

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



**EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD DE LA CARRETERA
CAÑETE – YAUYOS – CHUPACA CON EQUIPO MERLIN
TRAMO KM. 64+000 - KM. 69+000**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

FELIPE BARZOLA TRUJILLO

Lima- Perú

2009

Agradezco a mi familia, en especial a mi madre Haydeé Trujillo, mi padre Dionisio Barzola, mis hermanos por la confianza depositada y apoyo extraordinario.

ÍNDICE:

	Pág.
RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS	5
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE SIMBOLOS	7
LISTA DE FOTOGRAFÍAS	8
INTRODUCCIÓN	9
CAPITULO 1: GENERALIDADES	11
1.1 ANTECEDENTES	11
1.2 UBICACIÓN	13
1.3 CLIMA Y TOPOGRAFÍA	19
1.4 ESTADO SITUACIONAL	20
1.5 DESCRIPCIÓN DEL TRAMO EVALUADO KM. 64+000 – KM. 69+000	24
CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO	28
2.1 ESTADO DEL ARTE DEL EQUIPO MERLIN	28
2.1.1 Empleo del MERLIN en América Latina	28
2.1.2 Empleo del MERLIN en Perú	29
2.2 MÉTODO DE MEDICIÓN	30
METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA	32
2.3 RUGOSIDAD	
2.3.1 Descripción de la Escala IRI de rugosidad	32
2.3.2 Determinación de la rugosidad	32
2.4 MÉTODO PARA EL CÁLCULO DE LA RUGOSIDAD	35
2.5 FACTOR DE CORRECCIÓN	36
2.6 LIMITACIONES DE LA ECUACIÓN PARA PAVIMENTOS NUEVOS O POCO DEFORMADOS	37
2.7 LÍMITES DE LA RUGOSIDAD PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE PAVIMENTOS	38

CAPITULO 3: APLICACIÓN DEL TRAMO	39
3.1 APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL TRAMO KM. 64+000- KM. 69+000 EN SELLO ASFÁLTICO TIPO SLURRY SEAL	39
3.2 PROCEDIMIENTO EN CAMPO	40
3.3 PROCESAMIENTO DE DATOS	42
3.3.1 Factor de Corrección	43
3.3.2 Aplicación del Factor de Corrección al Rango "D"	44
3.3.3 Calculo del IRI	44
CAPITULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS	45
CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	49

RESUMEN

La carretera Cañete-Yauyos-Chupaca, se encuentra entre los departamentos de Lima y Junín y su ámbito se desarrolla desde la ciudad de San Vicente de Cañete (Lima) desde el Km. 1+805, hasta la ciudad de Chupaca (Junín) en el Km. 273+531, teniendo una longitud total de 271.73 km. Cuenta con altitudes variadas de puntos importantes como: Cañete (71 m.s.n.m.), Lunahuana (523 m.s.n.m.), Zuñiga (821 m.s.n.m.), Dv. Yauyos-Magdalena (2289 m.s.n.m.), Chupaca (3270 m.s.n.m.).

El clima a lo largo de la carretera es templado, presentando notable diferencia entre el día y la noche, con una temperatura media anual que fluctúa entre las máximas de 29°C; y las mínimas de -4°C. La humedad atmosférica es poco sensible, aún cuando el suelo es normalmente húmedo, como consecuencia de las lluvias que caen con regularidad en el verano (diciembre a marzo).

En el tramo evaluado, que corresponde a la progresiva Km. 64+000 – Km. 69+000, presenta una topografía accidentada sin presencia de huaycos, pero con taludes inferiores erosionados del lado derecho. El material de la vial de la plataforma en su gran mayoría 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), siendo sus agregados gruesos de forma subangular. En la subrasante de este tramo se han encontrado bolonerías, sin embargo a partir del Km 67+700, se encuentra aproximadamente mayor concentración de ellos y en tamaños variables entre 4" a 8".

En este tipo de carretera no pavimentada de bajo volumen de tráfico, cuyo IMD entre Zuñiga-San José de Quero es de 53 veh/día, comprende como trabajo experimental la aplicación de una solución básica sobre la superficie de rodadura, para obtener un "cambio de estándar" de la vía, desde el punto de vista del mejoramiento de la serviciabilidad, respecto del actualmente brindado, mediante la colocación de material granular estabilizado y protegida con una capa bituminosa. Además se ejecutan mejoras puntuales en el drenaje, sin realizar mejoras en la geometría de la misma.

Para asegurar una circulación de confort y seguridad, es necesario realizar estudios de evaluación de la rugosidad superficial mediante ensayos no destructivos, que permitan adoptar condiciones adecuadas para su conservación y transitabilidad.

Siendo la rugosidad un factor de evaluación empleado en el inventario vial que permite calificar el estado o condición funcional de esta vía, constituye una buena alternativa el uso de un equipo de tecnología intermedia como el MERLIN, por la ventaja de su bajo costo de fabricación, fácil manejo y por la gran exactitud de los resultados confiables que proporciona, que hace uso de una ecuación de correlación para relacionar los valores que determina con la escala del IRI.

Es por ello, que la obtención de medidas de índices de rugosidad que se realicen para una carretera no pavimentada de bajo nivel de tráfico, permite establecer el estado funcional de la vía a través del tiempo, de tal manera que ayude a decidir para su posible mantenimiento o rehabilitación.

Finalmente, por disposición de la Dirección de Escuela Profesional (DEP-FIC), se asignó dentro del tramo en estudio, un sub tramo de 400 m de longitud, desde el Km. 67+000 hasta el Km. 66+600, para la evaluación con el equipo MERLIN en una sola pasada y en sentido regresivo, obteniéndose un valor de rugosidad IRI de 3.77m/Km, que permitió comparar con resultados anteriores efectuados en este tramo de carretera, mostrando un progresivo aumento en la rugosidad de la vía, mas no se apreció grandes fallas superficiales a lo largo del tramo evaluado, lo que significó que esta vía continúa siendo apta para el tránsito requerido.

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 1.1: Características de la Carretera Cañete- Yauyos	
Chupaca.....	19
Cuadro N° 1.2: Afluentes del Rio Cañete.....	20
Cuadro N° 1.3: Trabajos ejecutados en la carretera	20
Cuadro N° 1.4 Tipo de Suelo y Capacidad de Soporte.....	24
Cuadro N° 1.5: Perfil Estratigráfico Característico.....	27
Cuadro N° 2.1: Rugosidades evaluadas con MERLIN en el Perú.....	29
Cuadro N° 2.2: Rugosidades evaluadas con MERLIN en el Perú.....	29
Cuadro N° 2.3: Rango de valores del PSI.....	37
Cuadro N° 4.1: Valores del IRI cercanos al tramo evaluado.....	45
Cuadro N° 4.2: IRI obtenido del tramo de carretera en estudio.....	45

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1.1: Mapa de ubicación de la Ruta 22.....	14
Figura N° 1.2: Plano Clave	17
Figura N° 1.3: Perfil longitudinal de la carretera.....	18
Figura N° 1.4: Vista Panorámica tramo evaluado.....	25
Figura N° 1.5: Sección típica del tramo evaluado.....	26
Figura N° 2.1: Esquema de rugosímetro MERLIN.....	31
Figura N° 2.2: Principio de operación MERLIN	33
Figura N° 2.3: Histograma de distribución	34
Figura N° 2.4: Formato para anotación de las 200 lecturas.....	34
Figura N° 3.1: Anotación de lecturas en formato.....	42
Figura N° 3.2: Esquema del Histograma obtenido.....	43

LISTA DE SÍMBOLOS

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation

CA: carpeta asfáltica

CBR: Californian Bearing Ratio (Razón de Soporte de California)

CGC: CONSORCIO GESTIÓN DE CARRETERAS

Dv : Divisoria

IGN: Instituto Geográfico Nacional

INGEMMET: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico

INRENA: Instituto Nacional de Recursos Naturales

IRI: International Roughness Index

IRRE: International Road Roughness Experiment

Km: Kilómetro

m: metro

m²: metro cuadrado

m.s.n.m: metros sobre el nivel del mar

MERLIN: Machine for Evaluating Roughness using Low-cost Instrumentation

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

PERT: Proyecto Especial Rehabilitación de Transportes

PROVIAS: Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte

PSI: Present Serviciability Index

SB: sub base

SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

Tn: Tonelada

TRRL: Transportation Road Research Laboratory

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía N° 1.1: Apertura de trabajos en la carretera Cañete-Yauyos-Chupaca.....	13
Fotografía N° 1.2: Inicio de tramo Km 64+000.....	25
Fotografía N° 1.3: Ruinas de Cascajal.....	25
Fotografía N° 3.1: Traslado de personal y equipo.....	41
Fotografía N° 3.2: Verificación de instalación.....	41
Fotografía N° 3.3: Inicio de las mediciones con equipo.....	41
Fotografía N° 3.4: Personal para la seguridad del tramo.....	41

INTRODUCCIÓN

La incorporación del tema de la rugosidad a la evaluación superficial de pavimentos, ha logrado amalgamar una herramienta de trabajo sumamente valiosa y confiable, pero el problema radica en determinar cuándo se va a realizar el mantenimiento de la vía de manera que no resulte en costos excesivos cuando se realice fuera de tiempo.

Dentro de los parámetros más utilizados está el IRI (International Roughness Index), creado por el Banco Mundial para la medición de la irregularidad longitudinal del pavimento. Para la medición de esta irregularidad son utilizados diversos equipos, entre ellos está el MERLIN (Machine for Evaluating Roughness using Low-cost Instrumentation), desarrollado por el TRL (Transport Research Laboratory), Laboratorio de Investigación de Inglaterra, para la utilización en países en vías de desarrollo.

En el Perú existen métodos estándares más usados para la obtención del IRI de los pavimentos evaluados, como son el empleo de los equipos MERLIN y BUMP INTEGRATOR, que permiten optimizar la toma de decisiones en los proyectos de rehabilitación y obtener pavimentos con mejor capacidad de servicio inicial en los proyectos de construcción, lo que incide en la disminución de los costos de operación vehicular, una mayor seguridad en las carreteras y en la prolongación de la vida útil de la red vial.

El uso de este equipo MERLIN, es una de las formas de mediciones de las irregularidades y define el padrón de medidas IRI, definido como un parámetro que representa los desvíos de la superficie de un pavimento en relación a una superficie plana, con características y dimensiones que afectan la dinámica de los vehículos, la calidad de superficie de rodadura, la carga dinámica y el drenaje.

La irregularidad longitudinal, es el parámetro más utilizado internacionalmente, para la evaluación funcional de pavimentos. Esta irregularidad del pavimento es proveniente de problemas de construcción, falta de mantenimiento, y de fallas ocasionados de la acción del tráfico y del clima, principalmente de las deformaciones permanentes de revestimiento y de sub suelo.

La realización de este informe tiene como principal objetivo medir la rugosidad, con el empleo del rugosímetro MERLIN, que hace el levantamiento de la irregularidad de la superficie de la carretera Cañete-Yauyos-Chupaca del tramo Km. 64+000 al Km. 69+000 con exactitud. En esta medición fue necesario tomar datos en campo de un sector característico del tramo mencionado, debido a limitantes administrativas, para atender a objetivos específicos: anotación de las lecturas indicadas por el equipo, obtención del valor de la rugosidad, aplicando la ecuación desarrollada por la TRRL, comparación de este valor de rugosidad obtenido con los resultados de mediciones anteriores.

Este informe fue desarrollado en cuatro (4) capítulos, así distribuidos:

Capítulo 1: *Generalidades*. Este capítulo sirve como antecedente para tener conocimiento sobre las características y estado situacional de la carretera Cañete – Yauyos – Chupaca, así como también una descripción del tramo Km. 64+000 al Km. 69+000 a ser evaluado.

Capítulo 2: *Marco Teórico*. Este capítulo permite obtener conocimientos acerca de Índice de Rugosidad Internacional (IRI), parámetro desarrollado por el Banco Mundial para uniformizar los diversos criterios que existen para medir y calibrar la rugosidad de los pavimentos. Para esta evaluación se empleó el rugosímetro MERLIN y para calcular la rugosidad se utilizó el método original propuesto por el TRRL, consistente en la ecuación para pavimentos nuevos por el tipo de carretera Cañete –Yauyos-Chupaca.

Capítulo 3: *Aplicación del Tramo*. En este capítulo, se utilizó las lecturas obtenidas durante las mediciones realizadas al tramo característico, a fin de emplear la ecuación del TRRL y obtener el IRI.

Capítulo 4: *Análisis de Resultados*. En este capítulo, se trató del valor IRI obtenido, para comparar con los valores obtenidos de mediciones anteriores.

Finalmente se muestra las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó luego de realizar el presente informe.

CAPITULO 1: GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

Estado del Arte de la Carretera

La carretera de penetración y enlace Cañete-Yauyos-Chupaca, se desarrolla desde la ciudad de San Vicente de Cañete en el departamento de Lima desde el Km. 1+805, hasta la ciudad de Chupaca en el departamento de Junín en el Km. 273+531, teniendo una longitud total de 271.73 Km. Cuenta con altitudes variadas de puntos importantes como: Cañete (71 m.s.n.m.), Lunahuana (523 m.s.n.m.), Zuñiga (821 m.s.n.m.), Dv. Yauyos-Magdalena (2289 m.s.n.m.), Chupaca (3270 m.s.n.m.).

Fue proyectada y ejecutada parcialmente durante el gobierno de Augusto B. Leguía entre la década de 1920 a 1930, mediante la Ley de Conscripción Vial Territorial del Perú, aprobada con D.L. N° 4113 del 11 de mayo de 1920. Coincidiendo con la caída del gobierno, quedaron paralizados todos los trabajos de la carretera hasta los años 1954 y 1957.¹

Por el lado de la Costa, durante el gobierno de Manuel Prado Ugarteche, entre los años 1940 a 1944, se avanza los trabajos de la carretera desde Cañete, llegando a Yauyos en abril de 1944.²

En mayo de 1955, llega la Comisión y la Delegación del Estado al puente peatonal del cañón de Uchco, distrito de Colonia, provincia de Yauyos, para la prosecución de los trabajos de construcción de la carretera en el tramo de Chupaca a Yauyos, culminándose estos en mayo de 1957.²

La carretera Cañete-Yauyos-Chupaca forma parte del Corredor Vial N° 13 y está dentro del programa de desarrollo vial "Proyecto Perú", cuyo fin es mantener las vías nacionales con una adecuada serviciabilidad, interviniendo en forma oportuna y metódicamente mediante las actividades de conservación rutinaria,

¹ Fuente: MEZA BAZAN, M, La Ley de Conscripción Vial 1920-1930 para obtener el grado de Licenciado en Historia de la UNMSM en 1999.

² Fuente: LARA MELO, M, 2006

conservación periódica, reparaciones menores y atención de emergencias viales.

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, para la elaboración del Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil de la Carretera Ruta 22, Tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca, que está ubicada en los Departamentos de Lima y Junín; la vía forma parte de la Ruta 22 (Transversal) de la Red Vial Nacional, obteniéndose la aprobación mediante Resolución Directoral N° 815-2004-MTC/20 del 22 de noviembre de 2004.

Mediante el Contrato: N° 288-2007-MTC/20, del 27 de Diciembre del 2,007 celebrado con Provias Nacional, el Consorcio Gestión de Carreteras asume la responsabilidad de efectuar el servicio de Conservación del Corredor Vial Cañete-Lunahuaná-Pacarán-Dv. Yauyos-Ronchas-Chupaca, a nivel de solución básica (capa de 5cm estabilizada con emulsión al 2% y superficie de monocapa asfáltica RC-250 de 9mm).

El sábado 16 de febrero de 2,008 en el distrito de Pacarán, provincia de Cañete, Km. 52+857, con la presencia de autoridades del gobierno, se inauguró el provisional, pero moderno Puente Pacarán, que sirve como alternativa a la circulación de vehículos con alta capacidad de carga y permitirá tener una mayor afluencia turística e intercambio comercial entre las provincias de Cañete - Yauyos – Chupaca. Asimismo, se dio inicio a los trabajos de pavimentación y mantenimiento del Eje Vial N° 13 Carretera Cañete - Yauyos – Chupaca, que permitirá ser utilizada como vía alterna a la Carretera Central, con lo que se reducirá el tiempo de viaje entre Lima y Huancayo, desarrollándose esta zona de gran potencial en ganadería y agricultura, así también potenciará el turismo.



FOTOGRAFÍA N° 1.1
APERTURA DE TRABAJOS EN LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-CHUPACA
(Fuente: Diario: Yauyos al Día, 19, Feb, 2008)

Por tanto, el mantenimiento se hace necesario por tratarse de una vía de tercer orden, alterna a la Carretera Central para el acceso al centro del país, para asegurar las condiciones de transitabilidad que requiere una vía de tal importancia.

1.2 UBICACIÓN

La carretera se encuentra ubicada entre los departamentos de Lima y Junín y une los territorios de las provincias de Cañete, Yauyos (Región Lima) y Chupaca (Región Junín), la cual forma parte de la “Red Vial Nacional” N° 13, y enlaza con la Ruta Nacional N° 22, con un ámbito de influencia en un entorno de 2.5 Km. a ambos lados de la vía existente, abarcando diversos distritos y centros poblados.

El tramo se encuentra entre las coordenadas geográficas:

12°00' a 13°00'	Latitud Sur
75°15' a 76°10'	Longitud Oeste

En la Figura N° 1.1 se puede observar el Mapa de Ubicación de la carretera Cañete-Yauyos-Chupaca que se encuentra representada con una línea gruesa roja en el mapa; y con la representación del Proyecto Perú perteneciente a la “Red Vial Nacional” N° 13 que se muestra en la leyenda.



FIGURA Nº 1.1
MAPA DE UBICACIÓN DE LA RUTA 22
(Fuente: MTC-Provías Nacional)

El tramo Cañete-Lunahuana tiene una longitud de 40.95Km. y presenta como punto de inicio el segundo ovalo de Cañete (Km. 01+805) en la vía que se dirige a Lunahuana y termina en la localidad de Uchupampa (Km. 42+755). En el ámbito del proyecto se encuentran las localidades como Cañete, Imperial, Nuevo Imperial, Encañada, Caltopa, Sosci y Lunahuana. El tramo se encuentra asfaltado, teniendo una superficie de rodadura constituida por una carpeta asfáltica.

El tramo Lunahuana-Pacarán tiene una longitud de 11.907Km. y presenta como punto de inicio el sector denominado Uchupampa (Km. 42+755), donde termina la carpeta asfáltica e inicia el tratamiento superficial (Slurry seal-mortero asfáltico), y termina en la localidad de Pacarán (Km. 54+662). En el ámbito del proyecto se encuentran las localidades como Uchupampa, Condoray, Catapalla,

Jacaya, Jacayita, Romani y Pacarán. El tramo se encuentra asfaltado, teniendo una superficie de rodadura constituida por un tratamiento superficial, tiene una calzada CD (un carril creciente y un carril decreciente) con un ancho promedio de 3.20m por carril. Además se viene realizando atención de emergencias y gestión (relevamientos de información).

El tramo Pacarán-Zuñiga tiene una longitud de 3.743Km, presenta como punto de inicio la localidad de Pacarán (Km. 54+662), y termina en la localidad de Zuñiga (Km. 58+405). A partir de este tramo, la carretera cuenta con el cambio de estándar, teniendo una superficie de rodadura a nivel de un recubrimiento bituminoso tipo Slurry Seal, la calzada tiene un solo carril, y presenta una plataforma de un ancho útil que varía entre 5.0 y 7.5 metros.

A la fecha, se ha ejecutado el Cambio de estándar (colocación del pavimento básico) en 66 Km. comprendidos entre la localidad de San Gerónimo (Km. 73+005) al poblado de Huayña (Km. 139+000), faltando en éste tramo únicamente completar con la señalización horizontal (pintado de la plataforma), la colocación de la señalización vertical y los elementos de encarrilamiento (guardavías).

En el ámbito del proyecto se encuentran las localidades como Zuñiga, Machuranga, San Juanito, San Juan, San Jerónimo, Huayllampi, Catahuasi, Canchán, Chinchicay, Capillucas, Calachota, Puente Aucco y Magdalena. Este tramo de la carretera tiene una superficie de rodadura a nivel de un recubrimiento bituminoso slurry seal hasta Catahuasi, Km. 78+805; y un tratamiento monocapa hasta el Km. 99+000 aproximadamente, la calzada tiene un solo carril, y presenta una plataforma de un ancho útil que varía entre 3.0 y 8.5 metros.

El tramo Dv. Yauyos-Roncha tiene una longitud de 128.185Km. y presenta como punto de inicio la localidad de Magdalena (Km. 128+805), y termina en la localidad de Roncha (Km. 256+990), entrada del pueblo. En el ámbito del proyecto se encuentran las localidades como Magdalena, Tinco Huantan, Llapay, Tinco Alis, Tomas, Huancachi, Tinco de Yauricocha, Chaucha, San José de Quero, Chaquicocha, Collpa y Roncha.

En este tramo de la carretera se ubica el punto más alto cerca de la localidad de Chaucha (altitud de 4751msnm) y también se ubica el Abra Negro Bueno (altitud de 4666msnm) punto que delimita los departamentos de Lima y Junín (Km. 211+320). Presenta también una superficie de rodadura a nivel de un recubrimiento bituminoso Slurry Seal, la calzada tiene un solo carril y una plataforma con ancho útil variable entre 3.0 y 8.0 metros.

El tramo Roncha-Chupaca tiene una longitud de 16.541Km. y presenta como punto de inicio la localidad de Roncha (Km. 256+990), y termina en el empalme de la carretera Huancayo–Chupaca (Km. 273+541). El tramo pasa por las localidades como Roncha, Angasmayo, Huarisca y Chupaca. La topografía del tramo es ondulada y presenta una calzada con un solo carril y una plataforma con ancho útil variable entre 3.8 y 8.5 metros.

En la Figura N° 1.2 se puede observar el Plano Clave de la carretera Cañete-Yauyos-Chupaca que muestra las localidades presentes en la carretera con la indicación de su progresiva y su altitud correspondiente; representada con una línea gruesa en el plano, como también muestra la longitud aproximada entre localidades, con las coordenadas geográficas en la que está comprendida esta carretera. Asimismo, se puede apreciar las progresivas de inicio (Km. 67+000) y término (Km. 66+600) del tramo evaluado correspondiente a este presente informe.

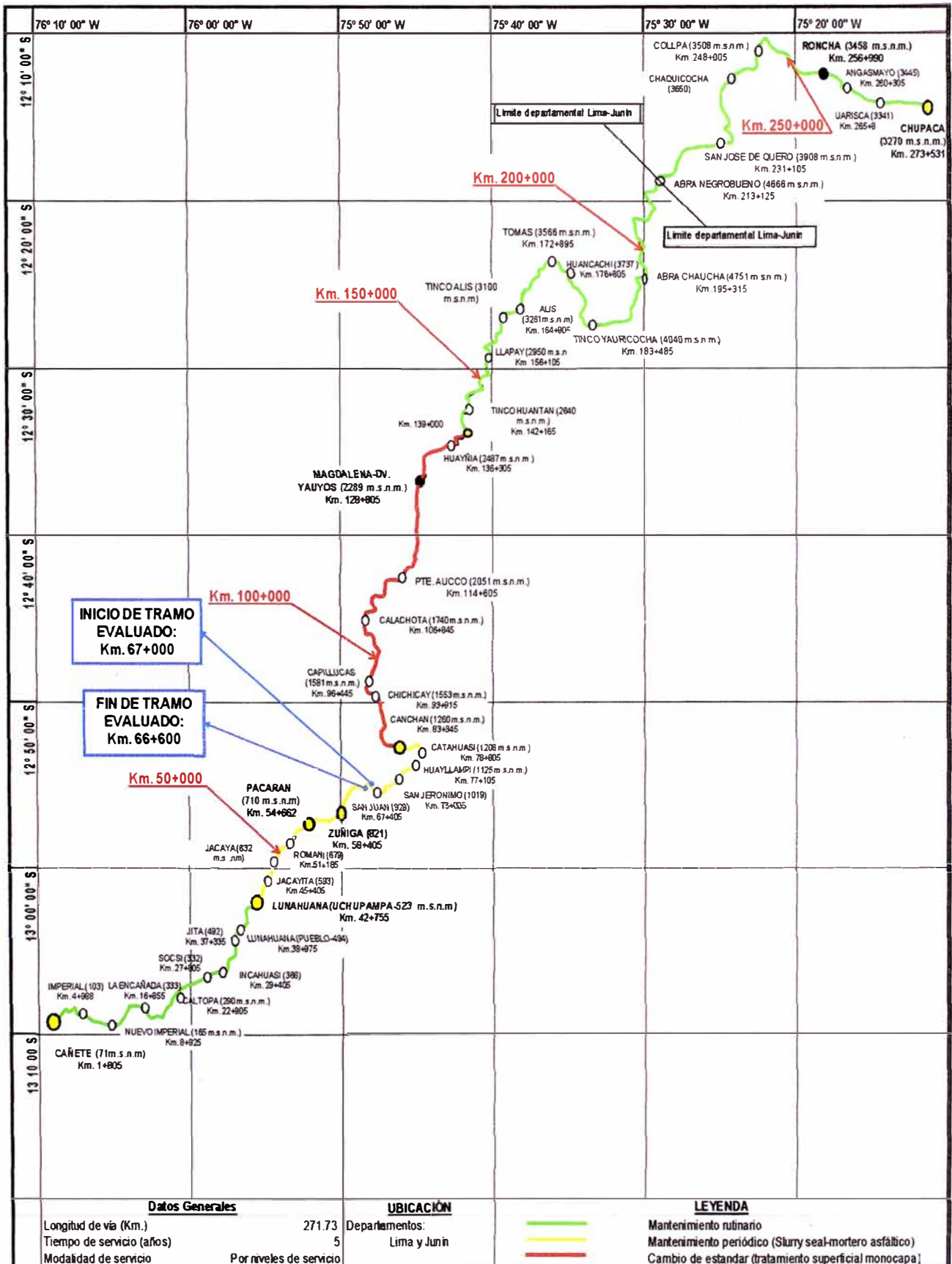


FIGURA 1.2
PLANO CLAVE CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-CHUPACA
(Fuente: Elaboración propia a partir del MTC-Provias Nacional)

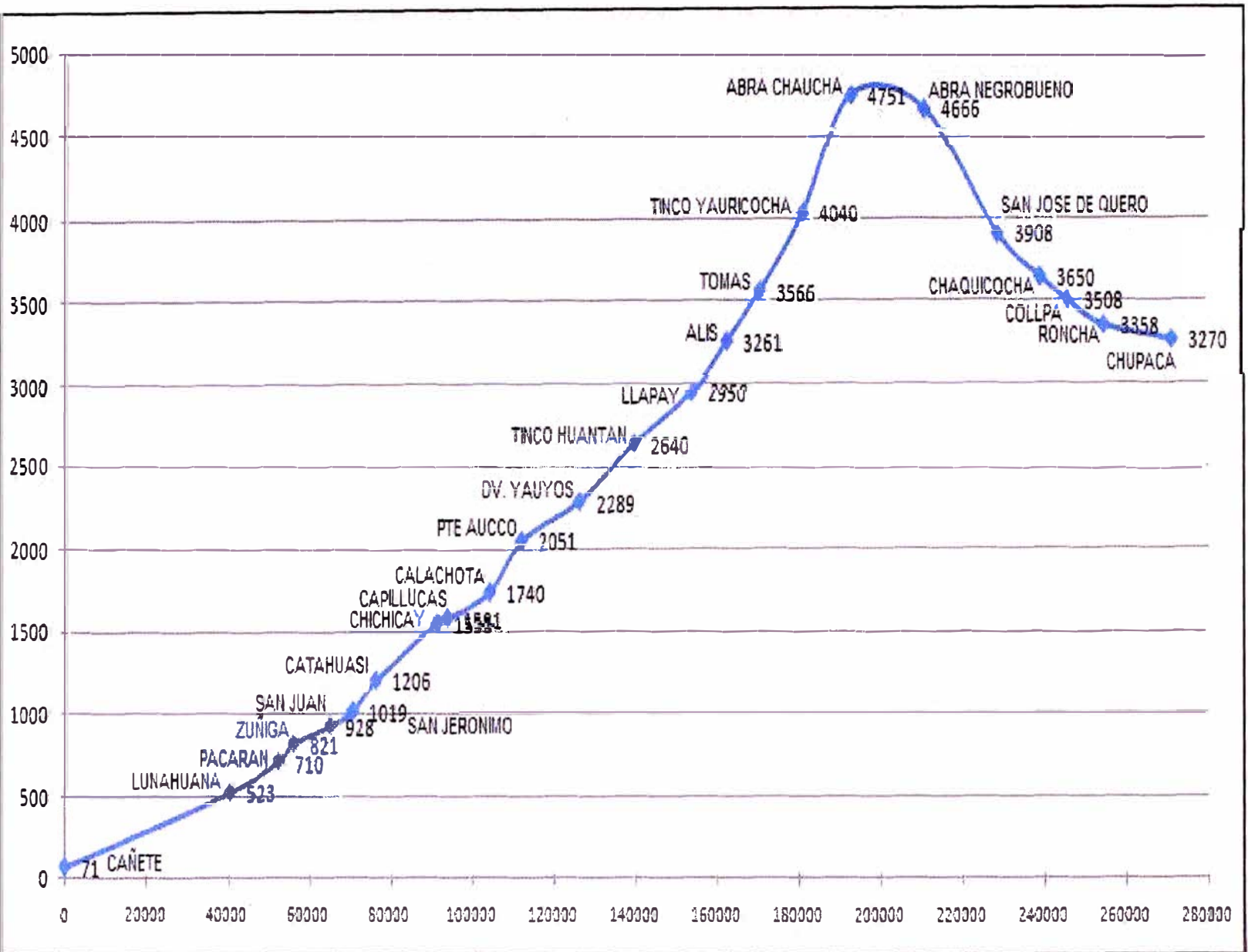


FIGURA 1.3
 PERFIL LONGITUDINAL DE LA CARRETERA
 (Fuente: Elaboración a partir de altitudes determinadas)

1.3 CLIMA Y TOPOGRAFÍA

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. La humedad atmosférica es poco sensible, aún cuando el suelo es normalmente húmedo, como consecuencia de las lluvias que caen con regularidad en el verano (diciembre a marzo).

La vía se desarrolla en sierra en la región quechua y sobre una topografía muy accidentada en la mayoría del tramo.

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

Clasificación de la Vía	: Red Vial Nacional
Corredor Vial	: Ruta 13
Categoría de la Vía	: 3ra. Categoría
Velocidad Directriz	: 30 Km/Hora
Ancho de vía útil	: Variables de 3.00m a 5.00 m
Ancho de Bermas	: 0.50 m en algunos sectores
Bombeo	: 1%
Longitud Total	: 271.73 Km.
Máxima Altitud	: 4751msnm (Chaucha)

Cuadro N° 1.1
CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-CHUPACA
(Fuente: Elaboración propia, a partir de datos MTC)

Aspecto hidrológico

En la cuenca del río Cañete se distinguen principalmente cuatro tipos de fuentes de agua superficial; glaciares, lagunas, ríos y riachuelos que se originan, ya sea en las anteriores fuentes o en afloramientos de agua subterránea. El río Cañete tiene un significativo número de afluentes, consideramos que el sistema de drenaje de la cuenca es “denso” y por tanto regularmente eficiente.

Tipo de fuente	Margen		Total
	Derecha	Izquierda	
Quebrada	32	40	72
Riachuelo	12	16	28
Río	4	7	11
TOTAL	48	63	111

CUADRO N° 1.2
CANTIDAD DE RÍOS Y QUEBRADAS AFLUENTES DEL RÍO CAÑETE
(Fuente: INRENA)

1.4 ESTADO SITUACIONAL

Previo, al inicio de las actividades del Consorcio de Gestión Vial, la carretera se encontró a nivel de afirmado en mal estado de conservación. Actualmente se han realizado actividades de conservación rutinaria que se describe en el Cuadro N° 1.3, con la descripción de los trabajos ejecutados por tramos.

N°	TRAMO	PROGRESIVAS	ALTITUD (m.s.n.m.)	LONGITUD TRAMO (m)	ESTADO INICIAL	TRABAJOS REALIZADOS			
						CGC	CGE	M	SS
1	Cañete -Lunahuana	Km 00+000 - Km 40+950	71- 523	40.95	Carpeta Asfáltico	Solo Mant. Rutinario			
2	Lunahuana - Pacarán	Km 40+950 - Km 52+857	153- 710	11.91	Tratamiento Superficial Bicapa	Solo Mant. Rutinario			
3	Pacarán - Zuñiga	Km 52+857 - Km 56+000	710- 821	3.14	Afirmado	SI	SI	NO	SI
4	Zuñiga - 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- 2289	50.00	Afirmado	SI	SI	SI	NO
6	Dv. Yauyos - Tinco Huantan	Km 127+000 - Km 141+000	2289- 2640	14.00	Afirmado	SI	SI	SI	NO
7	Tinco Huantaran - Alis	Km 141+00 - Km 163+100	2640- 3261	22.10	Afirmado	SI	SI	NO	NO
8	Alis - Rocha	Km 163+100 - Km 255+185	3261- 3358	92.09	Afirmado	SI	NO	NO	NO
9	Rocha - Chupaca	Km 255+185 - Km 271+726	3358- 3270	16.54	Afirmado	SI	NO	NO	NO
CAPA GRANULAR CON MATERIAL DE CANTERA =CGC						MONOCAPA = M			
CAPA GRANULAR ESTABILIZADA =CGE						SLURRY SEAL = SS			

CUADRO N° 1.3
TRABAJOS EJECUTADOS EN LA CARRETERA
(Fuente: MTC, Provias Nacional, Proyecto Perú, Convenio MTC-UNI)

Para la formulación del Perfil Estratigráfico de la carretera en estudio, así como para la definición de sus propiedades físico-mecánicas y establecimiento de su

comportamiento como subrasante; el Consorcio Gestión de Carreteras (CGC) procedió a efectuar los siguientes ensayos de suelos:

- Análisis granulométrico por tamizado (ASTM C-136)
- Límites de consistencia (ASTM D-4318)
(Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad)
- Clasificación SUCS (ASTM D-2487)
- Clasificación para vías de transportes (AASHTO) (ASTM D-3282)
- Contenido de humedad (ASTM D-2216)
- Proctor modificado (ASTM D-1557)
- California Bearing Ratio (CBR) (ASTM D-1883)

Siendo procesada la información correspondiente a los ensayos, el CGC logró configurar el perfil estratigráfico de la siguiente forma:

Del Km. 57+000 al Km. 63+650, se tiene una capa superior de 30cm de espesor como mínimo, que corresponde a antiguos trabajos de mantenimiento del afirmado, se trata de arenas y gravas limosas que clasifica en el Sistema SUCS como SC-SM y GC-GM. Mientras que en el sistema AASHTO se clasifica como A-1-b (0) y A-1-a (0), la forma de los agregados gruesos es subangular, su matriz es de color marrón claro de escasa plasticidad; tiene bolonería comprendido entre 3% y 10% con tamaño máximo de 7". Debajo 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 se presenta en gran cantidad el material de la plataforma vial cuya clasificación 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 Índice Plástico = 6%). En la subrasante se han encontrado

bolonerías, sin embargo a partir del Km. 67+700 se encuentra 40cm en promedio entre 40% y 50% con tamaños variables entre 4" a 8".

Km. 63+650 - 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 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 (I.P.) 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, en su defecto a partir de 0.50m 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 los 0,40m aproximadamente, se encuentra mayor concentración de éstos (aproximadamente entre 40% y 50%), por debajo de esta capa se encuentra roca a partir de 0.30m hasta 1.50m

Km. 114+600 – Km. 130+000, presenta 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%. Tiene presencia de bolonerías, en poca proporción en la capa superior, mientras que a partir de 0.50m aumenta su presencia entre 40% y 50%.

Km. 130+000 – Km. 220+000, presenta arenas y gravas limosas-arcillosas 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%, tiene varias perforaciones que no han llegado al 1.50m debido a la presencia de roca aproximadamente desde los 0.30m hasta los 1.50m

Km. 220+000 – Km. 240+000, sector de carretera donde 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, presenta 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, presenta una capa granular superficial entre 0.20m y 0.30m que clasifica como GC y GM-GC en el sistema SUCS, y en el sistema 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.

Capacidad de Soporte de los suelos

El Consorcio Gestión de Carreteras (CGC) obtuvo varias muestras suficientes para efectuar los ensayos de laboratorio correspondientes a CBR (ASTM D 1883), conforme a las características de los suelos descritos anteriormente; en el Cuadro N° 1.4 se observa el resumen de los resultados obtenidos por el CGC

en el tramo de la carretera a evaluar (Km. 54+000 – Km. 104+000) por el curso de titulación:

IDENTIFICACIÓN	PROFUND.	TIPO DE SUELO		CBR (%) a 2.5mm 95% MDS
	(m)	SUCS	AASHTO	
Km. 57+450 / M-1	0,0 – 0,3	GC-GM	A-1-b(0)	24
Km. 61+650 / M-1	0,0 – 1,0	SC-SM	A-1-b(0)	20
Km. 65+700 / M-2	0,0 – 1,5	SC-SM	A-2-4(0)	19
Km. 69+700 / M-1	0,0 – 1,5	SC-SM	A-2-4(0)	20
Km. 71+700 / M-1	0,0 – 1,5	SC-SM	A-1-b(0)	19
Km. 75+700 / M-1	0,0 - 1,5	SC-SM	A-1-b(0)	21
Km. 77+800 / M-1	0,0 - 1,5	SC-SM	A-1-b(0)	19
Km. 81+600 / M-1	0,0 – 1,5	SC-SM	A-1-b(0)	19
Km. 85+600 / M-1	0,0 - 1,0	SC-SM	A-1-b(0)	23
Km. 89+600 / M-1	0,0 – 1,0	SC	A-6(2)	7
Km. 90+700 / M-1	0,0 – 1,0	SC	A-6(2)	6,9
Km. 94+600 / M-1	0,0 - 1,0	GC-GM	A-1-a(0)	19
Km. 98+600 / M-1	0,0 - 1,0	SC-SM	A-1-b(0)	19
Km. 100+600 / M-1	0,0 – 1,5	SC-SM	A-1-b(0)	21
Km. 104+600 / M-1	0,0 – 1,5	SC-SM	A-1-b(0)	20

CUADRO N° 1.4

TIPO DE SUELO Y CAPACIDAD DE SOPORTE

(Fuente: MTC, Provías Nacional, Proyecto Perú, Memoria CGC)

1.5 DESCRIPCIÓN DEL TRAMO EVALUADO: Km 64+000-Km 69+000

Aspecto geotécnico:

La quebrada San Juan se encuentra en el Km. 64+000, adyacente se encuentra las ruinas Cascajal y el caserío del mismo nombre (Zona de casa de máquinas de la Central Hidroeléctrica El Platanal), los materiales proluviales son gravas limo arenosas, mal graduadas, densas, marrones. En el Km. 65 + 950 se halla la quebrada Airaya, la misma que durante el año 1998 ha traído un huayco de regular volumen que afectó unos 50m. de la carretera. El sector del Km. 67+000 al 67+800 se caracteriza por estar constituido de taludes de escombros (coluviales) con pendientes naturales de 45°-60°, inestables en los cortes.

Continuando con el tramo en estudio, nos encontramos atravesando la localidad de San Juan, cuyas viviendas se encuentran adyacentes a la vía, luego ésta se pega al río, donde existe una zona de erosión, que presentan inestabilidad de taludes, gravas con matriz limo arenosas y bloques de hasta 2m. de diámetro, entre los Km. 67 + 900 – Km. 69 +400 zona crítica es una zona de derrumbes.



FOTOGRAFÍA N° 1.2
Progresiva Km. 64+000, inicio de tramo de estudio (Fuente: Elaboración propia)



FOTOGRAFÍA N° 1.3
Ruinas de Cascajal, Km. 64+700 (Fuente: Elaboración propia)

En el Km. 68+900 se ha construido un puente para comunicarse con las localidades de Llangas, San Miguel, Rinconada, entre otros. Esta zona es crítica debido a varios factores: erosión fluvial, taludes inestables y desprendimiento de rocas, por lo que se recomienda meter el trazo, peinado de taludes y enrocados.

Para proseguir de Zúñiga a Magdalena, se continua por Campana Huasi (Km. 64+190), a partir de esta localidad la topografía del terreno se hace mas accidentado a media ladera, con plataforma de 3.50 a 4.0 m., en la progresiva Km. 69+400 se ubica el Caserío de Machuranga, sobre la cota de 931 m.s.n.m,

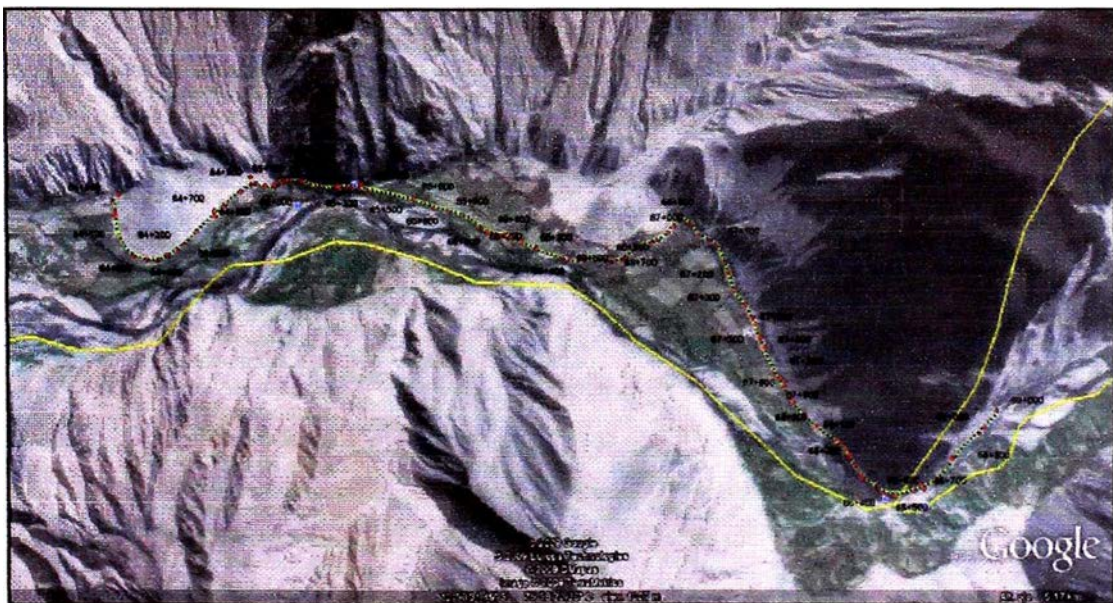


FIGURA N° 1.4
VISTA PANORÁMICA DEL TRAMO EVALUADO
(Fuente: Grupo 02 -Sección A, Curso Titulación, 2009)

Presenta temperaturas entre los 20°C y 27°C, con una altitud promedio de 915 m.s.n.m. Su época de lluvias es de Diciembre a Febrero, y presenta más de 50 años de servicio; tiene también un CBR de diseño = 20 al 95% del MDS, con ejes proyectados de $W_{18} = 1.69 \text{ E}+06$. La solución aplicada en este tramo consiste en la estabilización de la calzada con lechada asfáltica (Slurry Seal), tal como se detalla en la Figura N° 1.5.

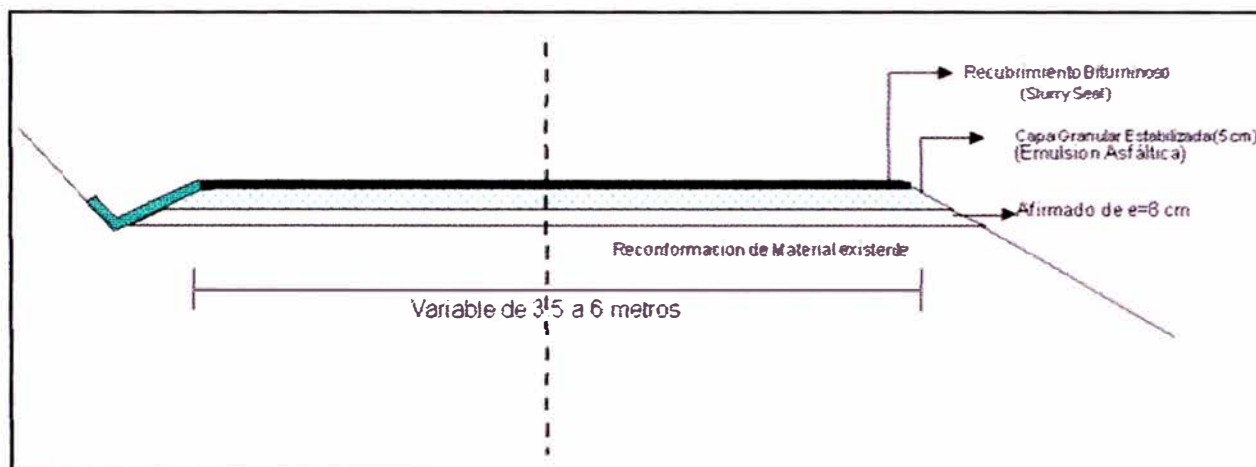


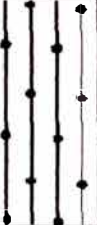
FIGURA N° 1.5
SECCIÓN TÍPICA DEL TRAMO EVALUADO
(Fuente: Clases de Titulación 2009, Ing. APOLINARIO M, Edwin)

Presenta una topografía accidentada sin presencia de huaycos, pero con taludes inferiores erosionados del lado derecho.

Del estudio de suelos realizado por el MTC a través del CGC, a una profundidad variable de 1.00m a 1.50m cada km, se tiene que el material de la plataforma vial del tramo en estudio, 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". El CBR a 2,5 mm de una muestra en el Km. 65+700 a una profundidad de 1.5m es de 19% MDS. Anexo 6.

En el mes de setiembre del 2009, se realizó una calicata en el Km. 67+375 de 1.30m de profundidad, encontrándose bolonería mayor de 10", dificultando la

excavación. Se identificó un solo estrato de arena limosa, el que clasifica en el sistema SUCS, como SM y en el AASHTO como A-2-4(0). Este tipo de suelo se considera de excelente a bueno según AASHTO³. En el Anexo 4 se muestran otros perfiles estratigráficos de este tramo.

REGISTRO DE EXCAVACION											
Proyecto	CAMBIO DE ESTANDAR DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO					Calicata	C-01				
Ubicación	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE					Fecha de excavación	05/09/2009				
KM	67+375					Profundidad total (m)	1.30				
LADO	IZQUIERDO					Prof. nivel freático (m)	-				
PROF. (m)	GRAFICO	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	ANALISIS GRANULOMETRICO				LIMITE DE ATTERBERG			No DE MUESTRA
				% QUE PASA				%			
			AASHTO	N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	LL	LP	IP	
1.30		Arena limosa color marrón, humedad media, medianamente compresible, material fino con materia orgánica, con presencia de grava, 10% de bolonería tamaño máximo 8".	SM A-2-4(0)	68.1	59.1	36.6	20.9	18.5	NP	NP	M-1

CUADRO N° 1.5
PERFIL ESTRATIGRÁFICO CARACTERÍSTICO
(Fuente: Grupo 02 -Sección A, Curso Titulación, UNI 2009)

³ Fuente: Grupo 02 -Sección A, Curso Titulación, UNI 2009

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 ESTADO DEL ARTE DEL EQUIPO MERLIN

El MERLIN, denominación abreviada proveniente del inglés Machine for Evaluating Roughness using Low-cost Instrumentation, es un equipo utilizado para la medición de la rugosidad de los pavimentos, en base a la ecuación de correlación original, propuesta por la Transportation Road Research Laboratory (TRRL), establecido mediante simulación computarizada, utilizando los perfiles topográficos de las secciones de ensayo que fueron estudiadas durante el Ensayo Internacional de Rugosidad de Carreteras (International Road Roughness Experiment, IRRE), dirigida por equipos de Brasil, Inglaterra, Francia, Estados Unidos y Bélgica, cuyo evento fue patrocinado por el Banco Mundial y tuvo lugar en Brasilia, Brasil en junio de 1982.

El MERLIN, dado a conocer en 1990, es un equipo de tecnología intermedia que fue diseñado para ser difundido en los países en vías de desarrollo, por las ventajas de su bajo costo de fabricación y por la gran exactitud de los resultados que proporciona.

2.1.1 Empleo del MERLIN en América Latina

En El Salvador, en julio de 1996, se efectuaron mediciones de rugosidad con el rugosímetro MERLIN, correspondiente a estudios de control de calidad para la carretera San Rafael – Sensuntepeque, sobre una carpeta asfáltica nueva. También se efectuaron mediciones sobre base granular en La Libertad-Kilo sobre unos 20 Km, en la calle urbana de la Torre Democrática Monserrat sobre tratamiento micro pavimentado, entre las más importantes vías evaluadas.

En Bolivia, en febrero de 1998, continuando con los estudios de control de calidad, se realizaron mediciones de rugosidad con MERLIN, para el tramo de 72.1 Km en Rio Seco-Guaqui en La Paz, sobre una superficie de carpeta asfáltica nueva. Asimismo, en julio de 1998, se prosiguió con dichas evaluaciones empleando, para la carretera Cochabamba – Quillacollo, sobre carpeta asfáltica nueva en un tramo de 13.4 Km.

2.1.2 Empleo del MERLIN en Perú

La introducción del MERLIN en el Perú se produjo en el año 1993, por iniciativa del Ing. Pablo del Águila, en el marco del primer programa de rehabilitación de carreteras financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el cual estuvo bajo la administración inicial de la Unidad Ejecutora de Proyectos del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción (UEP), que posteriormente se convirtió en el Programa Especial de Rehabilitación de Infraestructura de Transportes (PERT). Los trabajos comprendieron la reparación de la Carretera Panamericana y la Carretera Central, vías fundamentales para el Perú.

En el mes de septiembre de 1993, se efectuó el primer estudio de rugosidad con el equipo MERLIN, como es la carretera central Huayre-Huánuco, siendo este una vía de integración regional de gran importancia en el Perú. En esa oportunidad la evaluación se efectuó sobre tramos en avanzado estado de deterioro, y sobre un pavimento asfáltico con tratamiento superficial bi-capa, tal como se muestra en el Cuadro N° 2.1:

TRAMO	SUBTRAMO	LONGITUD	DEPARTAMENTO	PAVIMENTO	FECHA
HUAYRE-CHICRIN	KM247+000-KM323+500	76.5 KM	JUNIN-PASCO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Sep-93
CHICRIN-HUANUCO	KM2+400-KM39+300	36.9 KM	PASCO-HUANUCO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Sep-93
CHICRIN-HUANUCO	KM39+300-KM46+500	7.20 KM	HUANUCO	TRATAMIENTO SUPERF. BICAPA	Sep-93
CHICRIN-HUANUCO	KM46+500-KM83+500	37.0 KM	HUANUCO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Sep-93

CUADRO N° 2.1
RUGOSIDADES EVALUADAS CON MERLIN EN EL PERÚ

(Fuente: Tomado del cuadro: Relación de proyectos de rugosidad evaluada con MERLIN, Ponencia presentada al X Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto, Sevilla, España, 1999. del Ing. Pablo Del Águila)

En el mes de febrero de 1995, como parte integrante de estudios desarrollados para proyectos de rehabilitación de pavimentos se produjo la primera aplicación del MERLIN para el control de la rugosidad de un pavimento asfáltico nuevo, en el tramo de la Carretera Panamericana Norte, tal como se aprecia en el Cuadro N° 2.2 que a continuación se muestra:

TRAMO	SUBTRAMO	LONGITUD	DEPARTAMENTO	PAVIMENTO	FECHA
VAEVAMENTO TRUJILLO	KM0+000-KM6+200	6.2	LA LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Feb-95

CUADRO N° 2.2
RUGOSIDADES EVALUADAS CON MERLIN EN EL PERÚ

(Fuente: Tomado del cuadro: Relación de proyectos de rugosidad evaluada con MERLIN, Ponencia presentada al X Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto, Sevilla, España, 1999. del Ing. Pablo Del Águila)

En consecuencia, fueron dichas carreteras las primeras en ser evaluadas para la determinación de su rugosidad, primero durante los estudios para su rehabilitación y posteriormente al finalizar la etapa constructiva.

Entre los meses de junio y julio del 2009, se realizó mediciones de la rugosidad con el rugosímetro MERLIN de la Carretera Cañete- Yauyos-Chupaca, en el lado derecho de la progresiva Km. 55+050 – Km. 78+450 (slurry seal); de la progresiva Km. 79+500 – Km. 138+935 (tratamiento superficial monocapa), como parte del Convenio de Cooperación Interinstitucional entre el Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional - Provias Nacional y la UNIFIC.

2.2 MÉTODO DE MEDICIÓN

El método de medición que utiliza el MERLIN, por haber sido diseñado este equipo como una variación de un perfilómetro estático y debido a la gran exactitud de sus resultados, califica como un método Clase 1. La correlación de los resultados obtenidos con el MERLIN, con la escala del IRI, tiene un coeficiente de determinación prácticamente igual a la unidad.¹

El MERLIN es un equipo de diseño simple. La Figura N° 2.1 presenta un esquema ilustrativo del instrumento. Consta de un marco formado por dos elementos verticales y uno horizontal. Para facilidad de desplazamiento y operación el elemento vertical delantero es una rueda, mientras que el trasero tiene adosados lateralmente dos soportes inclinados, uno en el lado derecho para fijar el equipo sobre el suelo durante los ensayos y otro en el lado izquierdo para descansar el equipo. El elemento horizontal se proyecta, hacia la parte trasera, con 2 manijas que permiten levantar y movilizar el equipo, haciéndolo rodar sobre la rueda en forma similar a una carretilla.²

¹ Referencia Bibliográfica N° 3, pag.4.

² Referencia Bibliográfica N° 3, pag.5.

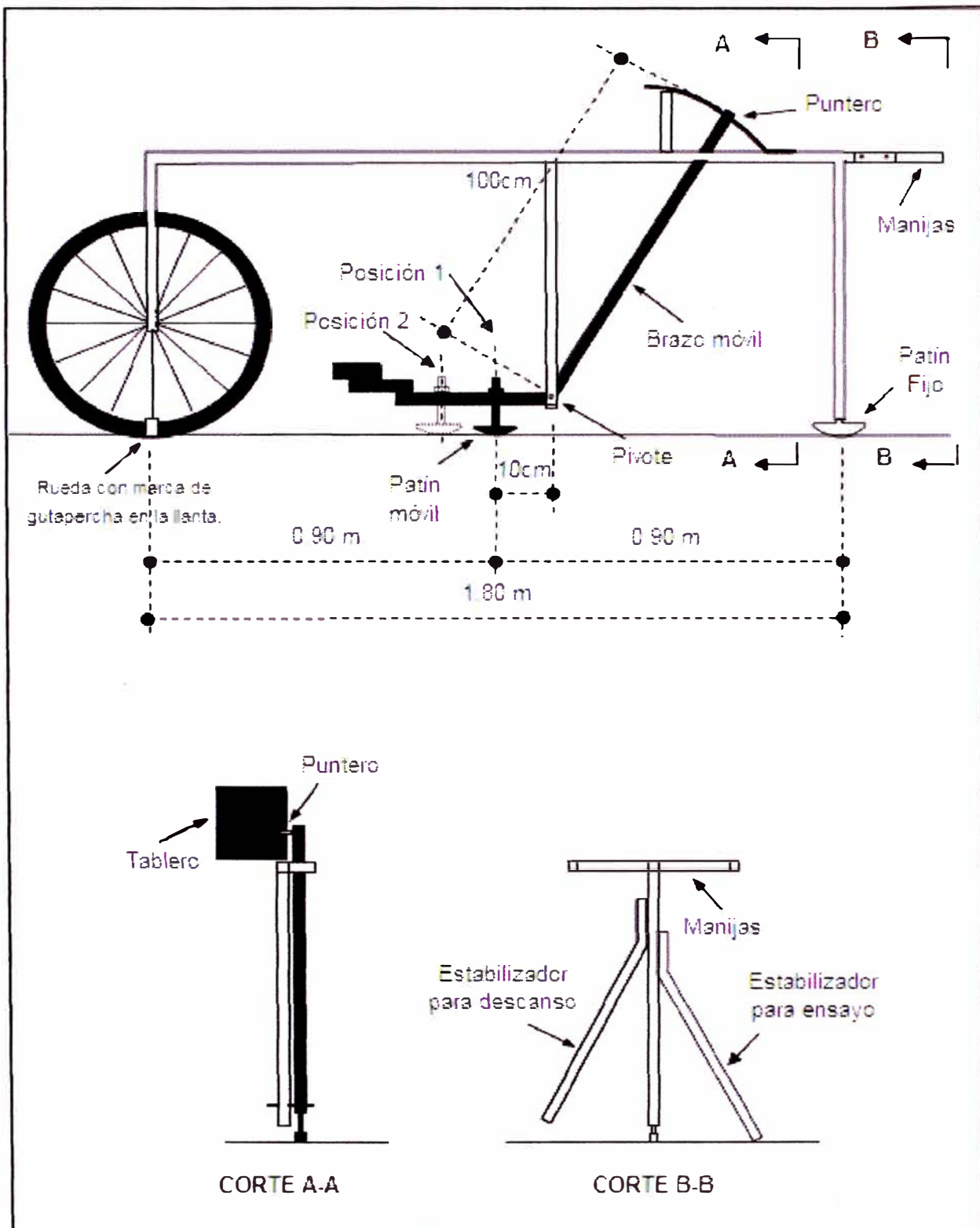


FIGURA N° 2.1

ESQUEMA DEL RUGOSIMETRO MERLIN

(Fuente: Metodología para la determinación de la rugosidad de los pavimentos con equipo de bajo costo y gran precisión, Ing. Pablo del Águila)

2.3 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RUGOSIDAD

2.3.1 Descripción de la Escala IRI de rugosidad

Para una dirección específica de la medida de la rugosidad, es necesario definir la escala. Con el interés del uso de una medida de rugosidad común en todos los proyectos importantes a nivel mundial, se ha seleccionado un Índice de Rugosidad Internacional (IRI), llamado así porque es producto del IRRE. La escala de rugosidad seleccionada como IRI fue el que mejor satisfizo los criterios de tiempo-estado, además de ser fácilmente medible por todo profesional.

El IRI se define como una característica del perfil longitudinal de una huella viajando; es una medida normalizada de rugosidad relacionada con aquellas obtenidas por el Sistema de rugosidad de caminos tipo respuesta (RTRRMS), con unidades recomendadas: metros por kilómetro (m/Km) = milímetros por metro (mm/m).

Se debe reconocer que el IRI es un número que resume la rugosidad, cualidades que inciden sobre la respuesta del vehículo, apropiado cuando la medida de rugosidad se desea que relacione a:

- Comodidad de manejo (tránsito).
- Carga dinámica de rueda (daño al camino desde camiones pesados, frenando y arrinconando al límite de seguridad disponible a automóviles de pasajero).
- La condición total de superficie.³

2.3.2 Determinación de la rugosidad

La determinación de la rugosidad de un pavimento se basa en el concepto de usar la distribución de las desviaciones de la superficie respecto de una cuerda promedio. La Figura N° 2.2 ilustra como el MERLIN mide el desplazamiento vertical entre la superficie del camino y el punto medio de una línea imaginaria de longitud constante. El desplazamiento es conocido como "la desviación respecto a la cuerda promedio".

³ Tesis UNI: Evaluación de pavimentos, José Melchor

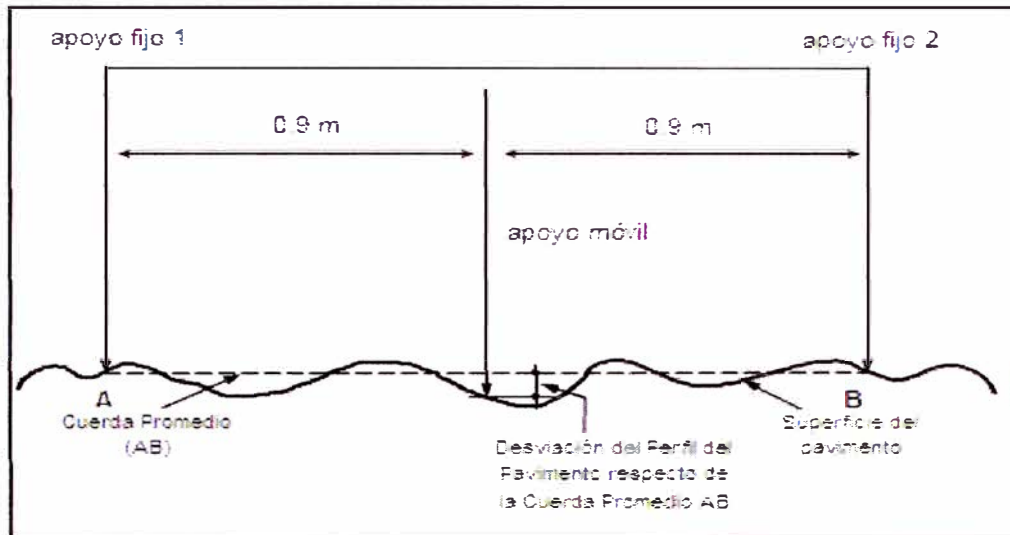


FIGURA Nº 2.2
PRINCIPIO DE OPERACIÓN DEL RUGOSIMETRO MERLIN

(Fuente: Metodología para la determinación de la rugosidad de los pavimentos con equipo de bajo costo y gran precisión, Ing. Pablo del Águila)

Asimismo, se ha definido que es necesario medir 200 desviaciones respecto de la cuerda promedio, en forma consecutiva a lo largo de la vía y considerar un intervalo constante entre cada medición. Para dichas condiciones se tiene que, a mayor rugosidad de la superficie mayor es la variabilidad de los desplazamientos. Si se define el histograma de la distribución de frecuencias de las 200 mediciones, es posible medir la dispersión de las desviaciones y correlacionarla con la escala estándar de la rugosidad. Ver Figura Nº 2.3.

El parámetro estadístico que establece la magnitud de la dispersión es el Rango de la muestra (D), determinado luego de efectuar una depuración del 10% de observaciones (10 datos en cada cola del histograma). El valor D en milímetros (mm), es la rugosidad del pavimento en "unidades MERLIN".⁴

⁴ Referencia Bibliográfica Nº 3, pág. 3

2.4 MÉTODO PARA EL CÁLCULO DE LA RUGOSIDAD

La ecuación de correlación original, propuesta por el TRRL, se estableció mediante simulación computarizada, utilizando los perfiles topográficos de las secciones de ensayo que fueron estudiadas durante el Ensayo Internacional de Rugosidad de Carreteras (International Road Roughness Experiment, IRRE), evento patrocinado por el Banco Mundial, que se llevó a cabo en Brasil en el año de 1982, para las cuales se había determinado la rugosidad mediante el uso de diferentes métodos y equipos.

Simulando mediante procedimientos de cómputo el principio de operación del MERLIN y utilizando la información topográfica de las secciones del IRRE, se determinó la rugosidad en “unidades MERLIN” de cada una de ellas, para las cuales ya se tenía la rugosidad en “unidades IRI”. De esa manera se estableció una base de datos de pares ordenados, rugosidad en unidades MERLIN vs rugosidad en unidades IRI, la que se analizó mediante regresión lineal para establecer la siguiente expresión:

$$IRI = 0.593 + 0.0471 D \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

IRI : Índice de Rugosidad Internacional, m/km

D : Rugosidad en unidades MERLIN, mm

Las referencias bibliográficas relacionadas con el rugosímetro MERLIN, refieren que la ecuación de correlación establecida por el TRRL, se basó en el análisis de los resultados de rugosidad correspondientes a 27 secciones de ensayo, 8 de los cuales fueron sobre pavimentos asfálticos, 5 sobre tratamientos superficiales, 7 sobre superficies de grava y 7 sobre superficies de tierra. Las rugosidades de estas secciones varían entre 2.44 y 15.91 m/km, en la escala del IRI. La rugosidad en unidades MERLIN (D), calculadas por simulación computarizada, varían entre 41.5 mm y 322.4 mm. Esta información permite concluir lo siguiente:

1. La base de datos empleada para la formulación de la correlación del TRRL es bastante limitada en cantidad de resultados.
2. La base de datos caracteriza fundamentalmente a una muestra compuesta por pavimentos con estados de deformación avanzados.

3. No hay datos sobre pavimentos asfálticos nuevos o recientemente construidos.

Por otro lado, se tiene que el interés del TRRL al diseñar el MERLIN no fue precisamente el contar con un equipo para el control de calidad de pavimentos nuevos, sino todo lo contrario, la evaluación del parámetro de rugosidad para el cálculo de los costos de operación de vehicular sobre pavimentos muy deteriorados, aspecto característico del Tercer Mundo. Por consiguiente, es obvio que para los fines del TRRL, la ecuación desarrollada resultó totalmente adecuada.⁵

2.5 FACTOR DE CORRECCIÓN

Para determinar el factor de corrección se hace uso de un disco circular de bronce de aproximadamente 5 cm de diámetro y 6 mm de espesor, y se procede de la siguiente manera:

- Se determina el espesor de la pastilla, en milímetros, utilizando un calibrador que permita una aproximación al décimo de mm. El espesor se calculará como el valor promedio considerando 4 medidas diametralmente opuestas.
- Se coloca el rugosímetro sobre una superficie plana y se efectúa la lectura que corresponde a la posición que adopta el puntero cuando el patín móvil se encuentra sobre el piso. Se levanta el patín y se coloca la pastilla de calibración debajo de él, apoyándola sobre el piso y se efectúa la lectura que marca el puntero.

Si no sucede eso, se deberá encontrar un factor de corrección (F.C.) usando la siguiente expresión:

$$F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$$

Donde,

EP: Espesor de la pastilla

LI: Posición inicial del puntero

LF: Posición final del puntero⁶

⁵ Referencia Bibliográfica N° 4, pág. 3

⁶ Referencia Bibliográfica N° 3, pág. 9

2.6 LIMITACIONES DE LA ECUACIÓN PARA PAVIMENTOS NUEVOS O POCO DEFORMADOS⁷

La rugosidad mínima que se puede obtener, si se aplica la expresión (1) en el rango para la que es válida, es 2.4 m/km. Si se extrapola la correlación para valores menores, se obtiene que el IRI mínimo posible es igual 0.59 m/km, valor que no es congruente con la realidad física de los pavimentos, o por lo menos, con la realidad esperada y explicada por la investigación experimental.

La investigación sobre pavimentos ha establecido correlaciones entre la rugosidad de una vía y su capacidad de servicio o “serviciabilidad” del pavimento, empleando el parámetro denominado Índice de Serviabilidad Presente (PSI), el cual establece la condición funcional o capacidad de servicio actual del pavimento,. La expresión (2) mostrada a continuación, publicada por el Banco Mundial, es una de ellas.

$$IRI = 5.5 \text{ LN } (5/PSI) \dots\dots\dots (2)$$

Donde,

R: Rugosidad en unidades IRI

PSI: Present Serviability Index

Rango de Serviabilidad Presente (PSI)	Transitabilidad (Calificativo)
0 - 1	Muy Mala
1 - 2	Mala
2 - 3	Regular
3 - 4	Buena
4 - 5	Muy Buena

CUADRO N° 2.3.
RANGO DE VALORES DEL PSI

(Fuente: Experiencias y resultados obtenidos en la evaluación de la rugosidad de más de 3000 km de pavimentos en el Perú y otros países, Ing. Pablo del Águila)

Si se considera una rugosidad de 0.59 m/km, el PSI máximo que se puede obtener es de 4.5, no obstante que la escala del AASHO Road Test establece un valor máximo posible de 5.

⁷ Referencia Bibliográfica N° 4, pág. 3

En consecuencia, se observa que la ecuación de correlación original del MERLIN presenta una limitación para caracterizar la rugosidad de pavimentos poco deformados o recién construidos, los que tienen un IRI con tendencia hacia cero. Ello se debe fundamentalmente a consideraciones de tipo matemático, debido a la carencia de datos que hubiesen permitido un mejor ajuste para el rango de rugosidades menores de 2.4 m/km.

2.7 LÍMITES DE LA RUGOSIDAD PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE PAVIMENTOS⁸

Para el caso de pavimentos asfálticos nuevos o rehabilitados, la rugosidad o regularidad superficial se deberá controlar calculando el parámetro denominado IRI característico, el cuál es definido por la siguiente expresión:

$$IRI_c = IRI_p + 1.645 \sigma$$

Donde:

IRI_c : IRI característico

IRI_p : IRI promedio

σ : Desviación estándar

Calculado el IRI característico, el sector o tramo será aceptado si cumple con las siguientes condiciones:

- a. Para pavimentos asfálticos nuevos, el IRI_c deberá ser menor o igual a 2.0 m/km.
- b. Para pavimentos con recapado asfáltico, el IRI_c deberá ser menor o igual a 2.5 m/km
- c. Para pavimentos con sellado asfáltico, el IRI_c deberá ser menor o igual a 3.0 m/km.

En caso de no cumplirse con estos límites, el sector o tramo deberá subdividirse en secciones de rugosidad homogénea, y se calculará el IRI característico para cada una de ellas, los que deberán cumplir los límites indicados.

⁸ Referencia Bibliográfica N° 3, pág. 10

CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DEL TRAMO

3.1 APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL TRAMO KM. 64+000 – KM. 69+000 EN SELLO ASFÁLTICO TIPO SLURRY SEAL

Actualmente, este tramo se encuentra en su totalidad con lechada asfáltica (Slurry Seal), colocado en abril del 2009, cuya mezcla consiste de agregado fino, emulsión asfáltica, finos minerales (filler) y agua, la plataforma de la vía tiene un ancho variable de 3.50 a 6.00 metros. El IMDA es de 471 vehículos, de la cual corresponde a tráfico ligero 84 % y 16 % para el tráfico pesado, la velocidad máxima permisible en el tramo en estudio varía de 25 a 30 km/hora. Las señalizaciones verticales y postes delineadores son escasos, no existe guardavías tanto en las curvas como en los anchos de vía reducidos. Existen las siguientes señales verticales: 31 preventivas y 6 reglamentarias.¹

El presente tramo comprendido de 5 Km. no fue evaluado en su totalidad y por disposición de la Dirección de la Escuela Profesional (DEP-FIC), se asignó dentro del tramo en estudio, un sub tramo de 400 m de longitud, desde el Km. 67+000 hasta el Km. 66+600, para la evaluación con el equipo MERLIN en una sola pasada y en sentido regresivo. A continuación, se detalla los siguientes datos de campo:

Tramo seleccionado: Km. 67+000 – Km. 66+600 (400 m)

Tramo inicial: Km. 67+000

Ancho inicio de vía: 3.50m

Tramo final: Km. 66+600

Ancho final de via: 4.10m

Huella: Izquierda

Distancia del borde: 0.75m

Operador: Felipe Barzola Trujillo

Fecha de evaluación: sábado 03 de octubre de 2009

Hora de Inicio: 3:55 p.m.

Hora de Término: 4:20 p.m.

Duración de la evaluación: 25 minutos

Rendimiento obtenido: 0.96 Km/h

¹ Véase Anexo 3 del presente informe

3.2 PROCEDIMIENTO DE CAMPO

Para la aplicación de esta toma de lecturas, se prosiguió la secuencia que a continuación se detalla:

- Se trasladó el equipo MERLIN y personal necesario para las mediciones, en una camioneta Pick Up, 4X4 de doble cabina, hasta la progresiva seleccionada.
- Se verificó que las partes del equipo MERLIN se encuentren correctamente instaladas.
- Se ubicó la hoja de escala en el tablero buscando que coincida el puntero con el casillero número 25 de la hoja de campo.
- Se colocó la rueda del equipo sobre la huella dejada por los vehículos en el pavimento, en el inicio de la progresiva Km. 67+000 en dirección hasta la progresiva Km. 66+600.
- Se inició el recorrido con el equipo MERLIN, siguiendo la huella derecha, tomando lecturas cada vez que la rueda termine de girar una vuelta, hasta completar las 200 lecturas equivalentes a una longitud de 400 m.
- Estas mediciones se efectuaron entre dos operadores, uno transportando el equipo y el otro anotando las lecturas. Asimismo, se necesitó de un colaborador para verificar el correcto funcionamiento del patín de prueba y el brazo móvil.
- La seguridad durante la ejecución de las mediciones, lo conformaron dos personas, una en cada extremo, quienes portaron una banderola roja y dos conos de seguridad con la finalidad de proteger del tráfico a los operadores.
- Asimismo, se aseguró que todos los operadores lleven puestos los chalecos de seguridad fosforescentes.



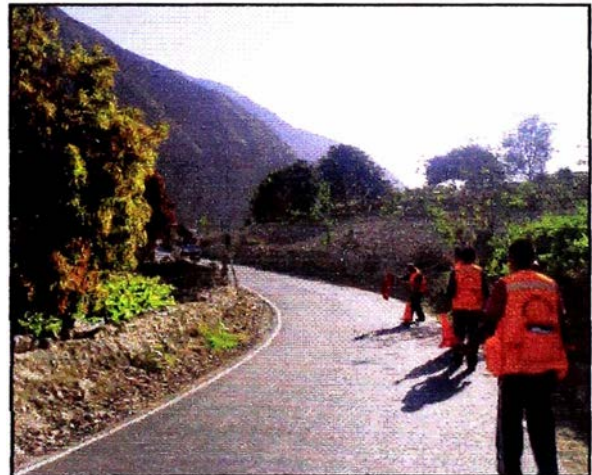
FOTOGRAFÍA N° 3.1
Traslado en camioneta del personal y equipo
MERLIN (Fuente: Elaboración propia)



FOTOGRAFÍA N° 3.2
Verificación de las partes instaladas del
MERLIN (Fuente: Elaboración propia)



FOTOGRAFÍA N° 3.3
Inicio de las mediciones desde la progresiva Km.
67+000. (Fuente: Elaboración propia)



FOTOGRAFIA N° 3.4
Personal para la seguridad del tramo evaluado.
(Fuente: Elaboración propia.)

3.3 PROCESAMIENTO DE DATOS

Se introducen los datos del levantamiento en una hoja de cálculo, en la cual se hace un filtro con los datos para determinar posibles errores en la medición. Para calcular el rango "D", se elimina 10 datos de la parte superior e inferior del histograma, luego se obtiene el valor del rango "D" según la fórmula del método:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
30	30	31	35	41	34	33	30	42	33	1
25	27	28	34	29	35	32	36	37	33	2
35	23	32	34	26	32	32	36	37	28	3
35	31	38	30	33	36	34	38	27	32	4
27	33	21	29	31	35	43	26	22	34	5
30	34	33	29	21	32	39	36	34	34	6
38	33	31	31	25	35	45	30	31	35	7
32	31	34	32	33	35	27	30	27	41	8
33	33	39	29	38	26	29	26	32	28	9
33	32	36	31	25	31	31	30	24	33	10
33	33	31	32	26	29	38	35	28	33	11
29	28	35	30	29	33	28	32	32	31	12
31	25	27	35	35	33	31	27	37	29	13
19	36	37	32	35	34	30	30	31	37	14
34	33	31	31	34	35	36	28	32	26	15
35	36	34	27	32	37	36	24	21	35	16
33	32	29	30	36	35	30	35	40	26	17
36	28	30	32	30	34	32	35	35	32	18
36	27	29	33	35	39	27	31	30	37	19
33	30	31	27	30	38	27	36	33	41	20

FIGURA N° 3.1
 ANOTACION DE LECTURAS ENF FORMATO
 (Fuente: Elaboración propia)

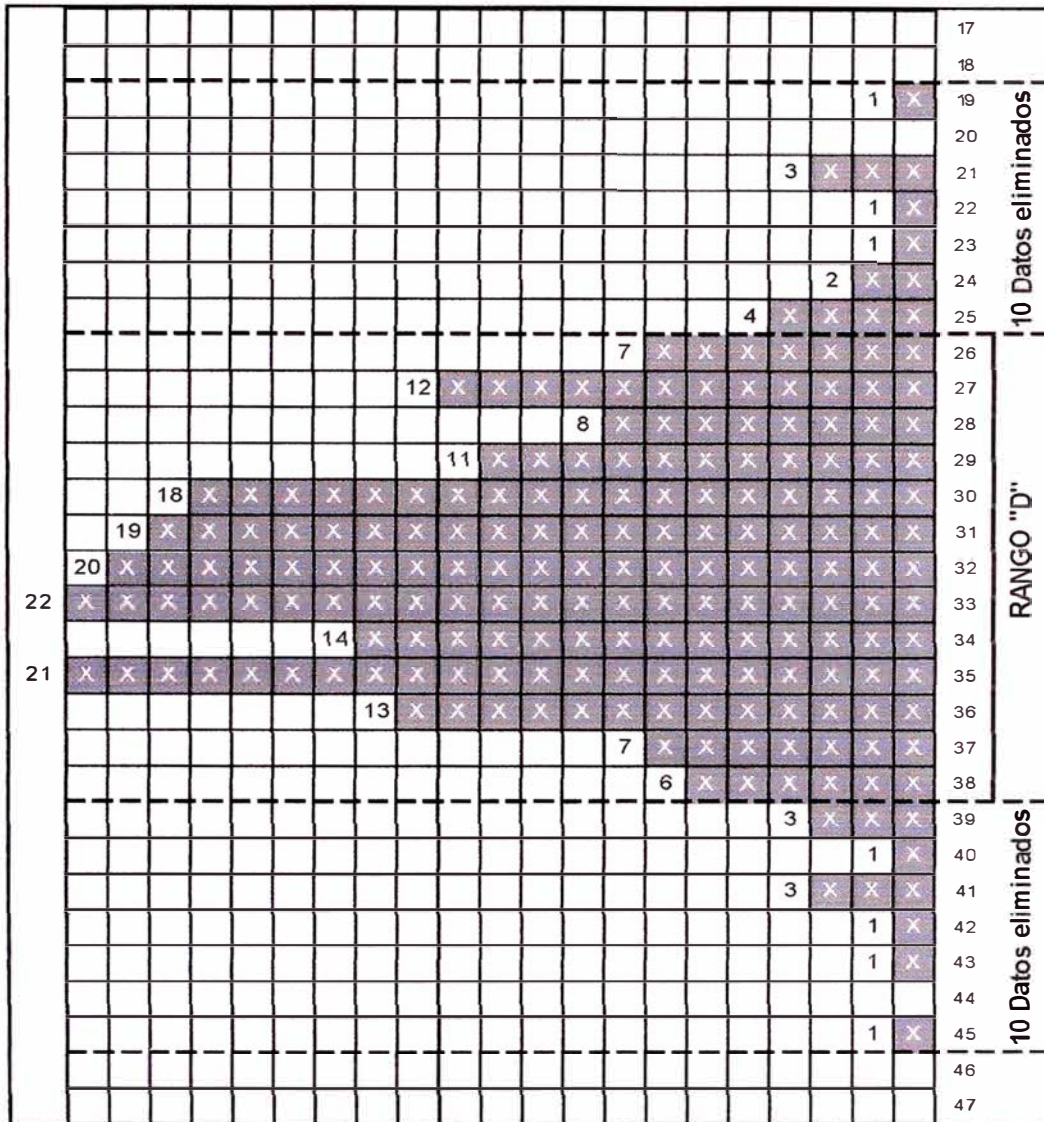


FIGURA Nº 3.2
ESQUEMA DEL HISTOGRAMA OBTENIDO
(Fuente: Elaboración Propia)

Del histograma de la Figura Nº 3.2, se obtiene el Rango "D":

$$D = (13 + 2/4) * 5$$

$$D = 67.50 \text{ mm}$$

3.3.1 Factor de Corrección

Para obtener el factor de corrección se utilizó una pastilla de bronce de 6 mm de espesor y se procedió de la siguiente manera: Se colocó el equipo MERLIN sobre una superficie lisa, obteniéndose los siguientes datos:

CALIBRACIÓN DEL EQUIPO MERLIN	
Fecha de calibración:	: 03/10/2009
Hora de calibración	: 05/45 p.m.
Lugar de calibración	: Campamento UNI (Catahuasi)
Espesor de la Pastilla	: 6.00 mm

Se efectuó las mediciones de acuerdo al cuadro siguiente:

Nº de Prueba	Lectura Inicial(Li)	Lectura Final(Lf)	Diferencia de Lecturas
1	25	37	12
2	25	37	12
3	24	36	12
Promedio	24.7	36.7	12

Ecuación para la determinación del Factor de Corrección (F.C.):

$$F.C. = (E_p \times 10) / \{(L_f - L_i) \times 5\}$$

$$F.C. = (6.0 \times 10) / \{(36.7 - 24.7) \times 5\}$$

$$F.C. = 1.00$$

Este valor del factor de corrección indica que el equipo ha sido calibrado correctamente.

3.3.2 Aplicación del Factor de Corrección al Rango D

Del valor del Rango "D", obtenido y F.C., se tienen:

$$D = 67.50 \text{ mm}$$

$$FC = 1.00$$

El ancho D corregido será:

$$D = 67.50 * (1.00)$$

$$D = 67.50 \text{ mm}$$

3.3.3 Calculo del IRI

Para calcular el valor de la Rugosidad en la escala IRI, se aplicó la fórmula del TRRL, que a continuación se detalla:

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * (D)$$

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * (67.50)$$

$$IRI = 3.77 \text{ m/km.}$$

Asimismo se obtiene el valor de la transitabilidad en el servicio, de acuerdo a la ecuación planteada en el capítulo anterior:

TRAMO		Distancia	IRI (m/Km)	PSI	Fecha de Ensayo
Prog. Inicial	Prog. Final				
Km. 67+000	Km. 66+600	A 0.75 m del borde	3.77	2.52	03/10/2009

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el Anexo 1, se adjunta el resumen de resultados IR´s obtenidos con el equipo MERLIN desde la progresiva del Km. 55+050 al Km. 78+450, tomados por el Convenio entre el MTC-Provias Nacional y la UNI-FIC, que corresponden a una superficie de rodadura conformada con Slurry Seal, medido sobre el carril derecho de la vía. En el Cuadro N° 4.1, se muestran en valores de IRI, cercanos al tramo evaluado.

TRAMO		Distancia	IRI (m/Km)	PSI	Fecha de ensayo
Progresiva inicio	Progresiva final				
Km. 66+000	Km. 66+400	A 1.00 m del borde	3.22	2.78	02/07/2009
Km. 67+600	Km. 68+000	A 1.00 m del borde	3.74	2.53	02/07/2009
		IRI p =	3.48		
		σ =	0.37		
		IRI c =	4.08		
		PSI p =	2.66		

CUADRO N° 4.1
VALORES DE IRI, CERCANOS AL TRAMO EVALUADO
(Fuente: Elaboración Propia, a partir de datos del Convenio MTC-UNI)

Estos valores, pueden tomarse como referencia y servir de comparación con el valor obtenido, en promedio equivale a un IRI de 3.48 m/Km, cuyas progresivas comprenden al tramo evaluado.

TRAMO		Distancia	IRI (m/Km)	PSI	Fecha de Ensayo
Prog. Inicial	Prog. Final				
Km. 67+000	Km. 66+600	A 0.75 m del borde	3.77	2.52	03/10/2009

CUADRO N° 4.2
IRI OBTENIDO DEL TRAMO DE CARRETERA EN ESTUDIO
(Fuente: Elaboración Propia)

De acuerdo al IRI obtenido de 3.77 m/Km para el tramo evaluado, se aprecia un ligero incremento de la rugosidad frente al valor IRI (julio-2009), de 3.48 m/Km, luego de tres meses de efectuado la evaluación precedente.

Asimismo, del Cuadro N° 4.1, se muestra un PSI promedio de 2.66, correspondiente al mes de julio de 2009; y el calculado en octubre de 2009 del tramo evaluado resulta 2.52., observándose el ligero deterioro en la superficie de la carretera, pero que califica a una transitabilidad regular.

CONCLUSIONES

- El objetivo general de este informe fue medir la rugosidad de un tramo característico de la carretera con el uso del rugosímetro MERLIN, desde la progresiva Km. 67+000-Km. 66+600, obteniéndose un valor IRI de 3.77 m/Km, el mismo que muestra un ligero aumento de la rugosidad en este tramo, indicando el desgaste progresivo de la carpeta de rodadura de esta carretera.
- En cuanto al PSI obtenido (2.52) para este tramo evaluado, resulta una disminución de este valor obtenido hace tres meses, en promedio de 2.66, lo cual significa que la vía muestra un apreciado deterioro de esta superficie calificándolo de regular.
- El IMD para este tipo de carretera de tercer orden, se ha incrementado a 471veh/día, debido a la ejecución de trabajos en la Central Hidroeléctrica El Platanal, este incremento produce modificaciones en los estados de esfuerzo y deformaciones de la estructura del pavimento, lo que puede incrementar los costos en las actividades de mantenimiento y rehabilitación.
- El bajo rendimiento (5Km/día) del rugosímetro MERLIN, para la determinación de rugosidades de pavimentos, es la mayor desventaja presentada, a pesar de obtener buenos resultados en trabajos de evaluación.

RECOMENDACIONES

- Siendo la rugosidad un factor de evaluación empleado en el inventario vial que permite calificar la condición funcional de esta vía, es una buena alternativa el uso del equipo MERLIN, por la ventaja de su bajo costo de fabricación, fácil manejo y por la gran exactitud de los resultados confiables que proporciona.
- Se debe realizar más mediciones en el tramo Km. 64+000 - Km 69+000 de la carretera Cañete-Yauyos-Chupaca, a fin de obtener más valores de rugosidad, que nos permitan comparar de manera razonable frente a valores anteriores obtenidos para dicho tramo.
- Hacer comparaciones de esta evaluación con métodos más exactos como la mira y nivel, a fin de verificar si las conclusiones de este informe son siempre aplicativas.
- Complementar las mediciones de la rugosidad del tratamiento superficial, debido a que el valor relativamente elevado del IRI puede obedecer más a fallas en la estructura del relleno compactado.
- Para el caso de rugosidades superiores a 2.4m/km o valores "D" mayores de 50mm, utilizar la ecuación de correlación original, y que las entidades relacionadas con la administración, estudio, construcción y supervisión vial, que sean usuarias del MERLIN, procedan a revisar sus procedimientos a fin de implementar tal variación.

BIBLIOGRAFIA

1. ASOCIACIÓN AYESA – ALPHA CONSULT; Estudio de Preinversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ruta 22 Tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca, Lima, 2005.
2. CUNDILL, M.A. “MERLIN. A Low Cost Machine for Measuring Road Roughness in Developing Countries”. Transportation Research Record 1291. Crowthome, 1990.
3. DEL AGUILA, P.M. “Metodología para la medición de la rugosidad de los pavimentos con equipo de bajo costo y gran precisión”. Trabajo presentado al X Congreso Ibero- Latinoamericano del Asfalto. Sevilla, 1999.
4. DEL ÁGUILA, Pablo “Desarrollo de la ecuación de correlación para la determinación del IRI en pavimentos asfálticos nuevos, utilizando el Rugosímetro MERLIN”. Ponencia X Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto, Sevilla, 1999.
5. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES; Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito, Lima, Abril 2008.
6. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES; Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional: Conservación Vial de la Carretera Cañete - Lunahuana – Pacaran – Chupaca y Rehabilitación del Tramo Zúñiga – Dv. Yauyos - Ronchas, Provias Nacional, Lima, 2008.
7. www.camineros.com/docs/cam011.pdf
8. www.proviasnac.gob.pe

ANEXOS

- 1 RESUMEN DE VALORES IRI / MTC-UNI
- 2 HOJA/ FORMATO DE CAMPO
- 3 ESTUDIO DE TRÁFICO
- 4 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- 5 PERFIL ESTRATIGRÁFICO
- 6 LÍMITES DE CONSISTENCIA
- 7 RESULTADOS CBR-MDS
- 8 PANEL FOTOGRÁFICO

ANEXO 1:

RESUMEN DE VALORES IRI / MTC-UNI

**UNI**

RESUMEN DE LOS VALORES DEL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL - IRI

TRAMO TOTAL : DEL 55+050 AL 78+450
 CARRIL DE ENSAYO : DERECHO
 CARPETA DE RODADURA: SLURRY SEAL

CODIGO DEL	TRAMO		DISTANCIA	IRI	FECHA DE ENSAYO
	PROG	PROG FINAL			
I - 01	55+050	- 55+450	A 1m del borde	3.08	23/06/2009
I - 02	55+450	- 55+850	A 1m del borde	2.80	23/06/2009
I - 03	55+850	- 56+250	A 1m del borde	3.23	23/06/2009
I - 04	56+250	- 56+650	A 1m del borde	2.87	23/06/2009
I - 05	57+000	- 57+400	A 1m del borde	3.28	24/06/2009
I - 06	57+400	- 57+800	A 1m del bcrde	3.74	24/06/2009
I - 07	57+800	- 58+200	A 1m del borde	3.78	24/06/2009
I - 08	58+200	- 58+600	A 1m del borde	4.00	24/06/2009
I - 09	58+900	- 59+300	A 1m del borde	3.21	24/06/2009
I - 10	59+300	- 59+700	A 1m del borde	3.75	24/06/2009
I - 11	59+700	- 60+100	A 1m del borde	4.08	25/06/2009
I - 12	60+500	- 60+900	A 1m del borde	3.19	25/06/2009
I - 13	61+500	- 61+900	A 0.70m del borde	3.61	25/06/2009
I - 14	62+560	- 62+960	A 1.00m del borde	2.91	26/06/2009
I - 15	63+000	- 63+400	A 1.00m del borde	3.48	26/06/2009
I - 16	64+100	- 64+500	A 1.00m del borde	2.54	26/06/2009
I - 17	65+600	- 66+000	A 1.00m del borde	3.17	02/07/2009
I - 18	66+000	- 66+400	A 1.00m del borde	3.22	02/07/2009
I - 19	67+600	- 68+000	A 1.00m del borde	3.74	02/07/2009
I - 20	68+500	- 68+900	A 1.00m del borde	2.85	02/07/2009
I - 21	69+045	- 69+445	A 1.00m del borde	3.86	02/07/2009
I - 22	70+150	- 70+550	A 1.00m del borde	3.08	02/07/2009
I - 23	71+500	- 71+900	A 1.00m del borde	3.80	02/07/2009
I - 24	72+000	- 72+400	A 1.00m del borde	3.55	03/07/2009
I - 25	73+100	- 73+500	A 1.00m del borde	3.34	03/07/2009
I - 26	74+400	- 74+800	A 1.00m del borde	3.51	03/07/2009
I - 27	75+000	- 75+400	A 1.00m del borde	3.57	03/07/2009
I - 28	76+300	- 76+700	A 1.00m del borde	3.51	03/07/2009
I - 29	77+200	- 77+600	A 1.00m del borde	3.18	03/07/2009
I - 30	78+050	- 78+450	A 1.00m del borde	2.84	03/07/2009

PROMEDIO ARITMETICO**3.36**

Rango IRI	Longitud (Km)	%
0 - 2.000	0.80	0.07
2.001 - 4.000	10.80	0.90
4.001 - 5.000	0.40	0.03
>= 5.001	0.00	0.00
Total	12.00	1.00

ANEXO 2:

HOJA/ FORMATO DE CAMPO

Km 67+000
Km 66+600

03.10.09

Jilthy Jost

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
INSTITUTO DE INVESTIGACION

Q → Colina (1)

6-24

FORMATO PARA MEDICIONES DE RUGOSIDAD CON EQUIPO MERLIN

1	51	101	151
2	52	102	152
3	53	103	153
4	54	104	154
5	55	105	155
6	56	106	156
7	57	107	157
8	58	108	158
9	59	109	159
10	60	110	160
11	61	111	161
12	62	112	162
13	63	113	163
14	64	114	164
15	65	115	165
16	66	116	166
17	67	117	167
18	68	118	168
19	69	119	169
20	70	120	170
21	71	121	171
22	72	122	172
23	73	123	173
24	74	124	174
25	75	125	175
26	76	126	176
27	77	127	177
28	78	128	178
29	79	129	179
30	80	130	180
31	81	131	181
32	82	132	182
33	83	133	183
34	84	134	184
35	85	135	185
36	86	136	186
37	87	137	187
38	88	138	188
39	89	139	189
40	90	140	190
41	91	141	191
42	92	142	192
43	93	143	193
44	94	144	194
45	95	145	195
46	96	146	196
47	97	147	197
48	98	148	198
49	99	149	199
50	100	150	200

1	30	31	32	33	29				
2	25	25	25	27	26				
3	35	27	32	29					
4	35	27	30	30					
5	27	31	35	28					
6	33	24	27	24					
7	38	29	35	31					
8	37	30	35	35					
9	33	29	26	31					
10	33	31	31	36					
11	37	35	27	40					
12	29	24	21	32					
13	31	34	22	32					
14	19	30	34	27					
15	34	29	35	32					
16	35	29	37	34					
17	35	31	25	31					
18	36	22	34	22					
19	36	27	39	32					
20	33	31	28	24					
21	30	33	38	28					
22	27	30	32	32					
23	27	35	32	37					
24	31	32	34	31					
25	33	31	43	32					
26	34	27	39	21					
27	33	30	45	40					
28	31	32	37	35					
29	33	33	29	30					
30	32	33	31	33					
31	33	41	38	33					
32	28	29	28	33					
33	25	26	31	28					
34	36	25	20	32					
35	33	31	36	31					
36	36	21	36	24					
37	32	25	30	35					
38	28	33	32	41					
39	27	28	27	20					
40	30	25	27	33					
41	34	26	34	33					
42	28	29	26	31					
43	32	35	36	29					
44	28	25	38	32					
45	21	34	20	28					
46	33	22	26	35					
47	31	26	20	28					
48	24	20	20	22					
49	30	25	20	22					
50	32	30	30	41					

Valor "D" (escala Rugosidad)(mm) =
Rugosidad (mm)(n/kr) =

ANEXO 3:
ESTUDIO DE TRÁFICO

ESTUDIO DE TRÁFICO¹

Del "INVENTARIO VIAL Carretera: Cañete – Lunahuana – Pacaran – Zuñiga – Dv. Yauyos – Roncha – Chupaca", hecho por el "Consortio Gestión de Carreteras" en Junio 2008, los conteos fueron realizados durante una semana completa (7 días) en las estaciones E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, E-7, E-8, de las cuales la estación E-8 ubicada en San Juan se encuentra dentro monitoreado.

Tasas de Proyección de Tráfico

Los parámetros socioeconómicos usados para el cálculo de la tasas de proyección del tráfico son: PBI, índice de población, ingreso per cápita, etc., considerando la región Lima, obteniéndose los siguientes resultados:

Tipo	Tipo de Vehículo	2005	2006	2007	(02/T1)	Rt Cal	Rt Considerado
LIGEROS	AUTOS	1	26	26.00	2.96	1.96	0.022
	CAMIONETAS	7	174	24.86	2.92	1.92	0.022
	CAMIONETA RURAL	1	74	74.00	4.20	3.20	0.022
	MICRO	0	48	-	-	-	0.015
	OMNIBUS 2E	13	15	1.15	1.05	0.05	0.015
	OMNIBUS 3E	0	1	-	-	-	0.015
PESADOS	CAMION 2E	7	62	8.86	2.07	1.07	0.037
	CAMION 3E/4E	5	39	7.80	1.98	0.98	0.037
	ARTICULADOS	1	20	20.00	2.71	1.71	0.037

Cuadro N° 1:

Calculo de tasas de proyección de tráfico
Fuente: Estudio de Tráfico ICCGSA 2008

Debido a que la información existente de tráfico presenta variabilidad en el comportamiento por cada tipo de vehículo, tasas decrecientes y crecientes muy elevadas, se estimó razonable y conservador establecer el criterio económico para la tasa anual de crecimiento del tráfico, el cual asume el mismo crecimiento del PBI para los vehículos pesados y la tasa de crecimiento de la población para vehículos ligeros de los datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática, los cuales establecen 1.5% y 3.7% para vehículos ligeros y pesados.

¹ Monitoreo de cambio de estándar de la Carretera Cañete – Yauyos - Huancayo del Km 64+000 al Km 69+000. Estudio a nivel de Perfil Técnico. Grupo 2 Titulación UNi 2009

Demanda Actual

Para el presente estudio, debido a que el conteo de vehículos fue realizado al año 2008, se actualizaron los datos al año 2009 considerando las tasas indicadas en el ítem anterior.

TIPO	TIPO DE	TRÁFICO
LIGEROS	AUTOS	26
	CAMIONETAS	174
	CAMIONETA RURAL	74
	MICRO	48
	OMNIBUS 2E	15
	OMNIBUS 3E	1
PESADOS	CAMION 2E	62
	CAMION 3E/4E	39
	ARTICULADOS	20

Cuadro N° 2: Tráfico al año 2008

Fuente: Estudio Programa de Conservación y Rehabilitación Tramo Cañete – Lunahuana – Pacaran - Dv. Yauyos – Ronchas – Chupaca, 2008. CGC.

TIPO	TIPO DE VEHÍCULO	TRÁFICO YAUYOS
LIGEROS	AUTOS	27
	CAMIONETAS	178
	CAMIONETA RURAL	76
	MICRO	49
	OMNIBUS 2E	15
	OMNIBUS 3E	1
PESADOS	CAMION 2E	64
	CAMION 3E/4E	40
	ARTICULADOS	21

Cuadro N° 3: Tráfico al año 2009

Fuente: Estudio Programa de Conservación y Rehabilitación Tramo Cañete – Lunahuana – Pacaran - Dv. Yauyos – Ronchas – Chupaca, 2009. CGC.

Demanda Proyectada con Tráfico Normal

La demanda proyectada es el tráfico existente sin haberse implementado el proyecto, el crecimiento del tráfico vehicular está dado por las tasas indicadas en el cuadro 4.

CRECIMIENTO NORMAL ANUAL DEL TRAFICO									
AÑO	2009	Tasa	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
TIPO	T. Normal		Tráfico Normal						
Auto	27	1.022	28	28	29	29	30	31	31
Pick up	178	1.022	182	186	190	194	198	202	207
Panel	0	1.022	0	0	0	0	0	0	0
Camioneta Rural	76	1.022	78	79	81	83	85	86	88
Microbus	49	1.015	50	50	51	52	53	54	54
Bus 2E	15	1.015	15	15	16	16	16	16	17
Bus 3E	1	1.015	1	1	1	1	1	1	1
Camión 2E	64	1.037	66	69	71	74	77	80	83
Camión 3E y 4E	40	1.037	41	43	45	46	48	50	52
Articulados	21	1.037	22	23	23	24	25	26	27
Total	471		483	495	507	520	533	546	560

Cuadro N° 4 :

Tráfico normal proyectado - Tramo: Zúñiga – Dv. Yauyos

Fuente: Estudio Programa de Conservación y Rehabilitación Tramo Cañete – Lunahuana – Pacaran - Dv. Yauyos – Ronchas – Chupaca, 2008, CGC.

El IMDA es de 471 vehículos, siendo para el tráfico ligero 84 % y 16 % para el tráfico pesado. La velocidad máxima permisible en el tramo es entre 25 y 30 km/hora. Las señales verticales de control son insuficientes son así como los postes delineadores y guardavías ya que existe riesgo por las curvas y anchos de vía reducidos. La vía cuenta con las siguientes señales verticales: 31 preventivas y 6 reglamentarias.

ANEXO 4:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

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

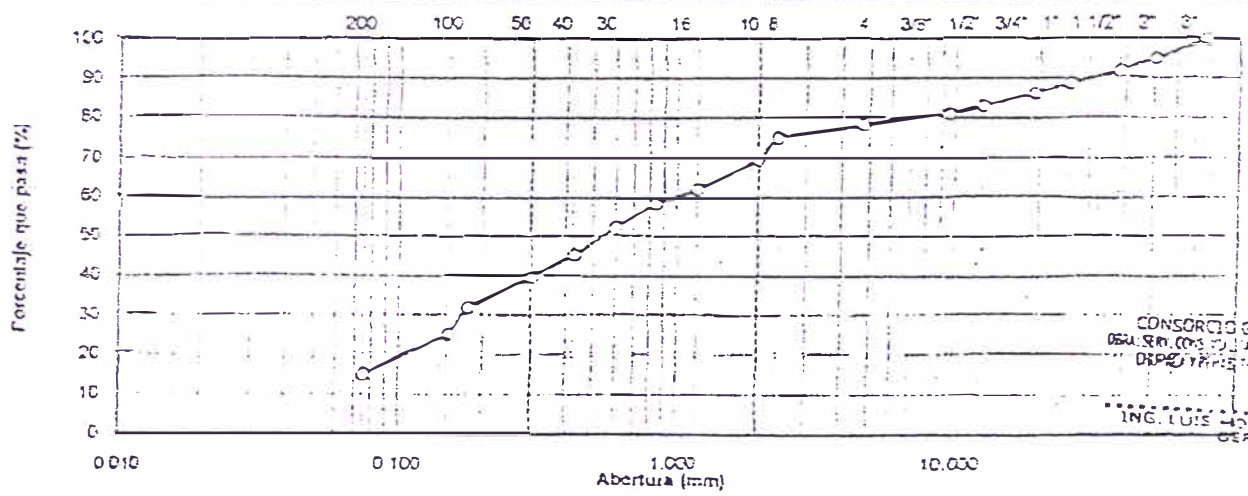
OBRA: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y
 REALIZADO: G. H.M.
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS REVISADO: E. MH
 MATERIAL: MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE FECHA: 19/06/2008
 PROGRESIVA: E4+700.0 CALICATA LIZO N° REGISTRO: G-006

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-08	TAMAÑO MAXIMO	:	3"
MUESTRA	M-01	Peso Inicial seco	:	15821 g
PROF. (m)	0.00 - 1.50	Peso lavado seco	:	13836 g

TAMIZO	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0		Contenido de humedad (%) 2.9
2"	50.800	775	4.9	4.9	95.1		Limite Liquido (LL) 23
1 1/2"	38.100	475	3.0	7.9	92.1		Limite Plastico (LP) 16
1"	25.400	490	3.1	11.0	89.0		Indice Plastico (IP) 5
3/4"	19.000	443	2.8	13.8	85.2		Clasificación (SUCS) SC - SM
1/2"	12.500	490	3.1	16.9	83.1		Clasificación (AASHTO) A-1-B
3/8"	9.500	316	2.0	16.9	81.1		Indice de Grupos 0
N° 4	4.750	459	2.9	21.8	78.2		Descripción (AASHTO) BUENO
N° 8	2.360	34.6	2.1	24.9	75.1		Módulo de Finera:
N° 10	2.000	64.8	5.8	30.7	69.3		Materia Organica
N° 16	1.190	60.5	7.2	37.9	62.1		Turba:
N° 20	0.840	42.5	3.8	41.7	58.3		OBSERVACIONES:
N° 20	0.600	69.3	6.2	47.9	52.1		Sabonete > 3": 5.0
N° 40	0.425	77.1	6.5	54.8	45.2		Grava 3" - N° 4: 21.5
N° 50	0.300	63.7	5.7	60.5	39.5		Arena N° 4 - N° 200: 69.1
N° 60	0.250	66.1	7.7	68.2	31.8		Finos < N° 200: 15.1
N° 100	0.150	74.9	6.7	74.9	25.1		
N° 200	0.075	111.8	10.0	84.9	15.1		Fracción: 87.4
< N° 200	FONDO	158.7	15.1	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



—○— MUESTRA

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

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

M.T.C

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

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

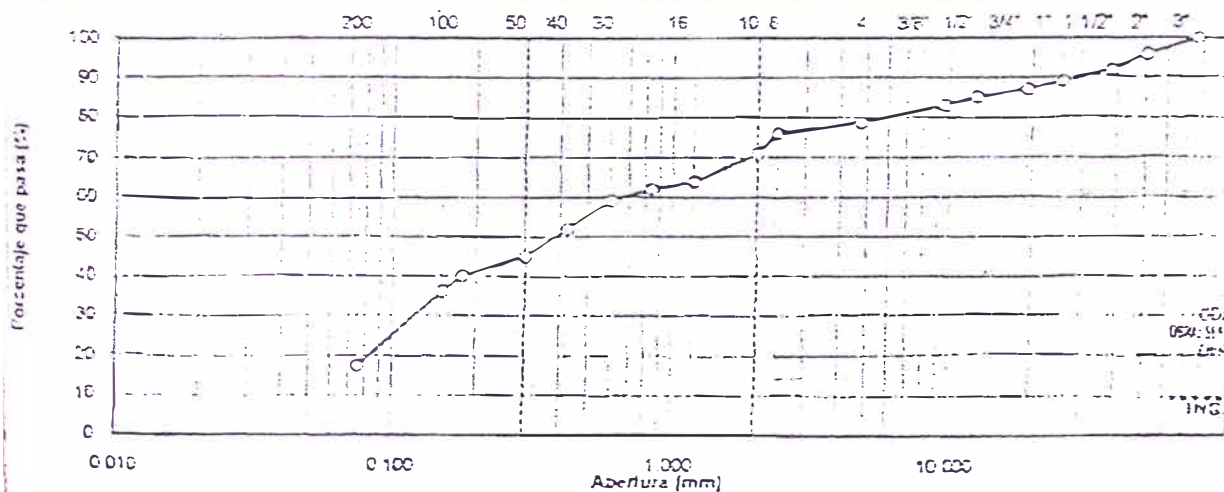
OBRA: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y
 REALIZADO: G.H.M.
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA D.V. YALUYO - RONCHAS REVISADO: E.M.H.
 MATERIAL: MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE FECHA: 19/06/2008
 PROGRESIVA: 65+700.0 CALICATA LDER N° REGISTRO: G-008

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-09	TAMAÑO MAXIMO	3"
MUESTRA	M-01	Peso Inicial seco	15110 g
PROF. (m)	0.00 - 1.50	Peso lavado seco	12573 g

TAMIZ	AASHTO T 27 (mm)	PL. 50 RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0		Contenido de Humedad (%): 3.4
2"	50.800	60.4	4.0	4.0	96.0		Limite Liquido (LL): 23
1 1/2"	38.100	58.9	3.9	7.9	92.1		Limite Plástico (LP): 15
1"	25.400	42.3	2.8	10.7	89.3		Indice Plástico (IP): 8
3/4"	19.000	31.7	2.1	12.8	87.2		Clasificación (SU.C.S.): SC - SM
1/2"	12.500	20.2	2.0	14.8	85.2		Clasificación (AASHTO): A-2-4
3/8"	9.500	31.7	2.1	16.9	83.1		Indice de Grupo: 0
N° 4	4.750	63.5	4.2	21.1	78.9		Descripción (AASHTO): BUENO
N° 8	2.360	50.9	2.7	23.8	76.2		Módulo de Fineza:
N° 10	2.000	58.8	5.2	29.0	71.0		Materia Organica:
N° 15	1.190	7.80	6.9	35.9	64.1		Turba:
N° 20	0.840	22.6	2.0	37.9	62.1		OBSERVACIONES:
N° 30	0.600	31.7	2.6	40.7	59.3		Esponeria > 3": 4.0
N° 40	0.425	81.4	7.2	47.9	52.1		Grav. 3" - N° 4: 21.1
N° 50	0.300	76.0	6.9	54.8	45.2		Arena N° 4 - N° 200: 161.4
N° 60	0.250	57.7	5.1	59.9	40.1		Finos < N° 200: 17.5
N° 100	0.150	45.2	4.0	63.9	36.1		
N° 200	0.075	210.3	16.6	80.5	19.5		Fraction: 652.1
< N° 200	FONDCC	137.5	17.5	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 DESARROLLO Y OPERACIONES DE MANTENIMIENTO
 CENTRO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO
 ING. LOUIS HORACIO ROJAS DE
 GERENTE VIAL

—○— 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)

LASORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

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

REALIZADO: G.H.M.

REVISADO: E.M.H

MATERIAL: MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE

FECHA: 19/06/2008

PROGRESIVA: 66+600.0

CALICATA L.IZQ

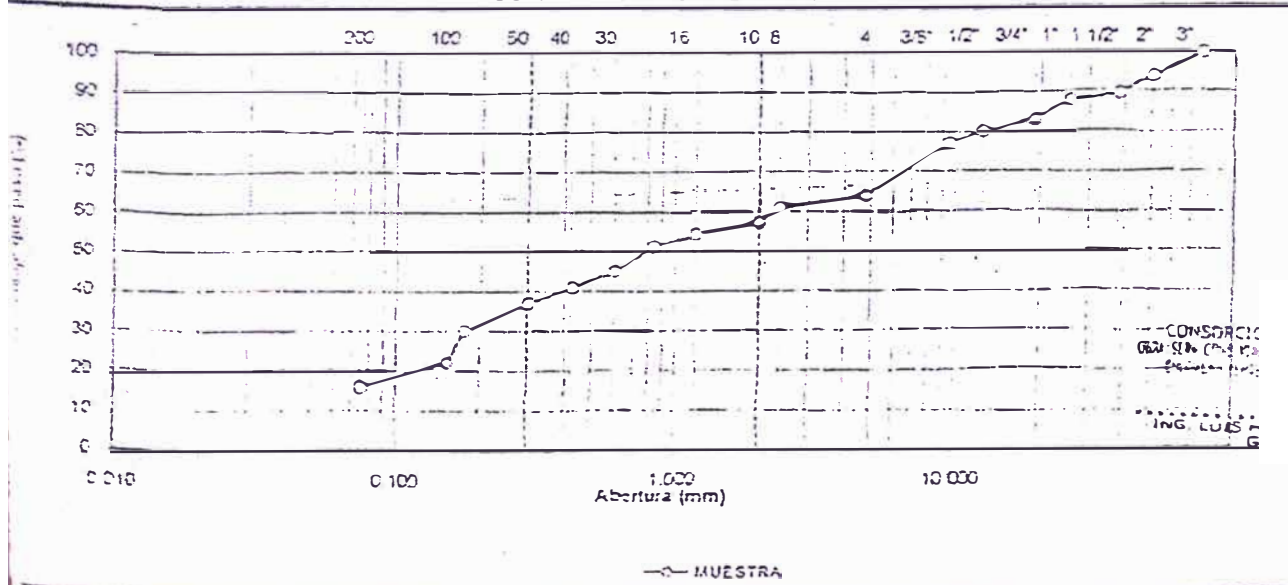
N° REGISTRO: G-010

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C.10	TAMAÑO MAXIMO	:	3"
MUESTRA	M-01	Peso inicial seco	:	15345 g
PROF. (m)	0.00 - 1.00	Peso lavado seco	:	14581 g

TAMIZ	AASHTO T-27 UMPS	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	110.1	0.7	6.0	94.0		Limite Liquido (LL): 25
1 1/2"	38.100	77.1	0.5	10.2	69.8		Limite Plástico (LP): 15
1"	25.400	31.2	0.2	11.9	88.1		Indice Plástico (IP): 5
3/4"	19.000	9.7	0.0	16.9	83.1		Clasificación (SUCS): SC-EM
1/2"	12.500	5.0	0.3	19.9	80.1		Clasificación (AASHTO): A-1-4
3/8"	9.500	3.2	0.2	22.8	77.2		Indice de Grupo: 0
N° 4	4.750	24.4	0.1	35.9	64.1		Descripción (AASHTO): BUENO
N° 8	2.350	44.2	0.3	38.9	61.1		Módulo de Finura:
N° 10	2.000	57.4	0.4	42.8	57.2		Materia Orgánica:
N° 16	1.180	47.1	0.3	46.0	54.0		Tubo:
N° 20	0.840	41.2	0.3	46.6	51.2		OBSERVACIONES:
N° 30	0.600	31.3	0.2	55.0	45.0		Exponente > 3": 0.0
N° 40	0.425	57.4	0.4	58.9	41.1		Grava 3" - N° 4: 35.9
N° 50	0.300	55.5	0.4	62.9	37.1		Arena N° 4 - N° 200: 45.1
N° 60	0.250	13.0	0.1	69.9	30.1		Finos < N° 200: 18.0
N° 100	0.150	117.8	0.8	77.9	22.1		
N° 200	0.075	89.8	0.6	84.0	16.0		Freción: 54.9
< N° 200	FONDO	335.5	2.2	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



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

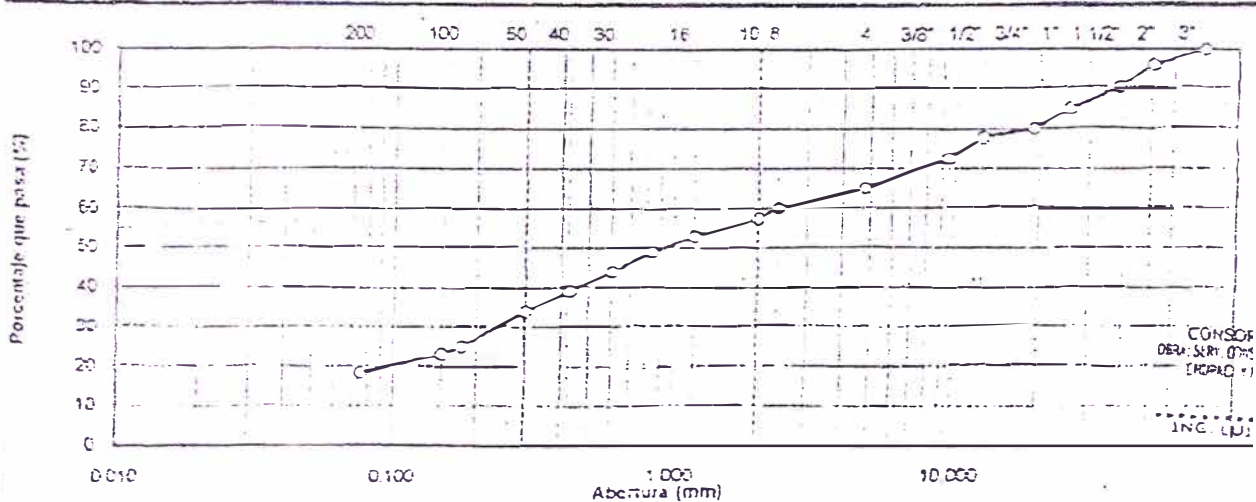
OBRA: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y
 REALIZADO: G.H.M
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS
 REVISADO: E.M.H
 MATERIAL: MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE
 FECHA: 15/06/2008
 PROGRESIVA: 67+700.0 CALICATA LIZO N° REGISTRO: G-011

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-11	TAMAÑO MAXIMO	:	3"
MUESTRA	M-01	Peso Inicial seco	:	13267 g
PROF. (m)	0.00 - 1.50	Peso lavado seco	:	10100 g

TAMIZO	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 (%) : 2.8
2"	50.800	531	4.0	4.0	96.0		Límite Líquido (LL) : 24
1 1/2"	38.100	730	5.5	9.5	90.5		Límite Plástico (LP) : 19
1"	25.400	703	5.3	14.8	85.2		Índice Plástico (IP) : 5
3/4"	19.000	677	5.1	19.9	80.1		Clasificación (USCS) : SC - SW
1/2"	12.500	292	2.2	22.1	77.9		Clasificación (AASHTO) : A-1-b
3/8"	9.500	703	5.3	27.4	72.6		Índice de Grupo : 0
N° 4	4.750	595	7.5	34.9	65.1		Descripción (AASHTO) : BUENO
N° 6	2.360	657	5.0	39.9	60.1		Módulo de Finura :
N° 10	2.000	35.1	2.9	42.8	57.2		Materia Orgánica :
N° 15	1.180	55.5	4.3	47.1	52.9		Turba :
N° 20	0.840	49.8	3.8	50.9	49.1		OBSERVACIONES :
N° 30	0.600	67.0	5.1	56.0	44.0		Bolsones > 3" : 4.0
N° 40	0.425	64.4	4.9	60.9	39.1		Grava 3" - N° 4 : 34.9
N° 50	0.300	67.0	5.1	66.0	34.0		Arena N° 4 - N° 200 : 45.9
N° 60	0.250	115.2	9.0	75.0	25.0		Finas < N° 200 : 18.2
N° 100	0.150	25.0	1.9	76.9	23.1		
N° 200	0.075	54.4	4.9	81.8	18.2		Fracción : 855.0
< N° 200	FONDO	238.5	18.2	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



—○— MUESTRA

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 CANETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACAY
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

REALIZADO: G.H.N

REVISADO: E.M.H

MATERIAL: MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE

FECHA: 19/06/2008

PROGRESIVA: 66-650.0

CALICATA LIDER

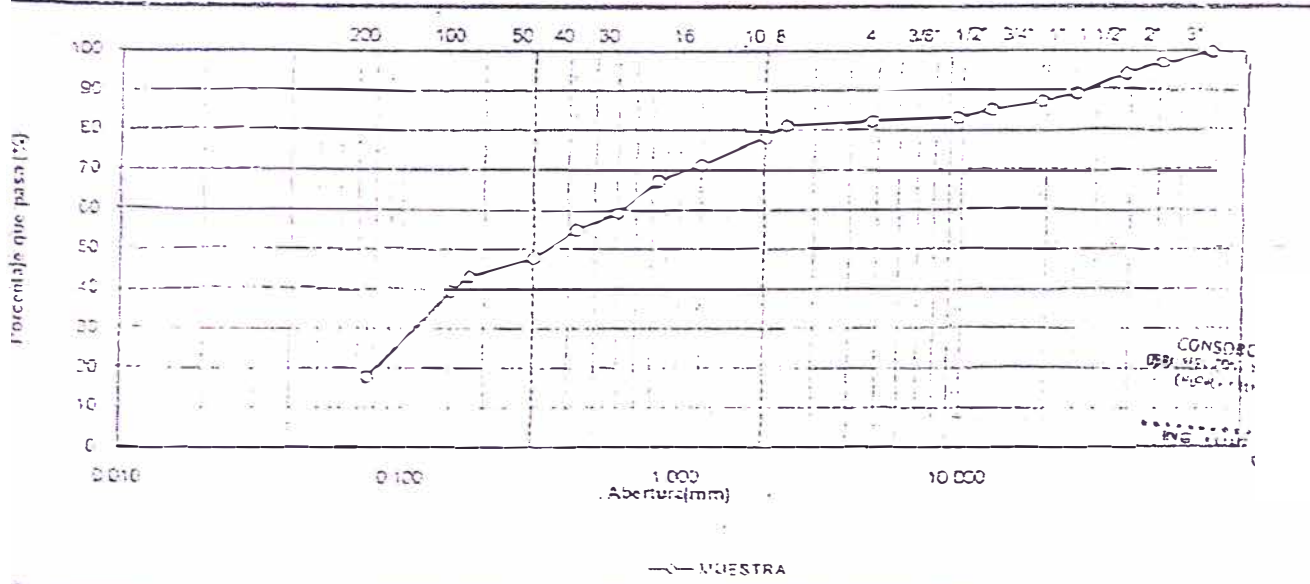
N° REGISTRO: G-012

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-12	TAMANO MAXIMO	:	3"
MUESTRA	M-01	Peso Inicial seco	:	12743 g
PROF. (m)	0.00 - 1.50	Peso lavado seco	:	10398 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PERCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PERCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0		Contenido de Humedad (%) 37
2"	50.800	352	3.0	3.0	97.0		Limite Liquido (LL) 24
1 1/2"	38.100	370	2.9	5.9	94.1		Limite Plastico (LP) 19
1"	25.400	512	4.8	10.7	89.3		Indice Plastico (IP) 5
3/4"	19.000	268	2.1	12.8	87.2		Clasificación (SUCS) SC - SM
1/2"	12.500	255	2.0	14.8	85.2		Clasificación (AASHTO) A-2-4
3/8"	9.500	268	2.1	16.9	83.1		Indice de Grupo 0
N° 4	4.750	102	0.8	17.7	82.3		Descripción (AASHTO) BUENO
N° 6	2.360	12.6	1.1	18.8	81.2		Módulo de Fineza
N° 10	2.000	33.3	2.9	21.7	78.3		Materia Organica
N° 16	1.180	50.4	4.0	25.7	74.3		Turba
N° 20	0.840	48.9	4.0	32.7	67.3		OBSERVACIONES:
N° 30	0.600	50.7	4.0	40.6	59.4		Bolonesa > 3" 3.0
N° 40	0.425	51.7	4.5	45.1	54.9		Grava 3" - N° 4 17.7
N° 50	0.300	51.5	4.1	52.2	47.8		Arena N° 4 - N° 200 64.5
N° 80	0.177	54.0	4.7	56.9	43.1		Finos < N° 200 17.8
N° 100	0.150	42.5	3.7	60.6	39.4		
N° 200	0.075	248.0	21.6	62.2	17.8		Fraction 17.8
< N° 200	FONDO	204.2	17.8	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



ANEXO 5:
PERFIL ESTRATIGRÁFICO

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 - LUYAHUANA - PACAPAN - OLLPACA Y
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUNIGA DV. YAUYO - RONCHAS
 UBICACION : MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA
 KM : 64+700
 LADO : IZQUIERDO
 TRAMO :
 CALICATA : C-08
 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 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 / canchales, etc.	SUGS	GRANULOMETRIA				LL	LP	PA	N° DE MUESTRA
			<	0.075	4.750	>				
		AASHTO	mm	mm	mm	mm	%	%	%	
	CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GC - GM A-1-a(0)	7.1	35.0	57.5		15.0	NP	2.5	
	Arena gruesa, sub angular, color marron oscuro, humedad baja, plasticidad baja, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia dura 5% boleos, material fino sin materia organica, 0% de boleos, material de relleno suelo granular grueso	SC - SM A-1-b(0)	15.1	63.1	21.8	5.0	23.0	5.0	2.5	M-01

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 DEPT. SERV. CONS. EN CARRETERA CAÑETE - LUYAHUANA - PACAPAN
 OLLPACA Y RENAN. TR. ZUNIGA DV. YAUYO - RONCHAS
 ING. LUIS HORACIO ROZAS GONZA
 SUPERENTE VIAL

OBSERVACIONES:

SE RECOMIENDA TENER MUCHO CUIDADO EN EL SISTEMA DE DRENAJE EXISTE CHACRAS EN AMBOS LADOS DE LA VIA, UN LADO
 SE ENCUENTRA MAS ALTA QUE LA PLATAFORMA, EL MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM. 65+000 L 20

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 - LUNAWAJANA - PACARAN - OLFACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV YAUYO - RONCHAS
 UBICACION : MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA
 KM : 65-700
 LADO : DERECHO
 TRAMO :
 CALICATA : C-09
 REALIZADO : G.H.M
 REVISADO : E.M.H
 FECHA DE EXCAVACION : 23/06/2008
 PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 1.50
 PRCF. NIVEL FREATICO (m) :

PROF (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	MN	N° DE MUESTRA
			< 0.075 mm	0.075 - 0.425 mm	0.425 - 0.850 mm	0.850 - 2.000 mm				
		AASHTO	0.075	4.750	75	20				

PROF (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	GC - GM	< 0.075 mm	0.075 - 0.425 mm	0.425 - 0.850 mm	0.850 - 2.000 mm	LL	LP	MN	N° DE MUESTRA
0.12	CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	A-1-M(0)	7.1	35.0	57.9		15.0	NP	2.7	
1.40	arena limosa inorganica, sub angular, color marron claro, humedad media, plasticidad baja, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia media, 4% bolonera material fino sin materia organica. Categoría: Material S° suelo granular suelto	SC - SM A-2-4(0)	17.5	61.4	21.1	4.0	25.0	5.3	3.4	M-01

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRA SUP. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAWAJANA - PACARAN - OLFACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV YAUYO - RONCHAS
 ING. LUIS HERNANDEZ ROZAS OCHOA
 GERENTE VIAL

OBSERVACIONES:

SE RECOMIENDA TENER MUCHO CUIDADO EN EL SISTEMA DE DRENAJE EXISTE CHACRAS EN AMBOS LADOS DELA VIA, UN LADO SE ENCUENTRA MAS ALTA QUE LA PLATAFORMA, EL MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM 65-000 L IZO

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 - LUXAMBIANA - PACARANI - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	CALICATA	C-11
UBICACION	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA	REALIZADO	G.H.M.
KM	63+700	REVISADO	E.M.H.
LADO	IZQUIERDO	FECHA DE EXCAVACION	20/09/2008
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 oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de bloques / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	AP	Nº DE MUESTRA
			< 0.075 mm	4.75 mm	75 mm	200 mm				
	CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMACION	GC-GM A-1-B(1)	71	35.0	57.5		15.0	NP	2.5	
	Arena gruesa inorgánica, subangular, color marrón claro, humedad media, mediana mente compresible, mediana mente compacto, tamaño medio, 4% de arena material fino sin materia orgánica, 0% de bloques tamaño máximo 4" suelo granular suelto	SC-SM A-1-B(1)	17.8	46.5	34.5	0.0	24.0	5.4	2.8	M-01
	ROCA									

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 PARA SERVICIO VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUXAMBIANA - PACARANI
 DEPARTAMENTO DE YAUYO (CAÑETE - RONCHAS)

ING. LUIS FORTALICOR VASCOCHOP
 GERENTE VIAL

OBSERVACIONES:

EL MATERIAL DEL AFIRMACION PROCEDENTE DE LA CANTERA N.º 65-000 L. IZO

577

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 - LUNAMUNTA - PACARI - CHILCA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	CALICATA REALIZADO	C.10 G.H.M
UBICACION	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA	REVISADO	E.M.H
KM	66+606	FECHA DE EXCAVACION	20.06.2008
LDO	IZQUIERDO	PROFUNDIDAD TOTAL (m)	1.00
LAMO		PROF. NIVEL FREATICO (m)	

PROF (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	GRANULOMETRIA						Nº DE MUESTRA	
			<	0.075	0.425	2	LL	LP		PK
			mm	mm	mm	%	%	%		
		ASHTO	0.075	4.750	75	75	N	N	N	
			mm	mm	mm	mm				
		GC - GM								
	CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	A-1-B(0)	7.1	35.0	57.9		15.0	N.P	3.1	
1.30										
1.60	Arena limosa, subangular, color marron oscuro, humedad baja, plasticidad media, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia dura 7% bolonera, material fino sin materia organica, 0% de bolones tamaño maximo 2" suelo granular grueso	SC - SM A-1-B(0)	16.0	48.1	35.9	7.0	23.0	5.4	2.0	M-01
1.90										
2.20										

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 PARA SERVICIO DE OMBRETEA CAÑETE - LUNAMUNTA - PACARI
 DIVISION DE RECONSTRUCCION DE LA CARRETERA NACIONAL
 ING. LUIS HORACIO ROSAS GEMOA
 GERENTE VIAL

OBSERVACIONES:
 SE RECOMIENDA TENER MUCHO CUIDADO EN EL SISTEMA DE DRENAJE EXISTE CHACRAS EN AMBOS LADOS DE LA VIA, UN LADO SE ENCUENTRA MAS ALTA QUE LA PLATAFORMA, EL MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM 65+000 L IZO

Página 1/1

57

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 - LUNARJANA - PACARAH - OQUIPACA Y	CALICATA :	C 12
:	REHABILITACION DEL TRAMO ZUNIGA DV YAUYO - RONCHAS	REALIZADO :	G.H.M
UBICACION :	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA	REVISADO :	E.M.H
KM :	60+650	FECHA DE EXCAVACION :	23/06/2008
ADO :	DERECHO	PROFUNDIDAD TOTAL (m) :	1.50
RAMO :		PROF. NIVEL FREATICO (m) :	-

C R A F I C A	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica, forma del material granular, color, contenido de humedad, índice de plasticidad / compresibilidad, grado de compactación / consistencia, Ores, presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	NA	N° DE MUESTRA
			<	0.075	4.750	20				
			AASHTO	mm	mm	mm				
	CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GC - GM A-1-1(0)	7.1	35.0	57.9	15.0	NP	2.1		
	Arena limosa, sub angular, color marron oscuro, humedad media, plasticidad media, moderadamente compresible, moderadamente compacto, consistencia dura 3/4 bolonera, material fino con materia organica, suelo granular grueso tamaño maximo 2"	SC - SM A-2-4(D)	17.8	64.5	17.7	20	24.0	6.3	3.7	M-01
	ROCA									

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 (SUCESION DE EMPRESAS) SUCESION DE EMPRESAS - PROGRAM
 (CHUPACA Y TRAMO ZUNIGA DV YAUYO - RONCHAS)

 ING. LUIS MICHAEL HOJUE BCHOZA
 DELENTE, N° 101

OBSERVACIONES:

SE DEBE COMENTAR QUE DEBAJO DE LOS 0.40 MTS EL AGREGADO EXISTENTE TIENE EXCESO DE BOLONERIA
 5% (MATERIAL CONGLOMERADO). EL MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM. 65+000 L. 120

ANEXO 6:

LÍMITES DE CONSISTENCIA

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:	CONSERVACIONAL DE LA CARRETERA CARRETE - LUNAHUANA - PIZARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUJO - RONCHAS	REALIZADO	C.H.M
MATERIAL:	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE	REVISADO	E.M.H
PROGRESIVA:	E4+700.0 CALICATA LIZO	FECHA	19/06/2008
		N° REGISTRO	L-008

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-08	TAMAÑO MAXIMO	N° 40
MUESTRA	: A1-01		
PROF (m)	: 0.00 - 1.50		

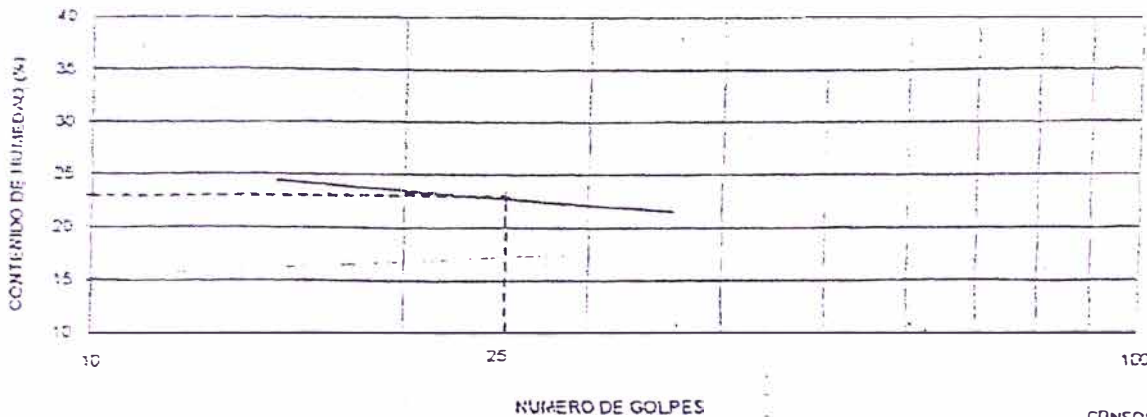
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		28.87	30.21	31.14
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		24.94	26.21	27.10
PESO DE AGUA (g)		3.93	4.00	4.04
PESO DEL TARRO (g)		8.64	8.91	8.80
PESO DEL SUELO SECO (g)		16.30	17.30	18.30
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		24.11	23.12	22.06
NUMERO DE GOLPES		17	26	21

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		4	5
PE SOTAARRO + SUELO HUMEDO (g)		17.41	18.21
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		16.11	16.79
PESO DE AGUA (g)		1.30	1.42
PESO DEL TARRO (g)		9.01	8.79
PESO DEL SUELO SECO (g)		7.10	8.00
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		18.31	17.75

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	23
LIMITE PLASTICO	18
INDICE DE PLASTICIDAD	5

OBSERVACIONES

CONSORCIO

ING. LUIS G

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 YAL DE LA CARRETERA CARETE - LUNARUANA - FACATAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.H.M
MATERIAL:	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE	REVISADO	E.M.H
PROGRESIVA:	65+700.0 CALICATA L.DER	FECHA	15-06-2008
		N° REGISTRO	L-005

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-05	TAMAÑO MAXIMO	N° 40
MUESTRA	M-01		
PROF. (m)	0.00 - 1.50		

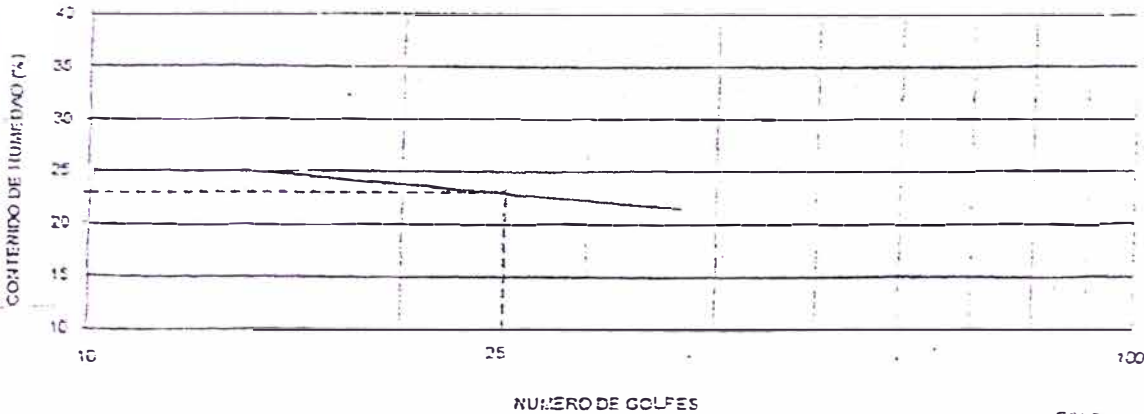
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		2	4	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		25.47	33.83	32.24
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		30.21	29.11	28.00
PESO DE AGUA (g)		5.26	4.72	4.24
PESO DEL TARRO (g)		8.91	9.01	8.80
PESO DEL SUELO SECO (g)		21.30	20.10	19.20
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		24.69	23.49	22.06
NUMERO DE GOLPES		15	26	32

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		1	5
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		15.72	18.42
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		14.64	16.99
PESO DE AGUA (g)		1.08	1.43
PESO DEL TARRO (g)		8.64	8.79
PESO DEL SUELO SECO (g)		6.00	8.20
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		18.00	17.44

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	23
LIMITE PLASTICO	18
INDICE DE PLASTICIDAD	5.3

OBSERVACIONES

CONSORCIO DE
 ING. LUIS MORALES
 GERENTE

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 Y CAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAMUNTA - FACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YALYO - RINCHAS	REALIZADO	G.H.M
MATERIAL:	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE	REVISADO	E.M.H
PROGRESIVA:	66+600.0 CALICATA LIZO	FECHA	15.06.2008
		N° REGISTRO	L-510

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-10	TAMAÑO MAXIMO	N° 40
MUESTRA	M-01		
PROF. (m)	0.80 - 1.00		

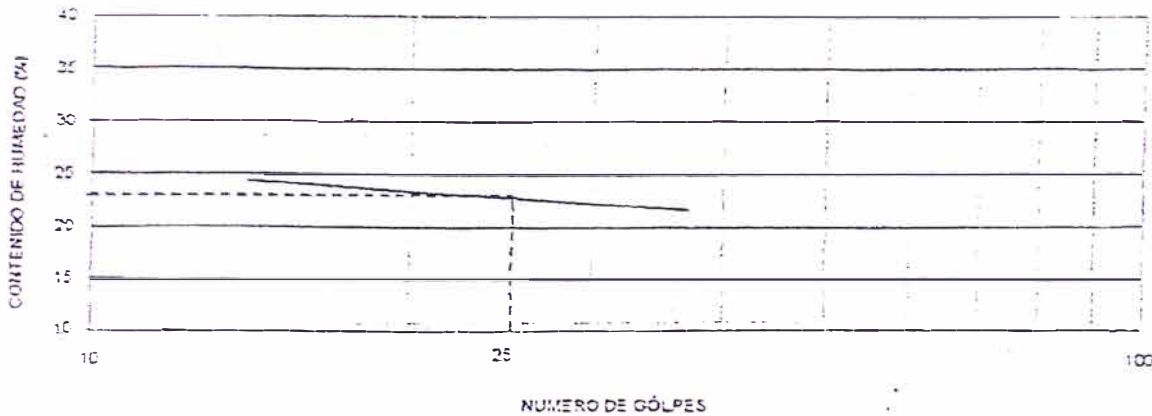
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	28.57	28.19	28.52
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	24.04	25.36	25.19
PESO DE AGUA	(g)	3.63	3.83	3.87
PESO DEL TARRO	(g)	6.64	6.91	6.50
PESO DEL SUELO SECO	(g)	15.60	16.45	17.30
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.05	23.76	22.06
NUMERO DE GOLPES		16	26	32

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		4	5
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	17.23	15.21
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	16.01	16.79
PESO DE AGUA	(g)	1.22	1.42
PESO DEL TARRO	(g)	9.01	8.79
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.00	6.00
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	17.43	17.75

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	23
LIMITE PLASTICO	16
INDICE DE PLASTICIDAD	5

OBSERVACIONES CONSORCIO

ING. LUIS GONZALEZ
 GERENTE

CONSORCIO GESTION
 DE CARRETERAS

M.T.C

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40
 (NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4218)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CARETE - LUNAHUANI - PACARAN - CHUPACA Y REMABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.H.M
MATERIAL:	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE	REVISADO	E.M.H
PROGRESIVA:	67+700.0 CALICATA LIZO	FECHA	19/06/2008
		N° REGISTRO	L-011

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-11	TAMAÑO MAXIMO	N° 40
MUESTRA	: M-01		
PROF. (m)	: 0.00 - 1.50		

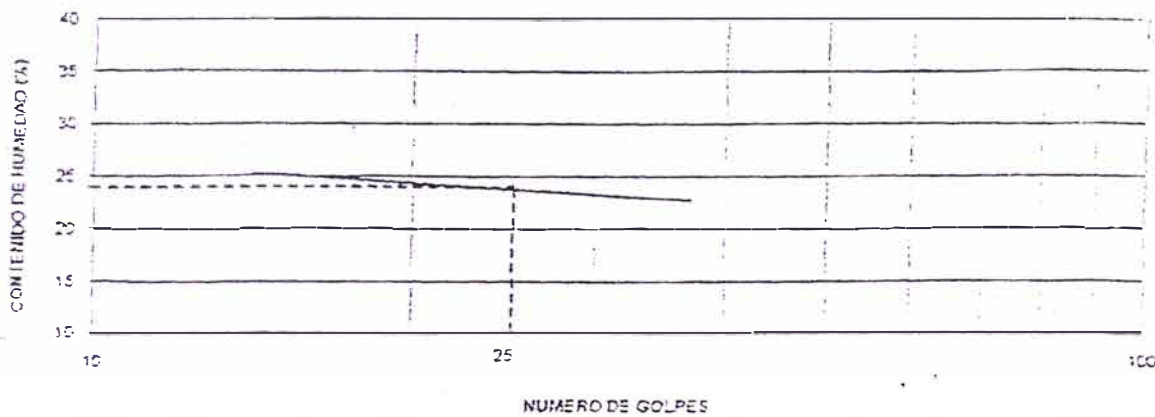
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		4	5	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		26.90	28.19	30.13
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		24.91	25.24	26.10
PESO DE AGUA (g)		3.99	3.95	4.03
PESO DEL TARRO (g)		9.01	8.79	8.60
PESO DEL SUELO SECO (g)		15.90	16.45	17.30
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		25.09	24.01	23.29
NUMERO DE GOLPES		16	26	32

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		2	7
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		17.21	18.17
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		15.91	16.64
PESO DE AGUA (g)		1.30	1.53
PESO DEL TARRO (g)		8.91	8.64
PESO DEL SUELO SECO (g)		7.00	8.00
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		18.57	19.13

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	24
LIMITE PLASTICO	19
INDICE DE PLASTICIDAD	5

OBSERVACIONES

CONCEP
 DESI SERE
 DEPARTO

ING. LU

ANEXO 7:
RESULTADOS MDS-CBR

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

CONSORCIO GESTION DE
 CARRETERAS

M.T.C

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
 (NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA: CONSERVACIONAL DE LA CARRETERA CAÑETE - HUANCARJANA - PACARAN - CHUPACA Y
 REALIZADO: G.H.M
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS REVISADO: E.M.H
 MATERIAL: DE AFIRMADO (CANTERA) FECHA: 10/07/2008
 CANTERA: KM: 65+000 LIZO Nº REGISTRO: P-001

DATOS DE LA MUESTRA

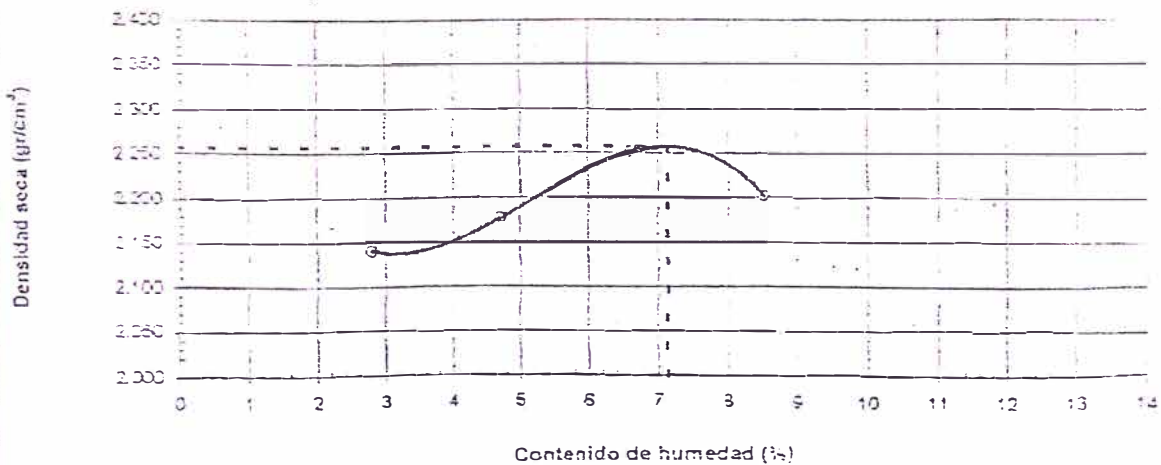
MUESTRA: M-01 PROGRESIVA KM: 65+000
 CLASF. (SUCS) GC - GM
 CLASF. (AASHTO) A-1-a (0)

METODO DE COMPACTACION : C

FECHA DE ENSAY 10/07/2008

Peso suelo + molde	gr	13123.00	13292.00	13548.00	13529.00	
Peso molde	gr	8477.00	8477.00	8477.00	8477.00	
Peso suelo húmedo compacto	gr	4646.00	4815.00	5069.00	5048.00	
Volumen del molde	cm ³	2112.00	2112.00	2112.00	2112.00	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.20	2.28	2.40	2.39	
Recipiente Nº		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	408.70	411.40	410.10	421.90	
Peso del suelo seco + tara	gr	397.60	392.90	384.70	388.80	
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso de agua	gr	11.10	18.50	25.40	33.10	
Peso del suelo seco	gr	397.60	392.90	384.70	388.80	
Contenido de agua	%	2.79	4.71	6.60	8.51	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.140	2.177	2.251	2.203	
						Densidad máxima (gr/cm ³)
						Humedad óptima (%)
						2.257
						7.1

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



Observaciones:

000

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

CONSORCIO GESTION
 DE CARRETERAS

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
 (NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNARUANA - PACARAN - CHL PACAY	REALIZADO: G.H.M
	REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REVISADO: E.M.H
MATERIAL:	MUESTRA DEL TERRENO EXISTENTE	FECHA: 19/06/2008
PROGRESIVA:	65+700 CALICATA L DER	N° REGISTRO: P-004

DATOS DE LA MUESTRA

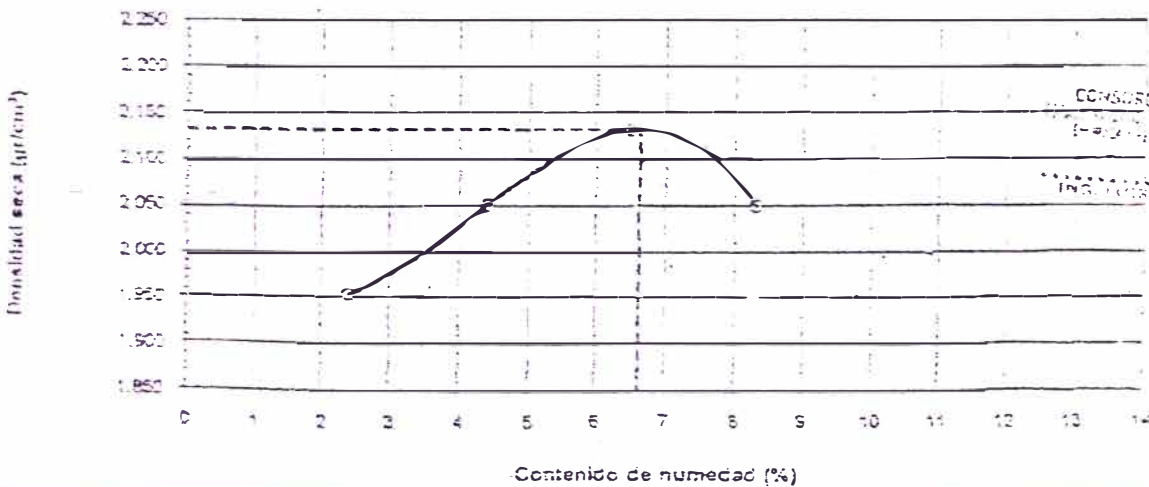
CALICATA:	C-09	PROGRESIVA	KM 65-700
MUESTRA:	M-01	CLASF. (SUCS)	SC - SM
PRUF. (mm)	0.00 - 1.50	CLASF. (AASHTO)	A-2.4 (0)

METODO DE COMPACTACION : C

FECHA DE ENSAY 19/06/2008

Peso suelo + molde	gr	12701.00	12997.00	13271.00	13166.00
Peso molde	gr	8477.00	8477.00	8477.00	8477.00
Peso suelo húmedo compacto	gr	4224.00	4520.00	4794.00	4689.00
Volumen del molde	cm ³	2112.00	2112.00	2112.00	2112.00
Peso volumétrico húmedo	gr	2.00	2.14	2.27	2.22
Recipiente N°		0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo húmedo+tara	gr	278.40	351.20	309.60	299.80
Peso del suelo seco + tara	gr	271.90	336.40	290.70	276.60
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	gr	6.50	14.80	18.90	23.20
Peso del suelo seco	gr	271.90	336.40	290.70	276.60
Contenido de agua	%	2.39	4.40	6.50	8.31
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.953	2.050	2.131	2.050
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>					2.132
<i>Humedad óptima (%)</i>					6.5

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 GERENTE VIAL

Observaciones:

CONSORCIO GESTION
 DE CARRETERAS

M.T.C

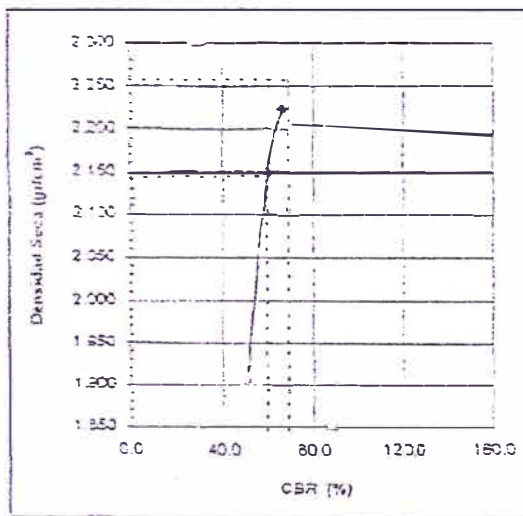
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1533)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CASATE - LUNAFUANA - PACARAN - CHUPACAY	REALIZADO:	G.H.M
MATERIAL:	REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS DE AFIRMADO (CANTERA)	REVISADO:	E.M.H
CANTERA:	KM: 65+000	LIZQ	FECHA: 10/07/2009
			N° REGISTRO: G-001

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA:	M-01	PROGRESIVA:	KM: 65+000
		CLASF. (SUCS):	GC - GM
		CLASF. (AASHTO):	A-1-a(1)



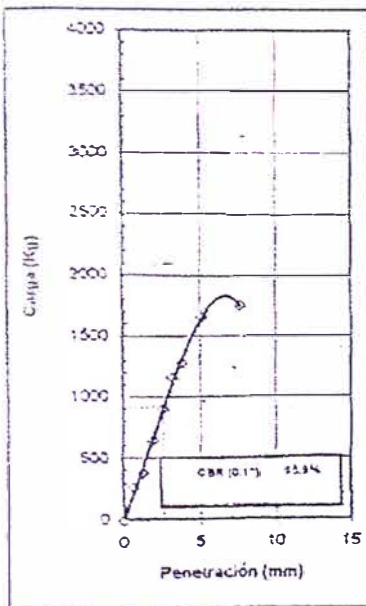
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1537
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.257
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.1
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.144

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.17:	59.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.17:	59.5

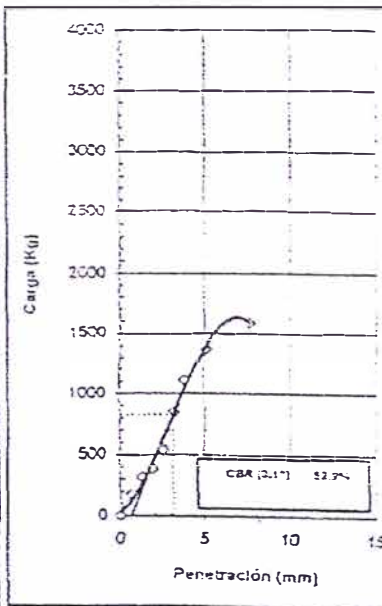
RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 59.3 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 59.5 (%)

OBSERVACIONES:

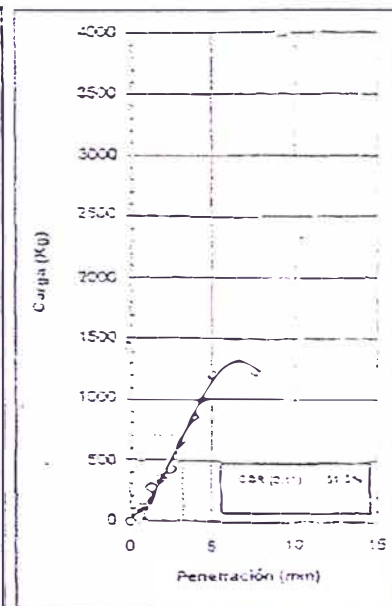
EC = 55 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES

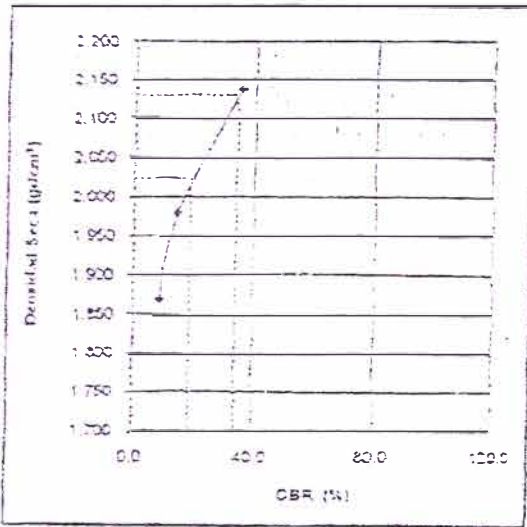


MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1823)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA:	CONSERVACION VAL DE LA CARRETERA CANETE - LUNAPAZA - PACARAN - CHAPACAY	REALIZADO:	G.M.H
	REHABILITACION DEL TRAMO CUÑISA DV. YAUYO - RONCHAS	REVISADO:	E.M.H
MATERIAL:	MUESTRA DEL TERRENO EXISTENTE	FECHA:	19/06/2008
PROGRESIVA:	65+700 D	CALICATA L. DER	N° REGISTRO: G-064
DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA:	C-09	PROGRESIVA	1 KM 65+700
MUESTRA:	M-01	CLASE (SUCS)	1 SC - SM
GRUP (m):	0.00 - 1.50	CLASE (AASHTO)	1 A-2-4 (0)



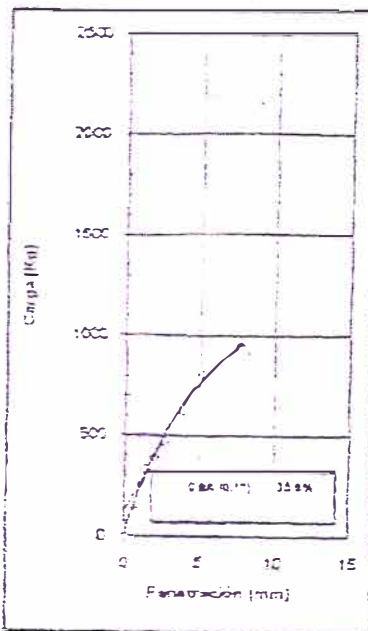
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.132
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.6
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.005

CBR al 100% de M.D.S. (%)	0.17	34.2
CBR al 95% de M.D.S. (%)	0.17	19.0

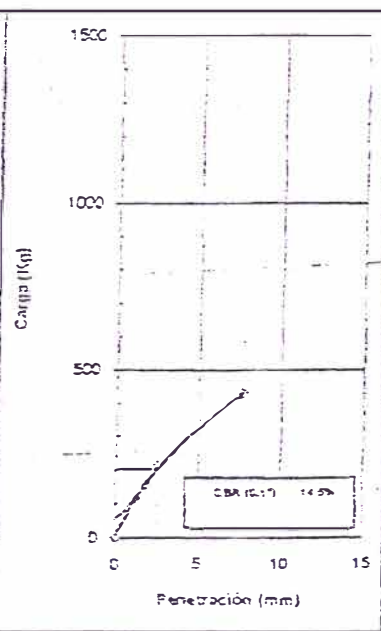
RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 34.2 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 19.0 (%)

OBSERVACIONES:

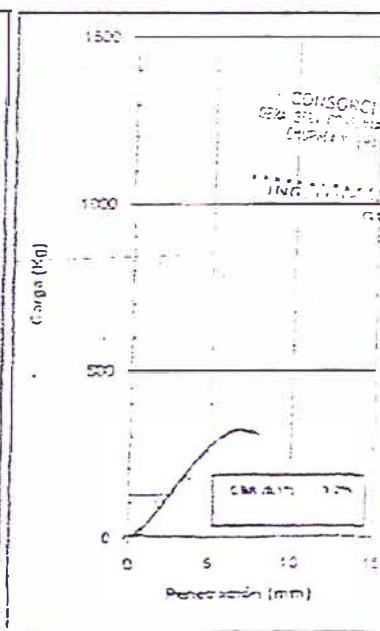
EC = 64 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 ING. [Signature]
 GEOMECANICA

ANEXO 8:
PANEL FOTOGRÁFICO

PANEL FOTOGRÁFICO

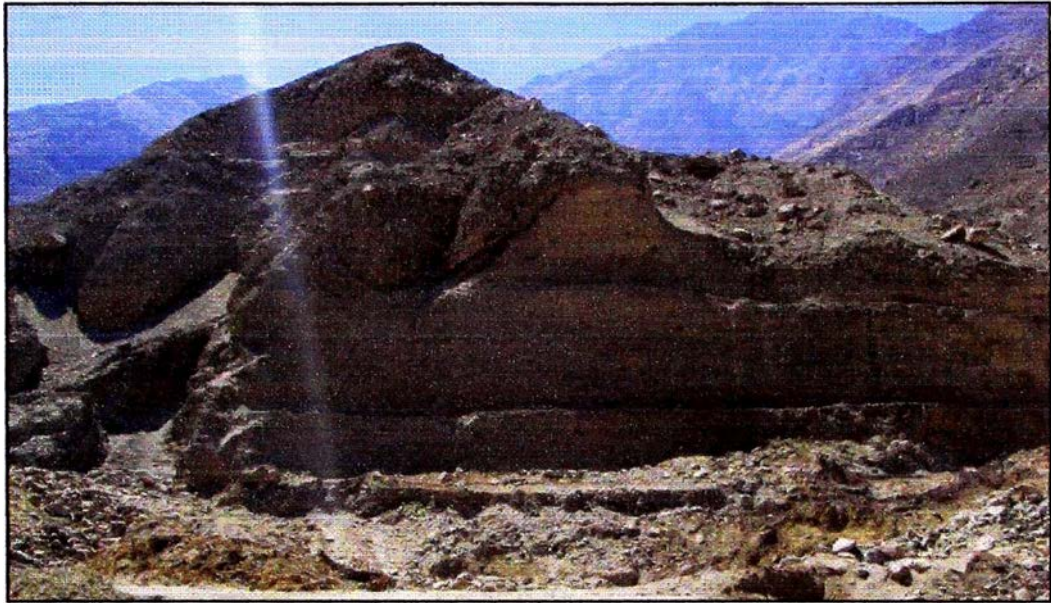


Foto N° 1: CASCAJAL, desde el Km. 64+000 hasta el Km. 64+800, se extienden los depósitos de la quebrada San Juan conformado por material granular anguloso, actualmente se explota esta cantera en el Km. 64+800.



Foto N° 2: Diseño Geométrico (anchos angostos, curvas reducidas): se Observan entre el Km. 67+000 y el Km. 68+000. Se mitigara el peligro con reducciones de velocidad.



Foto N° 3: Km 65+200, deterioro en el pavimento en la carretera, debido a una vía de acceso para la concretera UNICON.



Foto N° 4: Km 65+150, deterioro en el pavimento en la carretera, se ha generado un pequeño bache, debido al paso de vehículos de grandes cargas.

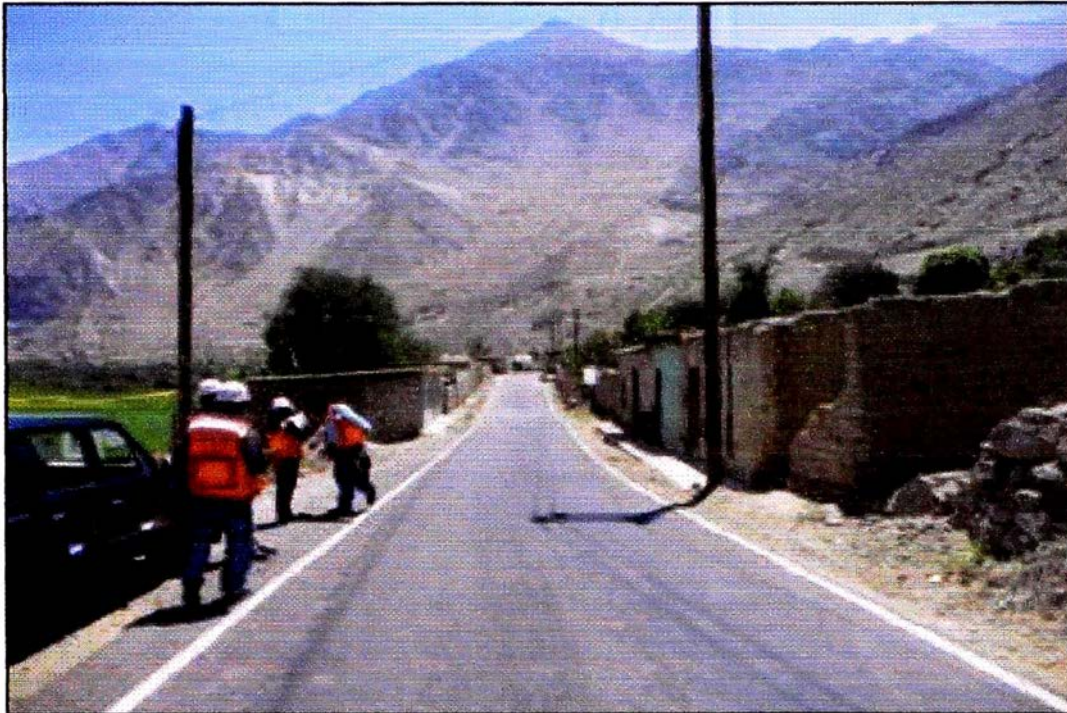


Foto N° 5: Poblado De San Juan, ubicado en el Km. 67+000,
no se respeta el derecho de vía de 15 m. al eje.



Foto N° 6: Km 66+500, deterioro en el pavimento, por infiltración debajo
de este tramo, la línea continua de la carretera también se está borrando.



Foto N° 7: Km 68+800 al Km 68+860: Cunetas de tierra en mal estado.



Foto N° 8: Km 68+600: Peligro de accidente, por zona rocosa y taludes altos. Necesidad de realizar voladura de rocas para ensanchar la vía, ya que es lugar a constantes accidentes de tránsito.