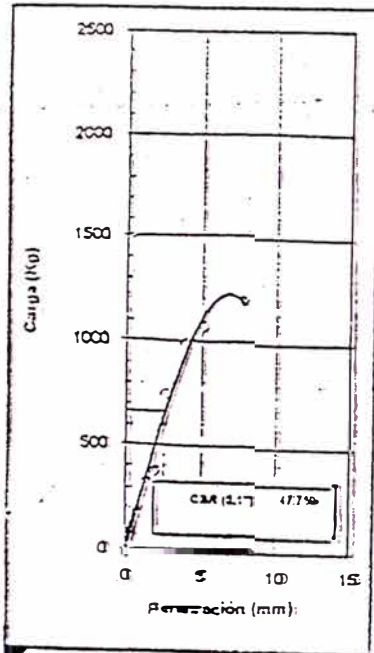
OBSERVACIONES:

---

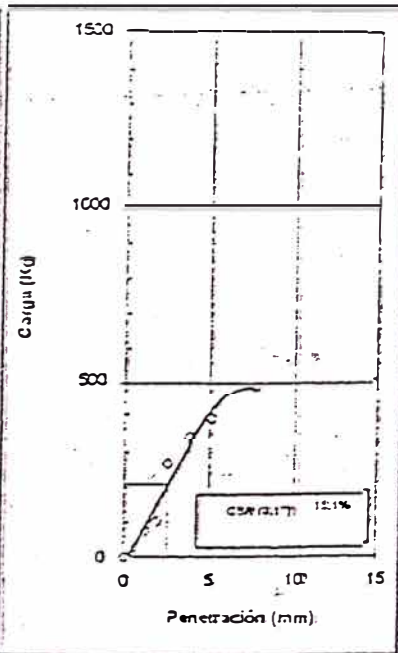


---

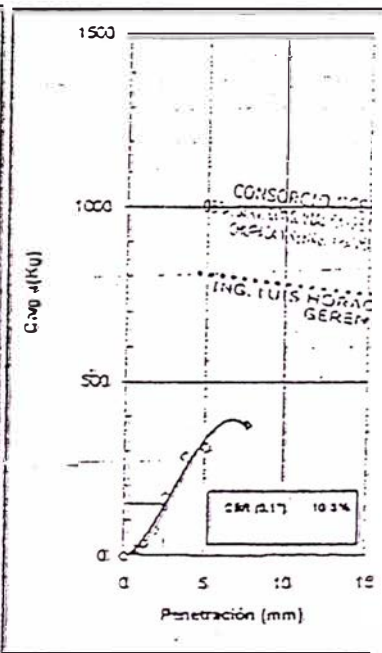
EC = 64 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES









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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

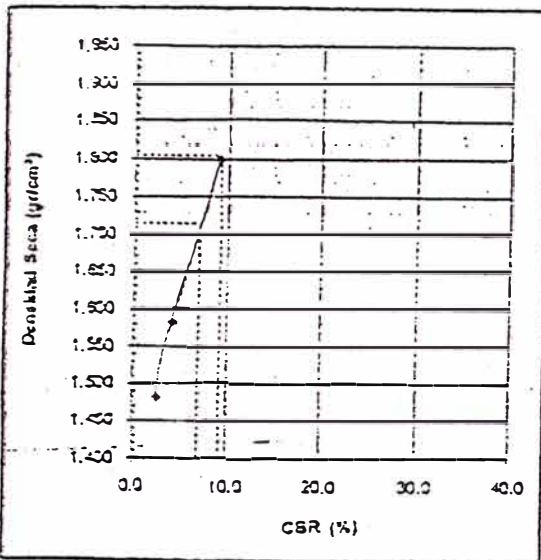
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
 (NCRMA AASHTO T-193, ASTM D 1557)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CARRETE - LUNAWANA - PACAPAN - CHUPACAY REALIZADO: G.F.M  
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA CV. YAUYO - RONCHAS REVISADO: E.M.H  
 MATERIAL: MUESTRA DEL TERRENO EXISTENTE FECHA: 22/03/2008  
 PROGRESIVA: 93+700.0 CALICATA L EC N° REGISTRO: 0617

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-34 PROGRESIVA : KM 93+700  
 MUESTRA: M-01 CLASF. (SUCS) : SC  
 PROF. (m): 0.60 - 1.00 CLASF. (AASHTO) : A-4(7)



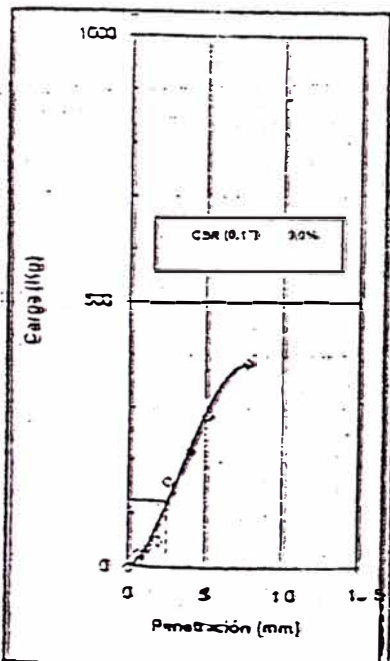
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.808  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11.4  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.715

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.17	9.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.17	6.9

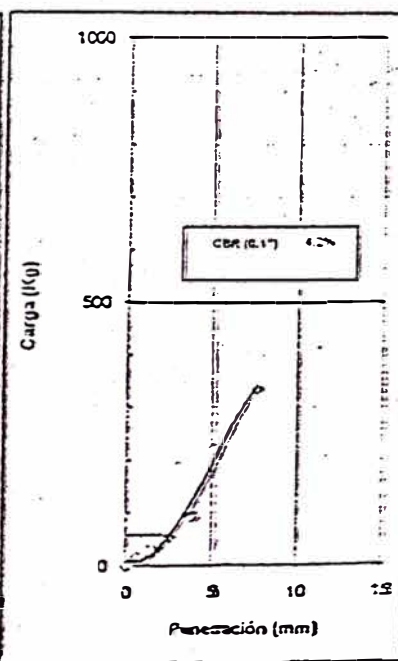
RESULTADOS:  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 9.2 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 6.9 (%)

OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES

