

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



**EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD DE LA CARRETERA  
CAÑETE-YAUYOS-CHUPACA CON EQUIPO MERLIN  
TRAMO KM. 89+000 - KM. 94+000**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**JUAN CARLOS GÓMEZ VEGA**

**Lima- Perú**

**2009**

## **DEDICATORIA**

A mi Padre Dios, por darme sus bendiciones y amor.

A mis queridos padres y hermanos que me apoyan en todo momento.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE CUADROS.....</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE FOTOGRAFÍAS.....</b>	<b>7</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS.....</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DE LA CARRETERA</b>	
<b>1.1 ANTECEDENTES.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 UBICACIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>1.3 CARACTERÍSTICAS.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3.1 Descripción de la carretera.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3.2 Clima.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3.3 Geomorfología.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3.4 Geología.....</b>	<b>19</b>
<b>1.3.5 Ecología.....</b>	<b>19</b>
<b>1.3.6 Flora.....</b>	<b>20</b>
<b>1.3.7 Fauna.....</b>	<b>20</b>
<b>1.3.8 Descripción de los materiales de fundación.....</b>	<b>21</b>
<b>1.4 ESTADO ACTUAL DE LA VÍA.....</b>	<b>24</b>
<b>14.1 Longitud de la vía.....</b>	<b>24</b>
<b>14.2 Trabajos ejecutados .....</b>	<b>24</b>
<b>14.3 Tráfico temporal debido al proyecto El Platanal.....</b>	<b>25</b>
<b>1.5 TRAMO EVALUADO KM 89+000 – KM 94+000.....</b>	<b>26</b>
<b>CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE</b>	
<b>2.1 RUGOSIDAD.....</b>	<b>32</b>
<b>2.2 EQUIPO MERLIN.....</b>	<b>36</b>

## **CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO**

<b>3.1 EVALUACIÓN FUNCIONAL.....</b>	<b>38</b>
<b>3.1.1 Rugosidad.....</b>	<b>38</b>
<b>3.1.2 Serviciabilidad.....</b>	<b>38</b>
<b>3.2 DESCRIPCIÓN DEL RUGOSÍMETRO MERLIN.....</b>	<b>40</b>
<b>3.3 EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD CON EQUIPO MERLIN.....</b>	<b>42</b>
<b>3.4 DETERMINACIÓN DE LA RUGOSIDAD.....</b>	<b>44</b>
<b>3.4.1 Ejecución de ensayos.....</b>	<b>44</b>
<b>3.4.2 Cálculo del rango “D”.....</b>	<b>46</b>
<b>3.4.3 Factor de corrección para el ajuste “D”.....</b>	<b>48</b>
<b>3.4.4 Variación de relación de brazos.....</b>	<b>49</b>
<b>3.4.5 Cálculo del rango “D” corregido .....</b>	<b>50</b>
<b>3.4.6 Determinación rugosidad en la escala del IRI.....</b>	<b>50</b>

## **CAPÍTULO 4: APLICACIÓN AL TRAMO KM. 89+000 – KM. 94+000**

<b>4.1 DATOS PRELIMINARES DE CAMPO .....</b>	<b>51</b>
<b>4.2 EJECUCIÓN DE ENSAYOS.....</b>	<b>51</b>
<b>4.2.1 Obtención del IRI.....</b>	<b>51</b>
<b>4.2.2 Obtención del PSI.....</b>	<b>56</b>

## **CAPÍTULO 5: ANALISIS DE RESULTADOS**

<b>5.1 COMPARACIÓN DE RUGOSIDADES PARA LA ZONA DE ENSAYO... ..</b>	<b>57</b>
<b>5.2 RUGOSIDAD EN EL TRAMO DE ENSAYO KM 91+100-KM 91+500... ..</b>	<b>61</b>
<b>5.3 SERVICIABILIDAD PRESENTE EN EL TRAMO DE ENSAYO.....</b>	<b>62</b>

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>63</b>
--------------------------	-----------

<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>64</b>
-----------------------------	-----------

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>65</b>
--------------------------	-----------

<b>ANEXOS.....</b>	<b>66</b>
--------------------	-----------

### **ANEXO A: Perfil Estratigráfico (Km. 57+000 – Km. 129+000)**

#### **Registro de excavación (Km. 89+000 – Km. 94+000)**

**ANEXO B: Resultado del tráfico vehicular temporal debido al proyecto El  
Platanal**

**ANEXO C: Cuadro N°1: Relación de proyectos de rugosidad evaluado con  
equipo MERLIN**

**Cuadro N° 2: Resultados de rugosidad y serviciabilidad**

**ANEXO D: Resumen de los valores IRI / convenio UNI-MTC**

**Hoja de campo – Grupo N° 7 (ensayo del 03-10-09)**

**Informe de medición de rugosidad – Grupo N° 7**

**ANEXO E: Cotización para fabricación de equipo MERLIN**

**ANEXO F: Ley N° 4113**

**Artículo presentado en la revista Diálogos en Historia N°2**

**(Páginas 207-230)**

**ANEXO G: Guía fotográfica del ensayo con el equipo MERLIN.**

## RESUMEN

Actualmente en el marco del programa Proyecto Perú del Ministerio de Transportes y Comunicaciones se han establecido contratos en los que las prestaciones se controlen por niveles de servicio con el objetivo de mejorar los niveles de serviciabilidad y transitabilidad en las Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito de la Red Vial Nacional. Tal es el caso de la carretera Cañete-Yauyos – Chupaca que posee una longitud de 271.76 km y se encuentra ubicado en la región central del país entre los departamentos de Lima y Junín. Actualmente la vía recibe un tráfico medio ligero y se compone de tramos asfaltados y afirmados.

El presente informe desarrolla la evaluación de la rugosidad de la carretera en el tramo km 89+000-km 94+000 como parte de una evaluación funcional que permitiría definir las correspondientes acciones preventivas y/o correctivas a realizar para brindar el confort y seguridad a los usuarios de esta vía. El tramo en estudio presenta la colocación de material granular estabilizado con emulsión asfáltica y un tratamiento superficial tipo monocapa.

Las magnitudes de las irregularidades superficiales se expresaron en unidades de rugosidad IRI por ser un parámetro estándar internacional. Medimos la rugosidad con el equipo MERLIN por su fácil manejo y precisión en sus resultados. El tipo de ensayo es no destructivo aplicado directamente sobre la superficie de rodadura de la carretera. En el tramo del estudio señalado se eligió una zona de prueba representativa de cuatrocientos metros del km 91+100 – km 91+500, teniendo como resultado una rugosidad de 4.30 IRI sobre la huella derecha de la vía en dirección de Chupaca a Cañete.

Actualmente en el Perú no se cuenta con un parámetro definido para indicar una rugosidad de servicio en carreteras con tratamientos superficiales, por esto se han considerado utilizar un valor de rugosidad máximo aceptable de 4 IRI, como lo sugiere una normatividad chilena expresado en su manual de carreteras, volumen 5, sección 5.407. Para este caso en el tramo ensayado, el contratista deberá efectuar las reparaciones necesarias para llegar a la medida del IRI señalado. Se brinda la recomendación que en un futuro se coloque un sello bituminoso tipo Slurry para proteger la superficie de rodadura.

## **LISTA DE CUADROS**

CUADRO 1.1	Ubicación de la carretera.....	13
CUADRO 1.2	Localidades ubicadas a lo largo de la carretera.....	14
CUADRO 1.3	Zonas de vida a lo largo de la carretera.....	19
CUADRO 1.4	Valores de CBR por tramos.....	23
CUADRO 1.5	Comparación de distancias por tramos.....	24
CUADRO 1.6	Trabajos ejecutados hasta julio del 2009.....	24
CUADRO 1.7	Ubicación de las estaciones de control.....	25
CUADRO 1.8	Ubicación de calicatas para el tramo de estudio.....	27
CUADRO 2.1	Clasificación de la condición superficial del pavimento.....	32
CUADRO 2.2	Requerimiento de IRI – Especificaciones Internacionales.....	35
CUADRO 2.3	Requerimiento de IRI – Agencias Públicas.....	35
CUADRO 3.1	Clasificación de la condición superficial del pavimento.....	39
CUADRO 4.1	Antecedentes de la zona de prueba.....	51
CUADRO 4.2	Personal para ensayo y sus funciones.....	52
CUADRO 4.3	Medidas de la carretera en la zona de ensayo.....	53
CUADRO 4.4	Datos obtenidos en la zona de ensayo.....	54
CUADRO 4.5	Calibración del equipo MERLIN.....	56
CUADRO 5.1	Rugosidad en la zona de prueba.....	57
CUADRO 5.2	Rugosidad para un tramo de 45 Km de la carretera.....	57
CUADRO 5.3	Requerimiento de IRI – normatividad chilena.....	61

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1	Trabajos realizados durante la Ley de Conscripción Vial.....	10
FIGURA 1.2	Área de influencia indirecta .....	12
FIGURA 1.3	Área de influencia directa .....	12
FIGURA 1.4	Plano clave de la carretera Cañete-Yauyos-Chupa.....	13
FIGURA 1.5	Perfil Longitudinal de la carretera.....	14
FIGURA 1.6	Ubicación del proyecto El Platanal.....	25
FIGURA 1.7	Ubicación del tramo de estudio.....	26
FIGURA 1.8	Vista panorámica del tramo de estudio.....	26
FIGURA 1.9	Mapa ecológico del tramo de estudio.....	27
FIGURA 1.10	Perfil Estratigráfico del tramo en estudio.....	28
FIGURA 1.11	Proceso de ejecución de pavimentos básicos.....	28
FIGURA 1.12	Sección típica del cambio de estándar.....	29
FIGURA 2.1	Escala de regularidad para pavimentos - IRI (m/km).....	34
FIGURA 2.2	Versiones del equipo MERLIN, Mark1 y Mark2 respectivamente	36
FIGURA 3.1	Esquema del rugosímetro MERLIN – vista de perfil.....	41
FIGURA 3.2	Esquema del rugosímetro MERLIN – corte A-A y B-B.....	41
FIGURA 3.3	Medición de las desviaciones respecto de la cuerda promedio..	42
FIGURA 3.4	Histograma de la distribución de las frecuencias.....	43
FIGURA 3.5	Formato para recolección de datos de campo.....	45
FIGURA 3.6	Histograma de distribución de frecuencias - ejemplo aplicativo..	47
FIGURA 3.7	Alternativas de posición de los brazos del equipo MERLIN.....	49
FIGURA 4.1	Procesamiento de datos obtenidos en el ensayo.....	55
FIGURA 5.1	Desarrollo de la rugosidad - Slurry.....	58
FIGURA 5.2	Desarrollo de la rugosidad - Monocapa.....	58
FIGURA 5.3	Norma EG-2000, sección 405.15(c)(3) .....	61



## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1.1	Colocación de capa granular con material de cantera.....	29
FOTOGRAFÍA 1.2	Estabilización de afirmado Km. 94+000.....	29
FOTOGRAFÍA 1.3	Limpieza de superficie estabilizada Km. 90+000.....	30
FOTOGRAFÍA 1.4	Riego de RC-250 sobre la superficie estabilizada.....	30
FOTOGRAFÍA 1.5	Esparcido de gravilla sobre el RC-250.....	30
FOTOGRAFÍA 1.6	Trabajos de compactado.....	30
FOTOGRAFÍA 1.7	Trabajo terminado a la fecha de marzo del 2009.....	31
FOTOGRAFÍA 1.8	Tramo de estudio durante la vista de campo (oct-2009)..	31
FOTOGRAFÍA 2.1	Uso del equipo MERLIN para el tramo de prueba.....	37
FOTOGRAFÍA 3.1	Mediciones siguiendo la huella exterior del tráfico.....	44
FOTOGRAFÍA 4.1	Ubicación de progresivas para la ejecución del ensayo...	51
FOTOGRAFÍA 4.2	Personal de ensayo.....	52
FOTOGRAFÍA 4.3	Tramo evaluado.....	53
FOTOGRAFÍA 4.4	Colocación de formato e inicio de prueba.....	53
FOTOGRAFÍA 4.5	Obtención de datos y medidas de seguridad adoptadas..	53
FOTOGRAFÍA 5.1	Trabajo de parchado superficial, km 71+000.....	59
FOTOGRAFÍA 5.2	Trabajo de parchado profundo, km 88+700.....	59
FOTOGRAFÍA 5.3	Trabajo de parchado superficial, km 83+000.....	60
FOTOGRAFÍA 5.4	Limpieza de calzada, km 78+400.....	60
FOTOGRAFÍA 5.5	Limpieza de huayco menor, km 78+300.....	60

## LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

<b>AASHO</b>	: Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras
<b>AASTHO</b>	: Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transportes
<b>ASTM</b>	: Sociedad Americana de Ensayos de Materiales
<b>BID</b>	: Banco Interamericano de Desarrollo
<b>CBR</b>	: Relación de Soporte de California
<b>CGC</b>	: Consorcio Gestión de Carreteras
<b>EG-2000</b>	: Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras
<b>IRI</b>	: International Roughness Index (Índice de rugosidad internacional)
<b>MERLIN</b>	: Machine for Evaluating Roughness using Low-cost Instrumentation (Máquina para la evaluación rugosidad usando instrumentación de bajo costo)
<b>MTC</b>	: Ministerio de Transporte y Comunicaciones
<b>M2</b>	: Metro Cuadrado
<b>PROVIAS</b>	: Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional
<b>PSI</b>	: Índice de Serviciabilidad Presente
<b>PSR</b>	: Evaluación de Serviciabilidad Presente
<b>SUCS</b>	: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
<b>TRRL</b>	: Transport and Road Research Laboratory (Laboratorio de investigación de transporte y seguridad vial)

## INTRODUCCIÓN

El grado de irregularidad longitudinal del pavimento influye en el nivel de confort, seguridad y tiempos de transporte de los usuarios que transitan en la vía, así como en los costos de operación vehicular. La rugosidad es el parámetro que “cuantifica” el grado de irregularidad superficial de una carretera.

Por lo anterior, es de suma importancia conocer el estado de la regularidad superficial del pavimento a través del tiempo, desde el inicio de su operación y en cualquier momento en que sea necesario, para definir las correspondientes acciones preventivas y/o correctivas. Uno de los parámetros utilizados para la evaluación de la regularidad de los pavimentos, es el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), el cual refleja el nivel de confort y seguridad al transitar.

En el presente informe se ha determinado la rugosidad en el tramo de estudio km 89+000 – km 94+000, sector km 91+100 – km 91+500 (400 metros) como aporte de un dato estándar para la evaluación de un pavimento con tratamiento superficial tipo monocapa. La obtención de datos de campo se realizó a través del equipo MERLIN.

En el Capítulo 1, se describe las generalidades de la carretera Cañete-Yauyos-Chupaca, describiendo también el tramo en estudio.

En el Capítulo 2, se da a conocer el estado del arte de la rugosidad para entender el desarrollo del concepto del IRI, así también se desarrolla el estado del arte del equipo MERLIN.

En el Capítulo 3, se describe el marco teórico para poder conocer la metodología del equipo MERLIN en la determinación de la rugosidad.

En el Capítulo 4, se aplican los conceptos de la metodología dado a conocer para su aplicación práctica en el tramo de estudio, determinando así la rugosidad de la zona de ensayo así como el índice de serviciabilidad presente del lugar.

En el Capítulo 5, se desarrolla el análisis de los resultados obtenidos.

Finalmente, se dan a conocer las conclusiones y recomendaciones del informe.

## CAPÍTULO 1 **GENERALIDADES DE LA CARRETERA**

### **1.1 ANTECEDENTES**

La carretera de penetración y enlaces Cañete – Yauyos – Chupaca (actualmente hoy corredor vial N° 13) de una longitud de 271.726 Km, fue proyectada y ejecutada por partes durante el segundo gobierno del Sr. Augusto B. Leguía (1919-1930), mediante el D.L. N° 4113 “Ley de Conscripción Vial o del Servicio Obligatorio de Caminos”, vigente desde el 10 de mayo de 1920 hasta el 31 de agosto de 1930. (Ver anexo E para mayor información).

Durante los últimos años de este gobierno en el avance de los trabajos entre los pueblos de Tomas y Alis, trabajaba una cuadrilla dinamitando por el lado de Tomas el cañón de Uchco, pero por circunstancias fatales mueren seis obreros por el desprendimiento de rocas y más aún coincidiendo con la caída del gobierno, quedaron paralizados todos los trabajos en esta parte de la carretera, llegando solo hasta el pueblo de Tomas.



**Figura 1.1 Trabajos durante la Ley de Conscripción Vial**

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

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

Atuncar, siendo esto hecho realidad en 1957. (Fuente: “La historia de un imposible” relatada por don Mauro Lara Melo, presente en los trabajos del último tramo faltante).

En el año 1998 la Comisión de Promoción de Concesiones Privadas (PROMCEPRI) adjudicó la buena Pro al Consorcio “Asociación Aguas y Estructuras (AYESA) – ALPHA CONSULT SA” para realizar el servicio de consultoría a nivel de estudio definitivo para la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Lunahuaná - Huancayo. En el año 2003, el Proyecto Especial Rehabilitación de Transportes (PERT) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) encargó al consultor Ing. Floriano Palacios León (Contrato de Estudios N° 0412-2003-MTC/20 del 28.11.2003) la formulación del estudio de pre inversión a nivel de perfil para el mejoramiento y rehabilitación del tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca.

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

Como parte de los compromisos contraídos por el Consorcio Gestión de Carreteras, dentro de la fase pre-operativa se realizó un Inventario Vial Calificado (obtención de un registro de todas las estructuras y obras que conforman la carretera), el cual se ejecutó durante los meses de abril, mayo y junio del 2008. Asimismo durante el mes de mayo el Consorcio llevó a cabo un estudio de tráfico de la carretera Cañete - Yauyos – Chupaca.

Las actividades de Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera comprenden trabajos de conservación rutinaria, periódica y cambio de estándar de afirmado a solución básica a lo largo de la carretera, estos trabajos empezaron los primeros meses del año 2008 y prosiguen hasta la fecha.

El tramo en estudio Km 89+000 – Km 94+000 actualmente presenta un tratamiento superficial tipo monocapa, construido en el mes de febrero del 2009.

## 1.2 UBICACIÓN

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

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



Figura 1.2 Área de influencia indirecta

Fuente: Elaboración Propia



Figura 1.3 Área de influencia directa

Fuente: Proyecto Perú – Ministerio de Transportes y Comunicaciones

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

Cuadro 1.1 Ubicación de la Carretera

Fuente: Elaboración Propia

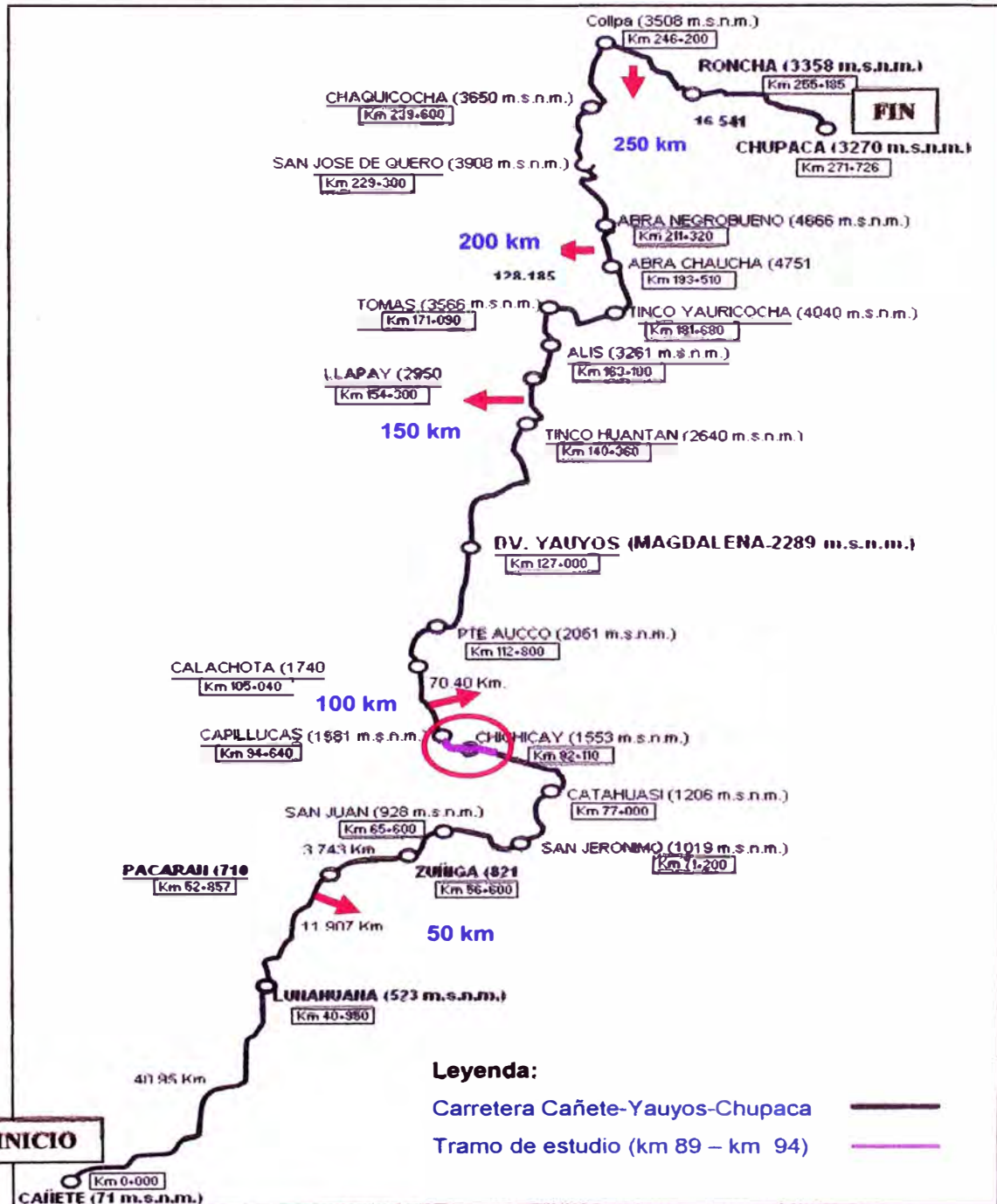


Figura 1.4 Plano clave de la carretera Cañete-Yauyos-Chupaca

Fuente: Informe técnico, convenio UNI-PROVIAS

### Localidades que forman parte de la carretera Cañete – Yauyos – Chupaca

Localidad	Progresiva (km)	Altitud (m.s.n.m)	Localidad	Progresiva (km)	Altitud (m.s.n.m)
Cañete	0+000	71	Tinco Huantan	140+360	2640
Lunahuaná	40+950	523	Llapay	154+300	2950
Pacarán	52+857	710	Alis	163+100	3261
Zuñiga	56+600	821	Tomas	171+090	3566
San Juan	65+600	928	Tinco Yauricocha	181+680	4040
San Jerónimo	71+200	1019	Abra Chaucha	193+510	4751
Catahuasi	77+000	1206	Abra Negrobuena	211+320	4666
Chichicay	92+110	1553	San José de Quero	229+300	3908
Capillucas	94+640	1851	Chaquicocha	239+600	3650
Calachota	105+040	1740	Collpa	246+200	3508
Puente Auco	112+800	2051	Ronha	255+185	3358
Dv. Yauyos	127+000	2289	Chupaca	271+726	3270

Cuadro 1.2 Localidades ubicadas a lo largo de la Carretera

Fuente: Elaboración Propia

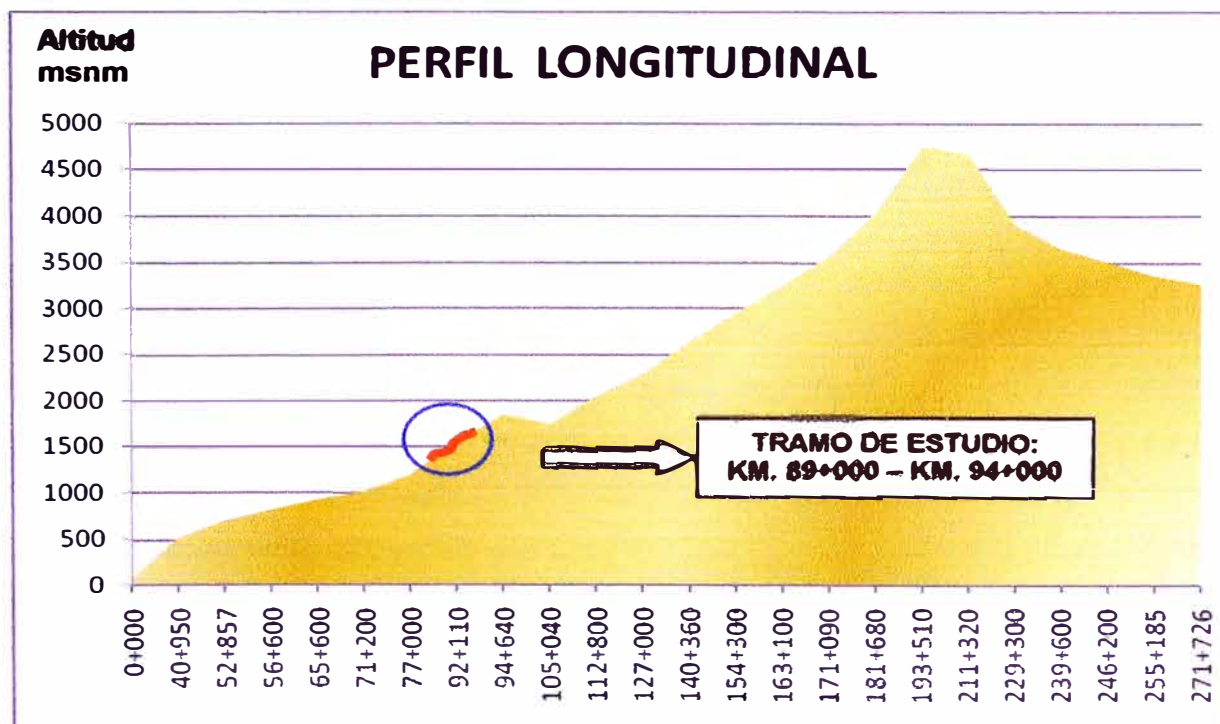


Figura 1.5 Perfil Longitudinal de la carretera

Fuente: Elaboración Propia



## 1.3 CARACTERÍSTICAS

### 1.3.1 Descripción de la carretera

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

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

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

Se continúa ascendiendo llegando a la región **Suni** (3500 msnm a 4000 msnm), donde el escenario cambia a bruscas ascensiones de acantilados, peñoleras y cerros. En este sector normalmente no se encuentran valles, mas por el contrario se tienen quebradas estrechas que abren cañones muy profundos, erosionando las rocas vivas, de modo que al recorrer esta región por el fondo de las quebradas, a orillas del río, el horizonte perceptible se cierra en circuitos pequeños que dan la sensación de un lugar amurallado. La localidad llamada Tomas (km 171+090) se ubicada en esta región. Se encuentra a 3566 msnm. Al otro lado de la cordillera se ubican: San José de Quero (3908 msnm) en el km 229+300, Chaquicocha (3650 msnm) en el km 239+600, y Collpa (3508 msnm) en el km 246+200.

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

### 1.3.2 Clima

#### a) Temperatura

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

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

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

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

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

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

## **b) Precipitación**

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

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

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

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

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

### **1.3.3 Geomorfología**

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

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

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

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

Está constituida por un conjunto de vertientes montañosas, de topografía predominantemente agreste, que se encuentra a altitudes comprendidas aproximadamente entre 2 400 y 3 800 m.s.n.m. Aquí las glaciaciones cuaternarias no han ejercido acciones morfológicas directas, y el clima holocénico o actual es relativamente templado y húmedo, es decir, que sus temperaturas y precipitaciones permiten desde hace siglos el desarrollo de la tradicional agricultura andina de las vertientes.

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

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

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

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

Los relieves de colinas y montañas que enmarcan las llanuras costeras, son el resultado de la orogenia y elevación plio pleistocénica de los Andes, a consecuencia de la cual, se encajonaron los cursos de agua dando lugar a la configuración montañosa actual de la cordillera andina, especialmente en la sierra y selva alta. En la costa, las colinas y montañas corresponden de manera general a las estribaciones occidentales finales de la Cordillera Occidental, y conjuntamente con las planicies, conforman los grandes conjuntos morfológicos fisiográficos de la costa. (Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras "Plan de manejo socio ambiental")

### 1.3.4 Geología

De acuerdo a la información obtenida del ONERN<sup>1</sup> se puede indicar que la composición frecuentemente observada son las rocas ígneas intrusivas las que constituyen el batolito andino de la Costa que aflora desde la localidad de Trujillo en el norte de forma ininterrumpida, hasta las cercanías de la quebrada de Pescadores, Arequipa, en el sur del país.

En la cuenca alta del río Cañete se observan además capas de lutitas carbonosas con areniscas de grano fino, estratos de calizas margosas, sill tipo basáltico, calizas masivas dispuestas en bancos potentes, calizas silíceas en gruesos estratos, así como pseudobrechas calcáreas. Este conjunto pétreo es de gran importancia, ya que en las calizas de este grupo están localizadas la mejor mineralización de la zona, como la evidencian las minas existentes en la cuenca alta. (Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras "Plan de manejo socio ambiental")

### 1.3.5 Ecología

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

POBLADOS MAS INPORTANTES	SIMBOLO	FORMACION ECOLOGICA
Cañete, Imperial, Lunahuaná	dd - S	Desierto desecado – Subtropical
Pacarán, Zúñiga	ds – S	Desierto semiárido – Subtropical
Catahuasi, Capillucas	dp – S	Desierto perárido – Subtropical
Calachota	md – S	Matorral desértico – Subtropical
	ee – MBT	Estepa espinosa - Montano Bajo Tropical
Magdalena, Alis	e – MT	Estepa - Montano Tropical
Tomas, Tinco	ph – SaT	Páramo húmedo – Subalpino Tropical
San José de Quero	pmh – SaT	Páramo muy húmedo – Subalpino Tropical
	tp - AT	Tundra pluvial – Alpino Tropical
Chupaca, Ronchas	bh - MT	Bosque húmedo – Montano - Tropical

**Cuadro 1.3 Zonas de vida a lo largo de la carretera**

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

<sup>1</sup> ONERN - *Inventario, evaluación y uso racional de los recursos naturales de la costa. Cuenca del Río Cañete.*- Lima: 1970

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

### 1.3.6 Flora

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

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

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

### 1.3.7 Fauna

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

Las aves ligadas a los ambientes acuáticos son relativamente numerosas. En general estas especies tienen una densidad bastante baja, las más abundantes son los patos, el zambullidor y las garzas. Las aves ligadas a ambientes terrestres están representadas por la gran cantidad de especies típicas de la sierra peruana como: picaflores (*Agleactis cupripennis*, *Myrtis fanny*, *Patagona*

gigas, Phalcobaenus albogularis, Polyonymus caroli), cotinga (Ampelio rubrocristatu), cotorra (Aratinga Wagleri), lechuza (Athene culicularia), perico andino (Bolborhynchus obbygnesius), buho (Bubo virginianus), gorrión cordillerano (Zonotrichia capensis) y aguilucho común (Buteo polyosoma) entre otros.

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

### 1.3.8 Descripción de los materiales de fundación

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

**km 57+000 – km 63+650.** Se tiene una capa superior de 30 cm de espesor como mínimo, que corresponde a antiguos trabajos de mantenimiento del afirmado, se trata de una arenas y gravas limosas que clasifica en el Sistema SUCS como **SC-SM y GC-GM**, mientras que en el sistema AASHTO como A-1-b(0) y A-1-a(0); la forma de los agregados gruesos es subangular, su matriz de color marrón claro es de escasa plasticidad; tiene bolonería comprendido entre 3% y 10% con tamaño máximo de 7". Bajo él se encuentra un material areno-limoso, cuya clasificación SUCS es **SC** y AASHTO es A-2-4(0), siendo los agregados gruesos también de forma subangular; este estrato también contiene bolonerías entre 2% y 8% cuyo tamaño máximo es de 6".

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

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

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

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

**km 96+600 – km 106+600.** Presencia mayoritaria de arenas limo-arcillosas, con clasificación de suelos SUCS igual a **SC-SM**, mientras que en AASHTO es igual a A-1-b(0). Su plasticidad es baja y variable entre 4,9% y 6,0%. Se tiene presencia de bolonerías, en poca proporción en la capa superior, mientras que a partir de 0,50 aumenta su presencia a 50%.

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

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



bolonerías, en poca proporción en la capa superior, mientras que a partir de 0,50 aumenta su presencia entre 40% y 50%.

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

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

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

**km 248+000 – km 258+000.** En este sector se tiene también una capa granular superficial entre 0,20m y 0,30m que clasifica como **GC y GM-GC**, mientras que en el AASHTO es A-2-4(0). Subyacente se encuentra una capa de arena-arcillosa y de arcilla **SC, CL** y en AASHTO A-6(1), cuya capacidad de soporte CBR es bajo. (Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras – “Estudios técnicos para el cambio de estándar de afirmado a solución básica, carretera: Cañete – Yauyos - Chupaca).

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

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

**Cuadro 1.4 Valores de CBR por tramos**

Fuente: Estudios técnicos para el cambio de estándar de afirmado a solución básica, CGC

## 1.4 ESTADO ACTUAL DE LA VÍA

### 1.4.1 Longitud de la vía

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

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

**Cuadro 1.5 Comparación de distancias por tramos**

Fuente: Elaboración Propia

### 1.4.2 Trabajos ejecutados

N°	Tramo	Progresivas	Altitud (m.s.n.m.)	Longitud Tramo (m)	Estado Inicial	Trabajos Realizados			
						CGC	CGE	M	SS
1	Cañete - Lunahuaná	Km 0+000 - Km 40+950	71 - 523	40.75	Concreto Asfáltico	Solo Mant. Rutinario			
2	Lunahuaná - Pacarán	Km 40+950 - Km 52+857	523 - 710	12.50	Tratamiento Superficial Bicapa	Solo Mant. Rutinario			
3	Pacarán - Zuñiga	Km 52+857 - Km 56+600	710 - 821	4.15	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 Huantan - Alis	Km 141+000 - Km 163+100	2640 - 3261	22.10	Afirmado	SI	SI	NO	NO
8	Alis - Roncha	Km 163+100 - Km 255+185	3261 - 3358	92.09	Afirmado	SI	NO	NO	NO
9	Roncha - Chupaca	Km 255+185 - Km 271+726	3358 - 3270	16.54	Afirmado	SI	NO	NO	NO

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

MONOCAPA = M  
SLURRY SEAL = SS

**Cuadro 1.6 Trabajos ejecutados hasta julio del 2009**

Fuente: Informe técnico, convenio UNI-PROVIAS

### 1.4.3 Tráfico temporal debido al proyecto El Platanal

La construcción de la “Central Hidroeléctrica El Platanal” ubicada en la cuenca del río Cañete entre las localidades de San Juanito y Capillucas, en las provincias de Cañete y Yauyos, ha generado características especiales de volumen y composición vehicular presentado entre el Km. 65+000+Km. 97+000, debido a esto se requirió efectuar un estudio específico de tráfico, a fin de establecer las características del requerimiento vehicular propio de la obra.



Figura 1.6 Ubicación del proyecto El Platanal

Fuente: Pagina web de la constructora JME SAC

#### Puntos de aforo

Los Puntos de Conteo vehicular se establecieron en las ubicaciones indicadas en el cuadro 1.7.

CÓDIGO	TRAMO	NOMBRE	TAREA
E 7	Chichicay- . Pueblo Nuevo	Chichicay	Conteo Continuo
E 8	Pueblo Nuevo - San Juan	San Juan	Conteo Continuo
E 7 A	Chichicay-Capilluca	Capilluca	

Cuadro 1.7 Ubicación de las estaciones de control

Fuente: Estudio de tráfico 2008 – Consorcio Gestión de Carreteras

**Nota:** Ver los resultados del conteo vehicular clasificado por estaciones en el anexo B. (Fuente: Estudio de tráfico 2008 – Consorcio Gestión de Carreteras)

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

El tramo en estudio presenta las siguientes características:

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



Figura 1.7 Ubicación del tramo de estudio

Fuente: Elaboración Propia

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



Figura 1.8 Vista panorámica del tramo de estudio

Fuente: Imagen tomado de Google Earth

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

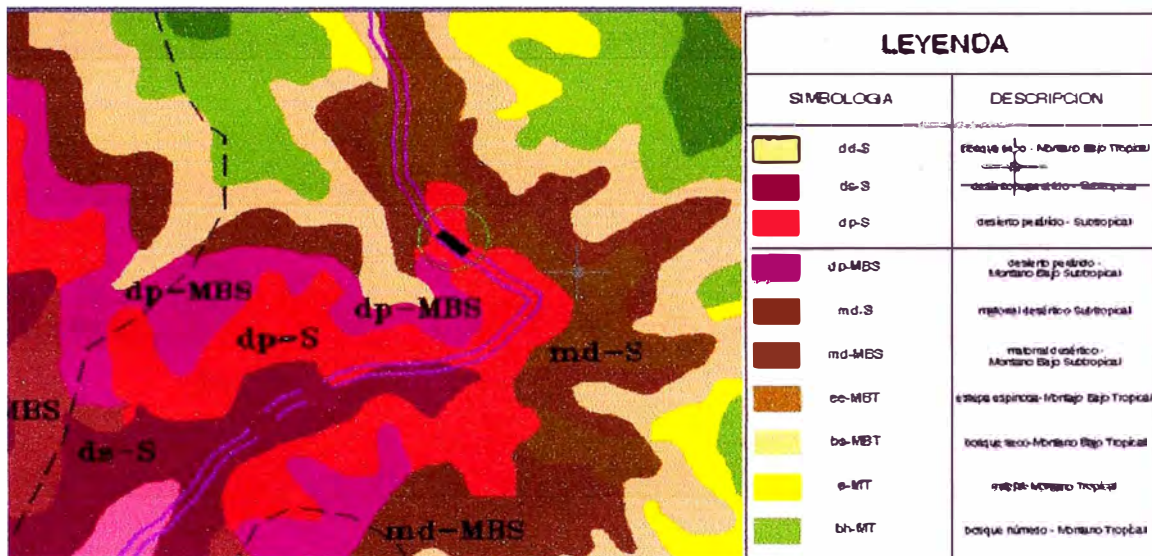


Figura 1.9 Mapa ecológico del tramo de estudio

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

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

REGISTRO DE EXCAVACIÓN					
Proyecto:	Conservación vial de la carretera Cañete-Yauyos-Chupaca				
CALICATAS					
Ubicación (km.):	89+600	90+700	91+600	92+600	93+600
Lado:	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
Profundidad (m):	1.00	1.00	1.50	1.50	1.00
Fecha de excavación:	23/06/2008				

Cuadro 1.8 Ubicación de calicatas para el tramo de estudio

Fuente: Elaboración Propia

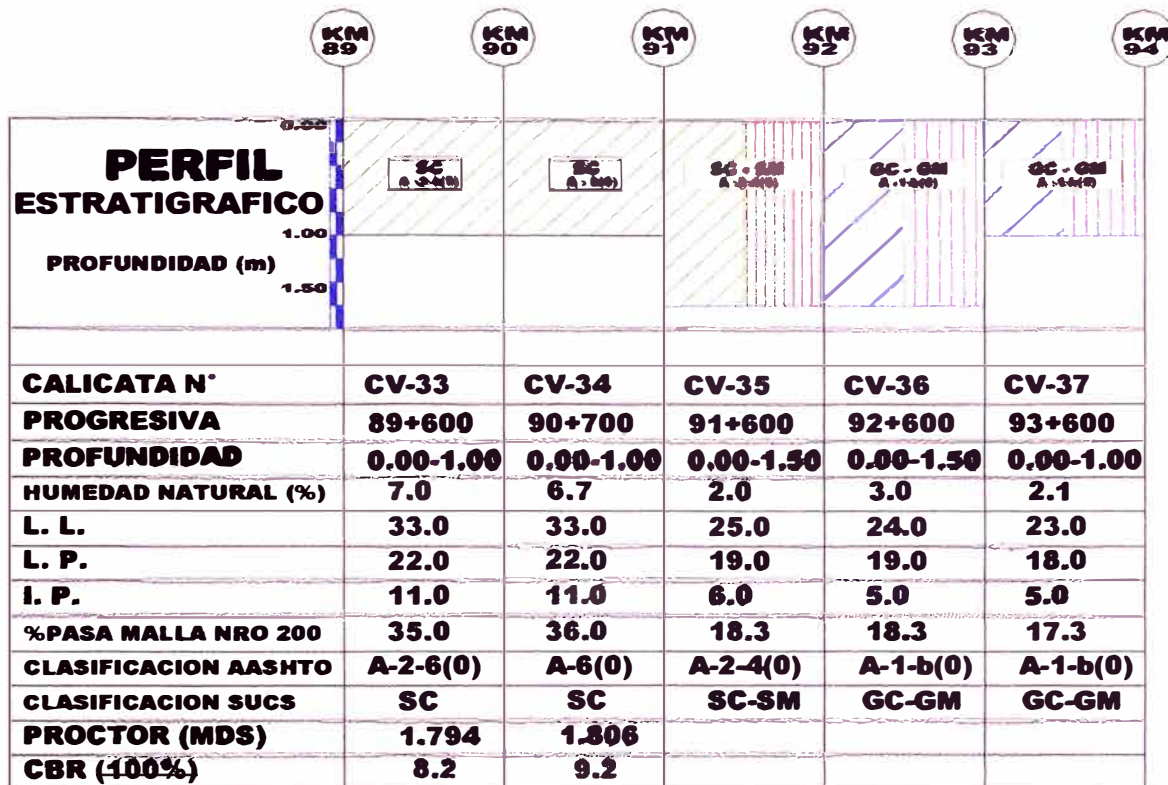


Figura 1.10 Perfil Estratigráfico del tramo en estudio

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Para ver el detalle de los ensayos, consultar el Anexo A.

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



Figura 1.11 Proceso de ejecución de pavimentos básicos

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

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

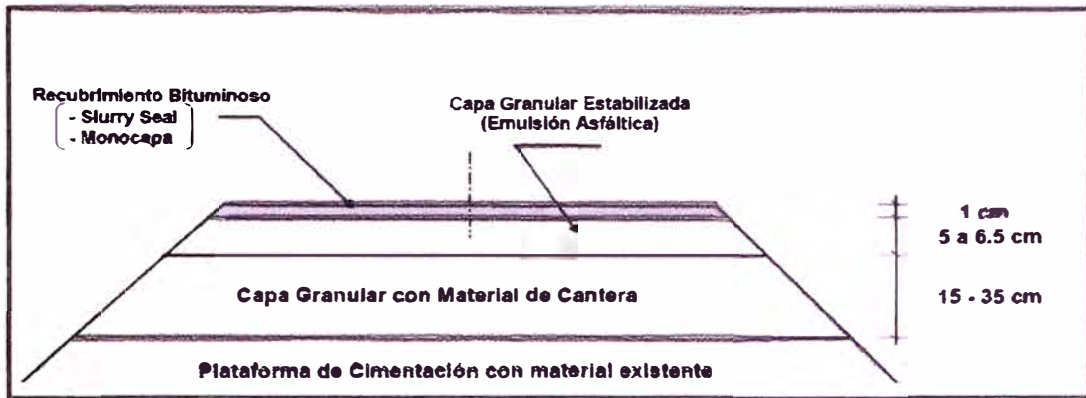
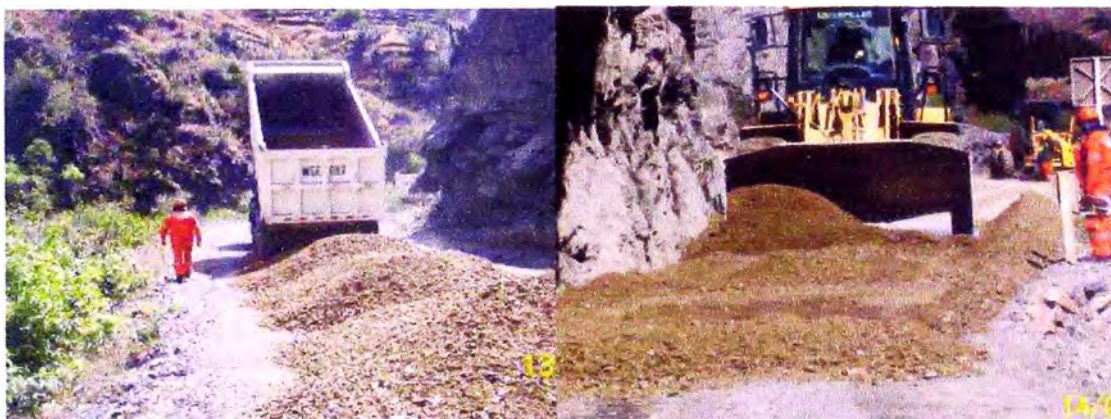


Figura 1.12 Sección típica del cambio de estándar

Fuente: Informe técnico, convenio UNI-PROVIAS

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



Fotografía 1.1 Colocación de capa granular con material de cantera

Fuente: Supervisión Proyecto Perú, panel fotográfico Febrero 2009



Fotografía 1.2 Estabilización de afirmado Km. 94+000

Fuente: Supervisión Proyecto Perú, panel fotográfico Febrero 2009



**Fotografía 1.3 Limpieza de superficie estabilizada Km. 90+000**

Fuente: Supervisión Proyecto Perú, panel fotográfico Febrero 2009



**Fotografía 1.4 Riego de RC-250 sobre la superficie estabilizada**

Fuente: Supervisión Proyecto Perú, panel fotográfico Febrero 2009



**Fotografía 1.5 Esparcido de gravilla sobre el RC-250**

Fuente: Supervisión Proyecto Perú, panel fotográfico Febrero 2009



**Fotografía 1.6 Trabajos de compactado**

Fuente: Supervisión Proyecto Perú, panel fotográfico Febrero 2009





**Fotografía 1.7 Trabajo terminado a la fecha de marzo del 2009**

Fuente: Supervisión Proyecto Perú, panel fotográfico Marzo 2009



**Fotografía 1.8 Tramo de estudio durante la vista de campo (octubre 2009)**

Fuente: Visita de campo al tramo de prueba, 3 de octubre del 2009

## CAPÍTULO 2

### ESTADO DEL ARTE

#### 2.1 RUGOSIDAD

El nivel de rugosidad de un pavimento, refleja de forma adecuada el grado de comodidad del usuario al manejar en la vía. La especificación ASTM E 867 "Terminology Relating to Traveled Surface Characteristics", define rugosidad (**roughness**) como la desviación de una determinada superficie de pavimento respecto a una superficie plana teórica, con dimensiones que afectan la dinámica del vehículo y la calidad al manejar.

Considerando que la rugosidad superficial de un pavimento es un factor importante para la comodidad, seguridad y economía del usuario, la American Association of State Highway Officials (AASHO), en el desarrollo del proyecto AASHO Road Test en 1962, introdujo el concepto de Serviciabilidad, definido como la capacidad de un pavimento para proporcionar un recorrido seguro y confortable a los usuarios.

En el ensayo de AASHO, la serviciabilidad se cuantificó inicialmente a través del "Present Serviciability Rating" (PSR), el cual es obtenido mediante la evaluación de un grupo de conductores que manejaban en el pavimento y clasificaban su condición en una escala de 0 a 5, de Muy Mala a Muy Buena, respectivamente. Dicha clasificación se presenta a continuación:

PSR	Condición
0 – 1	Muy Mala
1 – 2	Mala
2 – 3	Regular
3 – 4	Buena
4 – 5	Muy Buena

**Cuadro 2.1 Clasificación de la condición superficial del pavimento**

Fuente: Sayers, 1998 "The Little Book of Profiling"

En vista que dicha metodología contenía aspectos subjetivos, dentro del proyecto de AASHO Road Test, se realizaron correlaciones entre el PSR y mediciones objetivas de la condición del pavimento, en las cuales se consideraban características de rugosidad, agrietamiento, baches y ahuellamiento, lo que contribuyó a determinar el Present Serviciability Index (PSI). La determinación de la rugosidad, se realizó mediante el cálculo de la

varianza de la pendiente longitudinal (SV), la cual corresponde a la varianza de las medidas de desnivel del perfil longitudinal, medido con un equipo denominado perfilómetro.

En la década de los 70's, el Banco Mundial financió diferentes programas de investigación a gran escala, entre los cuales se encontraba un proyecto relacionado con la calidad de las vías y los costos a los usuarios, a través del cual se detectó que los datos de rugosidad superficial de diferentes partes del mundo no podían ser comparados; aún datos de un mismo país no eran confiables, debido a que las mediciones fueron realizadas con equipos y métodos que no eran estables en el tiempo.

La existencia de dicha situación, motivó al Banco Mundial a desarrollar el proyecto **International Road Roughness Experiment (IRRE)**, celebrado en Brasilia, Brasil, en mayo y junio de 1982 y fue conducido por equipos de investigación de Brasil, Inglaterra, Francia, los Estados Unidos, y Bélgica. Los equipos de investigación que participaron son: Agencia de Planificación de Transporte brasileña (GEIPOT), el Instituto de investigación brasileño del camino (IPR/DNER), el Laboratorio de investigación británico de transporte y del camino (TRRL), el Puente francés y Laboratorio de pavimento (LCPC) y la Universidad de Instituto de investigación de transporte del Michigan (UMTR - anteriormente el Instituto de investigación de seguridad de carretera, HSRI). Además, el Centro de investigación belga del camino (CRK) participó en los análisis de los datos después del experimento. Cuarenta y nueve (49) sitios de prueba fueron seleccionados en el área alrededor de Brasilia: Trece de estos eran secciones asfaltadas; doce eran secciones con tratamiento superficial; doce eran caminos afirmados y los doce restantes eran caminos de tierra. El experimento incluyó la participación de once tipos de equipo separados en tres categorías: Siete equipos tipo respuesta (Response-Type Road Roughness Measuring System, o simplemente, RTRRMS), dos perfilómetros dinámicos de alta velocidad (sin embargo sólo los datos de uno fue procesado) y dos perfilómetros estáticos. A partir de dicho proyecto se seleccionó un parámetro de medición de la rugosidad superficial, el cual satisface completamente los criterios de ser estable en el tiempo, transferible y relevante, denominado: "**Índice de Rugosidad Internacional**" (IRI, **International Roughness Index**).

A continuación se detallan algunas de las especificaciones relacionadas con la determinación de la rugosidad de los pavimentos:

- a) ASTM E 1170, "Standard Practices for Simulating Vehicular Response to Longitudinal Profiles of Traveled Surfaces".
- b) ASTM E 950, "Standard Test Method for Measuring the Longitudinal Profile of Traveled Surfaces with an Accelerometer Established Inertial Profiling Reference".
- c) ASTM E 1364, "Standard Test Method for Measuring Road Roughness by Static Level Method".
- d) ASTM E 1926, "Standard Practice for Computing International Roughness Index of Roads from Longitudinal Profile Measurements".
- e) Standard Test Method for Measurement of Vehicular Response to Traveled Surface Roughness. "ASTM E 1082-90 (2002).

Con el objeto de conocer valores del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) establecidos en diferentes países, se presenta a continuación un resumen de los requisitos de IRI propuestos por el Banco Mundial y Especificaciones Internacionales; así como valores de IRI establecidos por diferentes Agencias Públicas.

### I) Banco Mundial

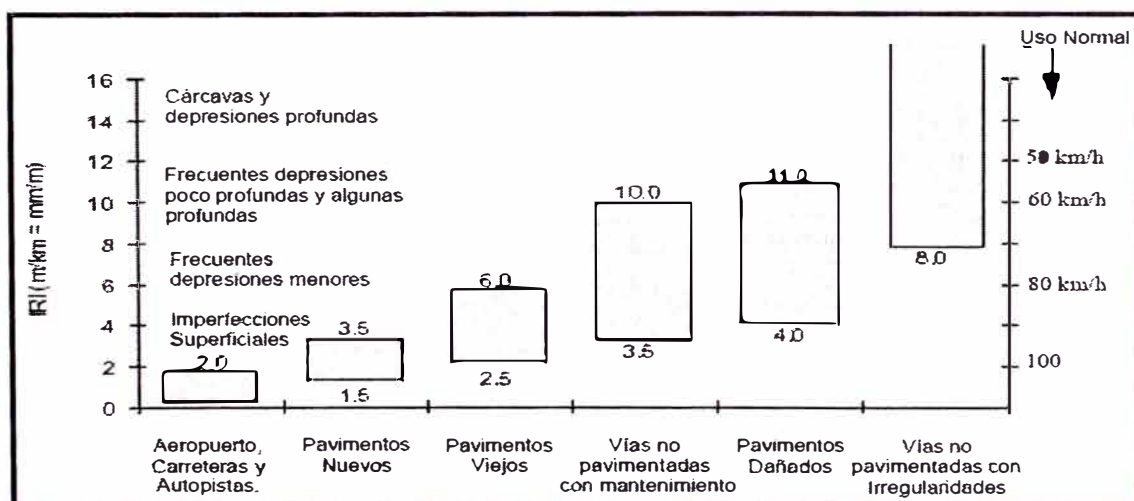


Figura 2.1 Escala de rugosidad para pavimentos - IRI (m/km)

Fuente: Adaptado de Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements. Sayers M W, Gillespies T. D, Paterson W D. World Bank Technical Paper Number N° 46, 1986.

## II) Especificaciones Internacionales

ESPECIFICACIÓN	REQUERIMIENTOS DE IRI SEGÚN TIPO DE PAVIMENTO O SUPERFICIE			
	Procedimiento General	Asfáltico	Hidráulico	Tratamientos Superficiales
SIECA -2004*	IRI obtenido en sub-lote de 0.1 km	No especifica		
ASTM E 1926-98	No especifica	Presenta dos escalas de valores de IRI con descripción verbal, una para pavimentos de concreto asfáltico o tratamiento superficial y una para vías no pavimentadas. Dichas escalas han sido tomadas de la especificación ASTM E 1926 "Standard Practice for Computing International Roughness Index of Roads from Longitudinal Profile Measurements" (Ver Anexo).		
AASHTO- PP 37-02	Regularidad: Promedio de los valores de IRI determinados en cada rodera en tramos de 100 m	No especifica		
FP-2003	La regularidad del pavimento se especifica en términos del Índice de Perfil (PI)		-----	

**Cuadro 2.2 Requerimiento de IRI – Especificaciones Internacionales**

Fuente: Manual Centroamericano de Especificaciones para la Construcción de Carreteras y Puentes Regionales, 2da. Edición, Sección 401.16, Pág. 400-18

## III) Agencias públicas

INSTITUCION PÚBLICA	REQUERIMIENTOS DE IRI SEGÚN TIPO DE PAVIMENTO O SUPERFICIE																	
	Procedimiento General	Asfáltico	Hidráulico	Tratamientos Superficiales														
Ministerio de Obras Públicas de Chile <sup>1</sup>	IRI obtenido en 5 tramos consecutivos de 200 m de secciones homogéneas	Promedio de 5 tramos $\leq 2.0$ m/km Promedio Individual $\leq 2.8$ m/km		Promedio de 5 tramos $\leq 3.0$ m/km Promedio Individual $\leq 4.0$ m/km														
Ministerio de Fomento de España <sup>2</sup>	IRI obtenido en tramos de 100 m	IRI $\leq 1.5$ m/km, en el 50% de los tramos del proyecto IRI $\leq 2$ m/km, en el 80% de los tramos del proyecto IRI $\leq 2.5$ m/km, en el 100 % de los tramos del proyecto																
Estados Unidos (Wisconsin Department of Transportation, WisDOT) <sup>1</sup>	IRI obtenido en tramos de 1.609 km (1 milla).	<table border="1"> <thead> <tr> <th>IRI m/km</th> <th>Tiempo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\leq 1.1</math></td> <td>Pav. Nuevo</td> </tr> <tr> <td><math>\leq 1.17</math></td> <td>1 Año</td> </tr> <tr> <td><math>\leq 1.29</math></td> <td>2 Años</td> </tr> <tr> <td><math>\leq 1.33</math></td> <td>3 Años</td> </tr> <tr> <td><math>\leq 1.37</math></td> <td>4 Años</td> </tr> <tr> <td><math>\leq 1.45</math></td> <td>5 Años</td> </tr> </tbody> </table>	IRI m/km	Tiempo	$\leq 1.1$	Pav. Nuevo	$\leq 1.17$	1 Año	$\leq 1.29$	2 Años	$\leq 1.33$	3 Años	$\leq 1.37$	4 Años	$\leq 1.45$	5 Años	-----	-----
IRI m/km	Tiempo																	
$\leq 1.1$	Pav. Nuevo																	
$\leq 1.17$	1 Año																	
$\leq 1.29$	2 Años																	
$\leq 1.33$	3 Años																	
$\leq 1.37$	4 Años																	
$\leq 1.45$	5 Años																	
Canada (Québec) <sup>2</sup>	IRI obtenido en tramos de 100 m	- IRI $\leq 1.2$ m/km en 70% de datos - IRI $\leq 1.4$ m/km en 100 % de datos	-----	-----														
Suecia <sup>2</sup>	IRI en tramos de 20 m	IRI $\leq 1.4$ m/km		-----														
	IRI en tramos de 200 m	IRI $\leq 2.4$ m/km		-----														

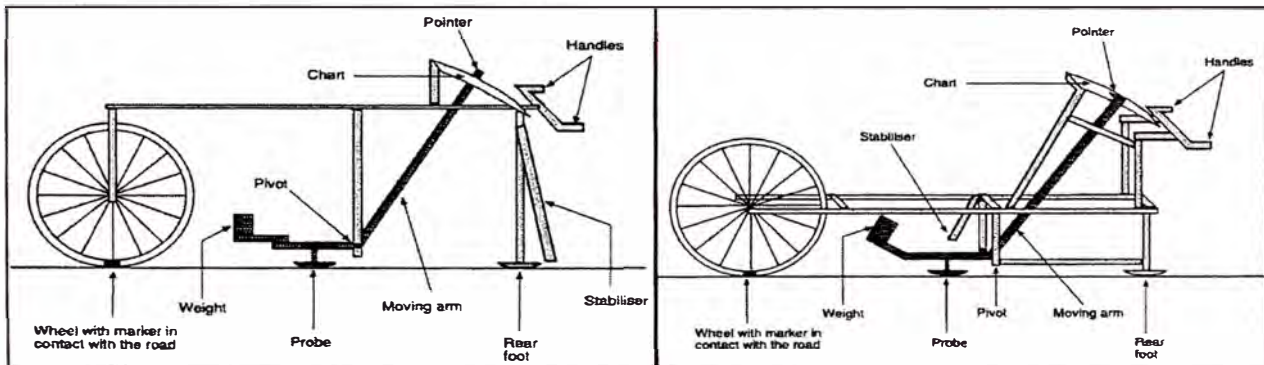
**Cuadro 2.3 Requerimiento de IRI – Agencias Públicas**

1 Fuente: Manual de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas de Chile, Dirección de Vialidad, Volumen 5, Especificaciones Técnicas Generales, Sección 5.407 y 5.408.

2 Fuente: Diferentes artículos de internet

## 2.2 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, desarrollado durante la década de los 80 y dado a conocer en 1990 por la unidad de ultramar del Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos (TRRL).



**Figura 2.2 Versiones del equipo MERLIN, Mark 1 y Mark 2 respetivamente**

Fuente: Reporte 229 TRL "The MERLIN road roughness machine: User Guide" by M A Cundill

El MERLIN 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.

La introducción del MERLIN en el Perú se produjo en el año 1993, por iniciativa del ingeniero Pablo del Aguila, en el marco del primer programa de rehabilitación de carreteras financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

El primer estudio de rugosidad con un MERLIN se efectuó durante el mes de mayo de 1993, como parte de los estudios para la rehabilitación de la Panamericana Sur, sector Dv. Arequipa – Dv. Moquegua en el tramo desvío Mollendo – El Fiscal, progresiva Km. 982+000-Km. 1040+000 (ver anexo B ). En esa oportunidad la evaluación se efectuó sobre un pavimento asfáltico en avanzado estado de deterioro.

Entre Septiembre de 1993 y Febrero de 1995, las mediciones de rugosidad se efectuaron como parte integrante de estudios desarrollados para proyectos de rehabilitación de pavimentos, la mayoría con avanzado grado de deterioro.

La primera aplicación de importancia del MERLIN para el control de la rugosidad de un pavimento asfáltico nuevo, se produjo en el mes de febrero de 1995, en la Carretera Panamericana Norte, sector Puente Santa-Pacasmayo y en el tramo Trujillo-Pacasmayo, progresiva Km 568+700-Km 573+870, en el norte del Perú.

Cuando las mediciones de rugosidad se empezaron a utilizar para el control de calidad de pavimentos asfálticos nuevos, se constató que había dificultad para cumplir con los límites exigidos por los pliegos de especificaciones, debido fundamentalmente a que la ecuación de correlación establecida por el TRRL ha sido establecida de una manera general para establecer la rugosidad de un pavimento con un IRI >2.4, presentando una limitación para su aplicación en el caso de rugosidades menores a 2.4m/km, rango en donde caen los valores correspondientes a los pavimentos recién construidos.

Esto motivo al ingeniero Pablo del Águila y otros investigadores a desarrollar una nueva ecuación de correlación, que pudiese ser aplicada para un rango de rugosidades entre 0 y 2.4 IRI y que surge como consecuencia de los trabajos de evaluación sobre pavimentos asfálticos nuevos efectuados por varios años. Esta propuesta fue presentada en el año 1998 durante el II Congreso Nacional del Asfalto desarrollado en Lima y desde entonces se empezó a utilizar la nueva ecuación de correlación, con base en la experiencia peruana para el control de calidad de pavimentos nuevos.

Actualmente el MERLIN es utilizado para determinar la rugosidad en tramos viales cortos, asimismo se utiliza para encontrar la ecuación de correlación cuando se usa el rugosímetro tipo respuesta Bump Integrator.



**Fotografía 2.1** Uso del equipo MERLIN para el tramo de prueba

Fuente: Visita de campo en el tramo de prueba

## CAPÍTULO 3 MARCO TEÓRICO

### 3.1 EVALUACIÓN FUNCIONAL

La evaluación funcional está relacionada directamente con la percepción del usuario al utilizar una determinada vía. En este sentido, la rugosidad de la superficie de ruedo para la circulación de los vehículos permite ofrecer condiciones de seguridad y confort para los usuarios de las carreteras. Tiene incidencia en los costos de operación de los vehículos, puesto que, dependiendo de la magnitud de las irregularidades superficiales, la velocidad de circulación puede verse afectada negativamente, lo cual puede reflejarse por un mayor desgaste en las llantas y el consumo de combustible. Adicionalmente, los efectos dinámicos producidos por las irregularidades de las carreteras, pueden reflejarse no sólo en los vehículos, sino también en modificaciones de estado de esfuerzos y deformaciones en la estructura del pavimento, lo que puede incrementar los costos en las actividades de conservación y rehabilitación. Debido a esto, muchos países han utilizado el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), como parámetro para evaluar la rugosidad y reflejar el confort y seguridad de los usuarios.

#### 3.1.1 Rugosidad

La rugosidad de un pavimento es el parámetro que relaciona la magnitud y frecuencia de las irregularidades superficiales o altimétricas, con la comodidad o confort al transitar sobre él. La unidad de medición de rugosidad que se emplea en el Perú es el IRI (Índice de Rugosidad Internacional), parámetro desarrollado por el Banco Mundial.

El IRI medido con el equipo MERLIN, se define como la sumatoria en mm por metro o metro por kilómetro de la desviación altimétrica longitudinal de la superficie del pavimento respecto a una cuerda promedio de la superficie media de aproximadamente 1.80 m.

#### 3.1.2 Serviciabilidad

Para evaluar la serviciabilidad del pavimento se emplea el parámetro denominado Índice de Serviciabilidad Presente (PSI), el cual establece la



condición funcional o capacidad de servicio actual del pavimento, conceptos que fueron desarrollados por el cuerpo técnico del Ensayo Vial AASHO, en 1957. Los valores del PSI se evalúan mediante una escala que va de 0 a 5, en donde la condición óptima corresponde al máximo valor.

En el Perú, la determinación analítica del PSI se efectúa utilizando la expresión establecida por Sayers, que relaciona la Rugosidad con el Índice de Serviciabilidad.

La expresión 1, es una correlación desarrollada con la base de datos establecida en el Ensayo Internacional sobre Rugosidad de Caminos, realizado en Brasil en 1982.

Donde,

$$PSI = 5e^{-(IRI/5.5)} \quad ; \text{ para un IRI} < 12$$

R: Rugosidad, IRI (International Roughness Index)

PSI: Índice de Serviciabilidad Presente

La **transitabilidad** de la vía, es decir, la adjetivación de la calidad de servicio que brinda en un momento determinado el pavimento, se evalúa en función de los valores de PSI calculados, de acuerdo a los siguientes rangos:

PSR	Condición
0 - 1	Muy Mala
1 - 2	Mala
2 - 3	Regular
3 - 4	Buena
4 - 5	Muy Buena

**Cuadro 3.1 Clasificación de la condición superficial del pavimento**

Fuente: Sayers, 1998 "The Little Book of Profiling"

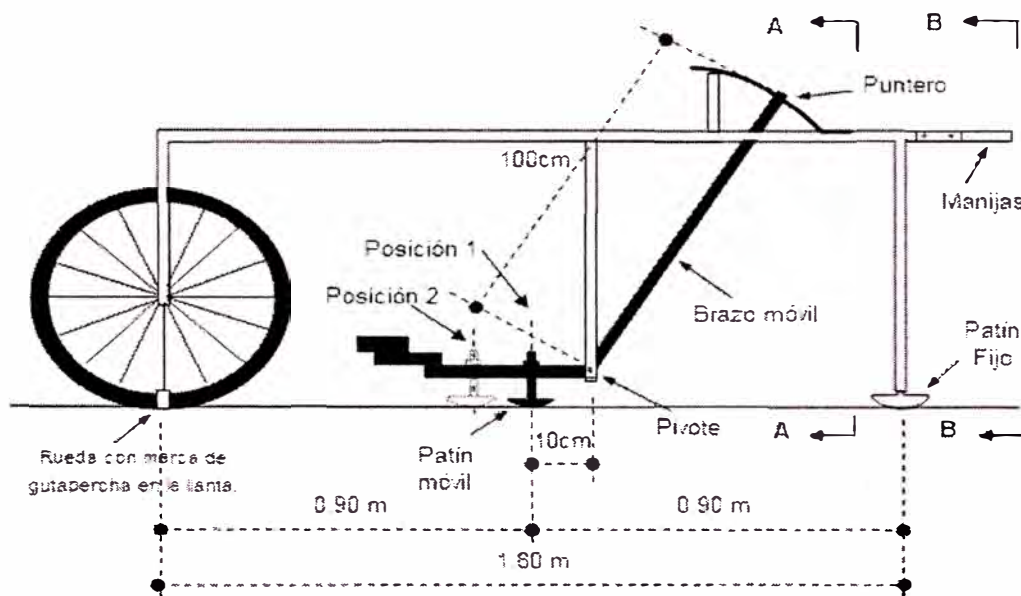
### 3.2 DESCRIPCIÓN DEL RUGOSÍMETRO MERLIN

El rugosímetro MERLIN, es un instrumento versátil, sencillo y económico, pensado especialmente para uso en países en vías de desarrollo.

De acuerdo con la clasificación del Banco Mundial los métodos para la medición de la rugosidad se agrupan en 4 clases, siendo los de Clase 1 los más exactos (Mira y Nivel, TRRL Beam, perfilómetros estáticos). La Clase 2 agrupa a los métodos que utilizan los perfilómetros estáticos y dinámicos, pero que no cumplen con los niveles de exactitud que son exigidos para la Clase 1. Los métodos Clase 3 utilizan ecuaciones de correlación para derivar sus resultados a la escala del IRI (Bump integrator, Mays meter). Los métodos Clase 4 permiten obtener resultados meramente referenciales y se emplean cuando se requieren únicamente estimaciones gruesas de la rugosidad.

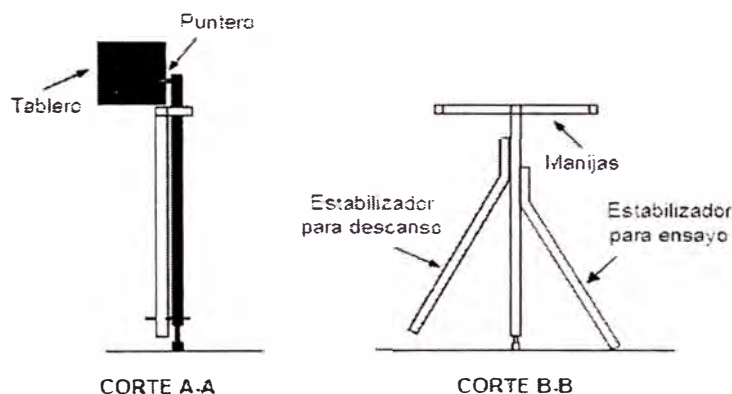
El método de medición que utiliza el MERLIN, por haber sido diseñado este equipo como una variación de un perfilómetro estático y debido a la gran exactitud de sus resultados, califica como un método Clase 2. La correlación de los resultados obtenidos con el MERLIN, con la escala del IRI, tiene un coeficiente de determinación prácticamente igual a la unidad ( $R_2=0.98$ ). Por su gran exactitud, sólo superado por el método topográfico (mira y nivel), algunos fabricantes de equipos tipo respuesta (Bump Integrator, Mays Meter, etc.) lo recomiendan para la calibración de sus rugosímetros.

El MERLIN es un equipo de diseño simple (ver figura 3.1), en una estructura metálica rígida, 1,8 m de largo. 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.



**Figura 3.1 Esquema del rugosímetro MERLIN – vista de perfil**

Fuente: Ing. Pablo del Águila - Metodología para la determinación de la rugosidad



**Figura 3.2 Esquema del rugosímetro MERLIN – corte A-A y B-B**

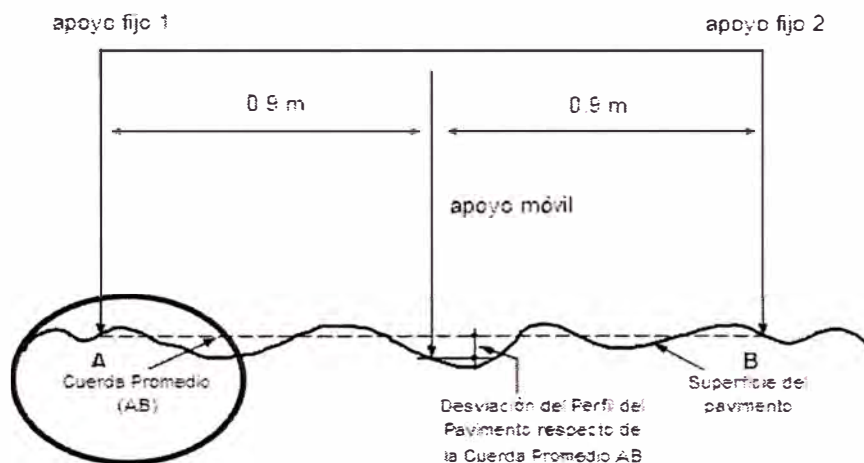
Fuente: Ing. Pablo del Águila - Metodología para la determinación de la rugosidad

Aproximadamente en la parte central del elemento horizontal, se proyecta hacia abajo una barra vertical que no llega al piso, en cuyo extremo inferior pivotea un brazo móvil. El extremo inferior del brazo móvil está en contacto directo con el piso, mediante un patín empernado y ajustable, el cual se adecúa a las imperfecciones del terreno, mientras que el extremo superior termina en un puntero o indicador que se desliza sobre el borde de un tablero, de acuerdo a la posición que adopta el extremo inferior del patín móvil al entrar en contacto con el pavimento. La relación de brazos entre los segmentos extremo inferior del patín móvil-pivote y pivote-puntero es 1 a 10, de manera tal que un movimiento vertical de 1 mm, en el extremo inferior del patín móvil, produce un desplazamiento de 1 cm del puntero.

### 3.3 EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD CON EQUIPO MERLIN

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 3.3 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”.

La longitud de la cuerda promedio es 1.80m, por ser la distancia que proporciona los mejores resultados en las correlaciones. 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.



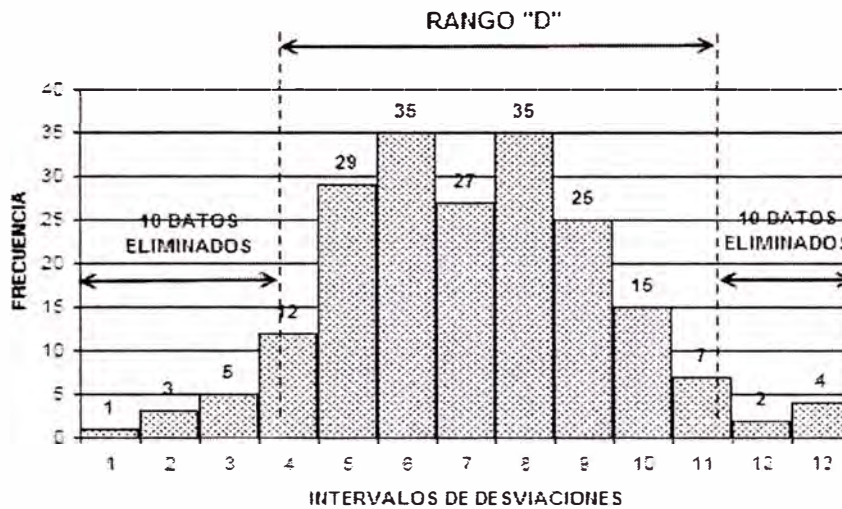
**Figura 3.3 Medición de las desviaciones respecto de la cuerda promedio**

Fuente: Ing. Pablo del Águila - Metodología para la determinación de la rugosidad

El concepto de usar la dispersión de las desviaciones de la superficie respecto de una cuerda promedio, como una forma para evaluar la rugosidad de un pavimento no es nuevo ni original del TRRL. Varios parámetros de rugosidad precedentes, tal como el conocido Quarter-car Index (QI), han sido propuestos por otros investigadores basándose en el mismo concepto.

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 3.4). 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 es la rugosidad del pavimento en “unidades MERLIN”.**



**Figura 3.4 Histograma de la distribución de las frecuencias**  
Fuente: Ing. Pablo del Águila - Metodología para la determinación de la rugosidad

Para relacionar la rugosidad determinada con el MERLIN con el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), que es el parámetro utilizado para uniformizar los resultados provenientes de la gran diversidad de equipos que existen en la actualidad, se utilizan las siguientes expresiones:

**a. Cuando  $2.4 < IRI < 15.9$ , entonces  $IRI = 0.593 + 0.0471 D$  (1)**

**b. Cuando  $IRI < 2.4$ , entonces  $IRI = 0.0485 D$  (2)**

La **expresión 1** es la ecuación original establecida por el TRRL mediante simulaciones computarizadas, utilizando una base de datos proveniente del Ensayo Internacional sobre Rugosidad realizado en Brasil en 1982. La ecuación de correlación establecida es empleada para la evaluación de pavimentos en servicio, con superficie de rodadura asfáltica, granular o de tierra, siempre y cuando su rugosidad se encuentre comprendida en el intervalo indicado.

La **expresión 2** es la ecuación de correlación establecida de acuerdo a la experiencia peruana y luego de comprobarse, después de ser evaluados más de 3,000 km de pavimentos, que la ecuación original del TRRL no era aplicable para el caso de pavimentos asfálticos nuevos o poco deformados. Se desarrolló entonces, siguiendo la misma metodología que la utilizada por el laboratorio

británico, una ecuación que se emplea para el control de calidad de pavimentos recién construido.

Existen otras expresiones que han sido estudiadas para el caso de superficies que presentan cierto patrón de deformación que incide, de una manera particular, en las medidas que proporciona en MERLIN.

M.A. Cundill del TRRL estableció en 1996, para el caso de superficies con macadam de penetración de extendido manual, la siguiente expresión:

$$IRI= 1.913+0.0490 D (3)$$

### 3.4 DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD

#### 3.4.1 Ejecución de ensayos

Para la ejecución de los ensayos se requiere de ocho personas que trabajan conjuntamente, uno de ellos es el operador que conduce el equipo y realiza las lecturas junto a un auxiliar que las anota (Ir a la página 50 para ver cuadrilla completa). Asimismo, debe seleccionarse un trecho de aproximadamente 400 m de longitud, sobre un determinado carril de una vía. Las mediciones se efectúan siguiendo la huella exterior del tráfico.



Fotografía 3.1 Mediciones siguiendo la huella exterior del tráfico

Para determinar un valor de rugosidad se deben efectuar 200 observaciones de las "irregularidades que presenta el pavimento" (desviaciones relativas a la cuerda promedio), cada una de las cuáles son detectadas por el patín móvil del MERLIN, y que a su vez son indicadas por la posición que adopta el puntero sobre la escala graduada del tablero, generándose de esa manera las lecturas.

Las observaciones deben realizarse estacionando el equipo a intervalos regulares, generalmente cada 2 metros de distancia; en la práctica esto se resuelve tomando como referencia la circunferencia de la rueda del MERLIN, que es aproximadamente esa dimensión, es decir, cada ensayo se realiza al cabo de una vuelta de la rueda.

En cada observación el instrumento debe descansar sobre el camino apoyado en tres puntos fijos e invariables: la rueda, el apoyo fijo trasero y el estabilizador para ensayo (figura 3.2, Corte B-B). La posición que adopta el puntero corresponderá a una lectura entre 1 y 50, la que se anotará en un formato de campo.

El formato consta de una cuadrícula compuesta por 20 filas y 10 columnas (ver figura 3.5); empezando por el casillero (1,1), los datos se llenan de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.

**ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN  
(HOJA DE CAMPO)**

PROYECTO : \_\_\_\_\_ OPERADOR : \_\_\_\_\_  
SECTOR : \_\_\_\_\_ SUPERVISOR : \_\_\_\_\_  
TRAMO : \_\_\_\_\_ FECHA : \_\_\_\_\_  
CARRIL : \_\_\_\_\_

ENSAYO N°  KM  +  HORA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1											TIPO DE PAVIMENTO :
2											ASFALTADO <input type="checkbox"/>
3											TIPO: UNILAMINAR <input type="checkbox"/>
4											ESTR. BENTONITA <input type="checkbox"/>
5											TIPO: BICAPA <input type="checkbox"/>
6											CARPETA EN FRIO <input type="checkbox"/>
7											TIPO: EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
8											RECUBR. ASFALTICO <input type="checkbox"/>
9											DELLID <input type="checkbox"/>
10											OTRO: <input type="checkbox"/>
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

OBSERVACIONES : \_\_\_\_\_

Figura 3.5 Formato para recolección de datos de campo

Fuente: Ing. Pablo del Águila - Metodología para la determinación de la rugosidad

Nota: Ver anexo Formato utilizado por la UNI para las lecturas en el equipo MERLIN

El proceso de medición es continuo y se realiza a una velocidad promedio de 2 km/h. La prueba empieza estacionando el equipo al inicio del trecho de ensayo,

el operador espera que el puntero se estabilice y observa la posición que adopta respecto de la escala colocada sobre el tablero, realizando así la lectura que es anotada por el auxiliar.

Paso seguido, el operador toma el instrumento por las manijas, elevándolo y desplazándolo la distancia constante seleccionada para usarse entre un ensayo y otro (una vuelta de la rueda). En la nueva ubicación se repite la operación explicada y así sucesivamente hasta completar las 200 lecturas. El espaciado entre los ensayos no es un factor crítico, pero es recomendable que las lecturas se realicen siempre estacionando la rueda en una misma posición, para lo cual se pone una señal o marca llamativa sobre la llanta (con gutapercha fosforescente, por ejemplo), la que debe quedar siempre en contacto con el piso.

Ello facilita la labor del operador quién, una vez hecha la lectura, levanta el equipo y controla que la llanta gire una vuelta haciendo coincidir nuevamente la marca sobre el piso.

### **3.4.2 Cálculo del rango “D”**

Como se ha explicado, para la generación de los 200 datos que se requieren para determinar un valor de rugosidad, se emplea una escala arbitraria de 50 unidades colocada sobre el tablero del rugosímetro, la que sirve para registrar las doscientas posiciones que adopta el puntero del brazo móvil. La división N° 25 debe ser tal que corresponda a la posición central del puntero sobre el tablero cuando el perfil del terreno coincide con la línea o cuerda promedio. En la medida que las diversas posiciones que adopte el puntero coincidan con la división 25 o con alguna cercana (dispersión baja), el ensayo demostrará que el pavimento tiene un perfil igual o cercano a una línea recta (baja rugosidad). Por el contrario, si el puntero adopta repetitivamente posiciones alejadas a la división N°25 (dispersión alta), se demostrará que el pavimento tiene un perfil con múltiples inflexiones (rugosidad elevada).

La dispersión de los datos obtenidos con el MERLIN se analiza calculando la distribución de frecuencias de las lecturas o posiciones adoptadas por el puntero, la cual puede expresarse, para fines didácticos, en forma de histograma. Posteriormente se establece el Rango de los valores agrupados en intervalos de frecuencia (D), luego de descartarse el 10% de datos que



correspondan a posiciones del puntero poco representativas o erráticas. En la práctica se elimina 5% (10 datos) del extremo inferior del histograma y 5% (10 datos) del extremo superior.

Efectuado el descarte de datos, se calcula el “ancho del histograma” en unidades de la escala, considerando las fracciones que pudiesen resultar como consecuencia de la eliminación de los datos. En la figura 3.6, por ejemplo, en el extremo inferior del histograma, se tiene que por efecto del descarte de los 10 datos se eliminan los intervalos 1, 2 y 3, y un dato de los doce que pertenecen al intervalo 4, en consecuencia resulta una unidad fraccionada igual a  $11/12=0.92$ .

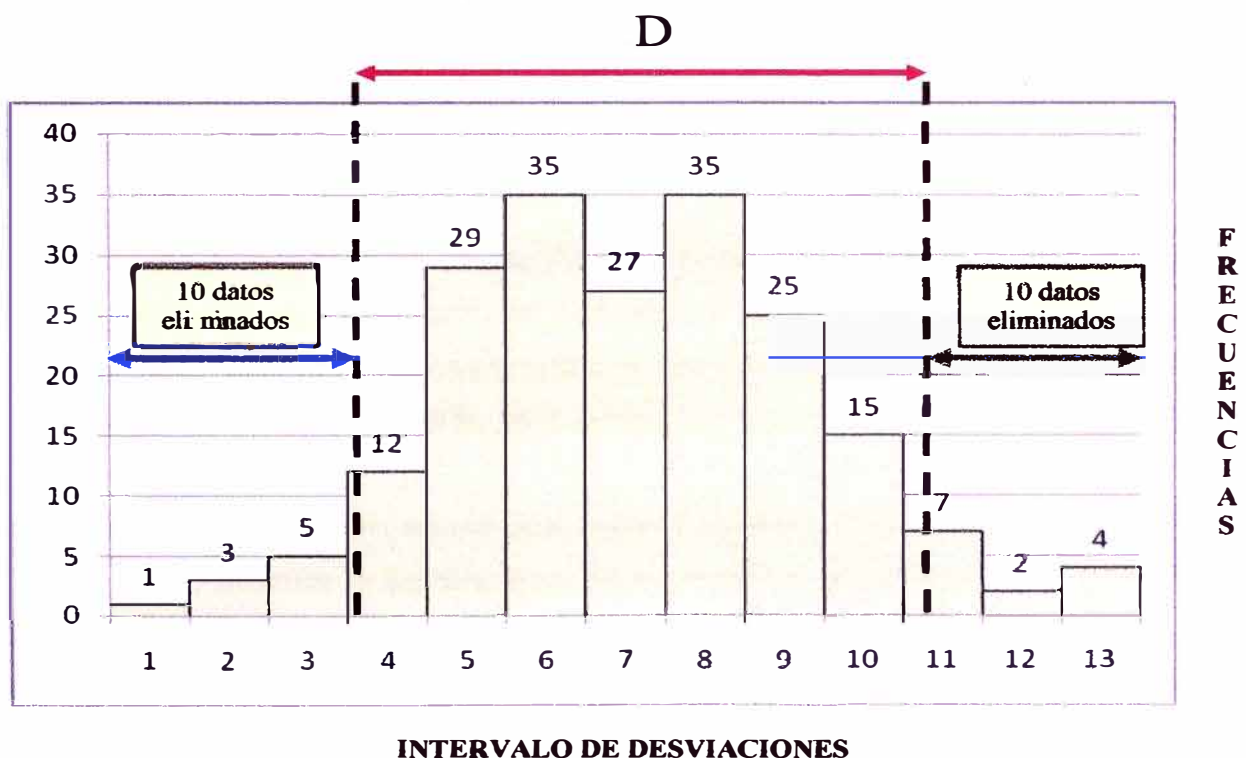


Figura 3.6 Histograma de distribución de frecuencias – ejemplo aplicativo

Fuente: Elaboración propia

Caso similar sucede en el extremo superior del histograma, en donde resulta una unidad fraccionada igual a  $3/7=0.43$ . Se tiene en consecuencia un Rango igual a  $0.92+6+0.43=7.35$  unidades.

El Rango D determinado se debe expresar en milímetros, para lo cual se multiplica el número de unidades calculado por el valor que tiene cada unidad en milímetros ( $7.35 \times 5\text{mm} = 36.75\text{mm}$ ).

### 3.4.3 Factor de corrección para el ajuste de “D”

Las ecuaciones 1 y 2 representan correlaciones entre el valor D y la rugosidad en unidades IRI, las cuales han sido desarrolladas para una condición de relación de brazos del rugosímetro de 1 a 10. Esta relación en la práctica suele variar, y depende del desgaste que experimenta el patín del brazo móvil del instrumento. En consecuencia, para corregir los resultados se verifica la relación de brazos actual del instrumento, y, se determina un factor de corrección que permita llevar los valores a condiciones estándar.

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. Por ejemplo: el espesor medido es 6.2 mm
- Se coloca el rugosímetro sobre una superficie plana (un piso de terrazo, por ejemplo) y se efectúa la lectura que corresponde a la posición que adopta el puntero cuando el patín móvil se encuentra sobre el piso (por ejemplo, lectura=25). Se levanta el patín y se coloca la pastilla de calibración debajo de él, apoyándola sobre el piso.

Esta acción hará que el puntero sobre el tablero se desplace, asumiendo una relación de brazos estándar de 1 a 10, una distancia igual al espesor de la pastilla multiplicado por 10 (es decir:  $6.2 \times 10 = 62$  mm), lo que significa, considerando que cada casillero mide 5 mm, que el puntero se ubicará aproximadamente en el casillero 12, siempre y cuando la relación de brazos actual del equipo sea igual a la asumida.

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 puntero

Por ejemplo:

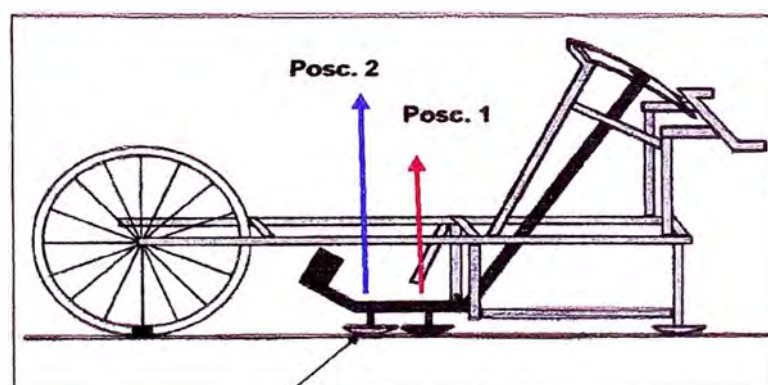
Si la posición inicial del puntero fue 25 y la final fue 10, entonces el Factor de Corrección será:

$$FC = (6.2 \times 10) / [(25-10) \times 5] = 0.82666$$

#### 3.4.4 Variación de relación de brazos

Para facilidad del trabajo, el rugosímetro admite dos posiciones para el patín del brazo pivotante (ver figura 3.7):

- a. Una posición ubicada a 10 cm del punto de pivote, posición estándar que se utiliza en el caso de pavimentos nuevos o superficies muy lisas (baja rugosidad). En ese caso la relación de brazos utilizada será 1 a 10.
- b. Una posición ubicada a 20 cm del punto de pivote, posición alterna que se utiliza en el caso de pavimentos afirmados muy deformados o pavimentos muy deteriorados. En ese caso la relación de brazos será 1 a 5. De usar esta posición, el valor D determinado deberá multiplicarse por un factor de 2.



**Figura 3.7 Alternativas de posición de los brazos del equipo MERLIN**

Fuente: Reporte 229 TRL "The MERLIN road roughness machine: User Guide" by M A Cundill

### 3.4.5 Cálculo del rango “D” corregido

El valor D calculado en la sección 3.4.2, deberá modificarse considerando el Factor de Corrección (FC=0.82666) definido en la sección 3.4.3 y la Relación de Brazos empleada en los ensayos (RB=1). El valor D corregido será  $36.75\text{mm} \times 0.82666 \times 1 = 30.38\text{ mm}$ , esto en “unidades MERLIN”.

### 3.4.6 Determinación de la rugosidad en la escala del IRI

Para transformar la rugosidad de unidades MERLIN a la escala del IRI, se usan las expresiones (1) y (2) definidas en la sección 3.3. Aplicando la expresión para el caso de  $\text{IRI} < 2.5$ , se obtiene finalmente, para el ejemplo seguido, una rugosidad igual a **1.47 m/km**.

## CAPÍTULO 4

### APLICACIÓN AL TRAMO KM. 89+000 – KM. 94+000

#### 4.1 DATOS PRELIMINARES DE CAMPO

A continuación, se muestran como antecedentes los resultados de ensayos realizados el 04 de julio del 2009 en progresivas muy cercanas a la zona de ensayo (km 90+500-km 90+900 y km 91+200-km 91+600), realizadas en la huella derecha de la carretera en el sentido de Cañete a Chupaca.

TRAMO (KM)		PROGRESIVAS MARCADAS CADA 10 METROS	TRATAM. SUPERF.	FECHA DE CONSTRUC.	MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD		
					IRI (m/Km)	FECHA DE ENSAYO	TRAMO
89+000	94+000	<b>zona de ensayo</b>	MONOCAPA	FEBRERO 2009	4.51	04/07/2009	90+500 - 90+900
		91+100      91+500			4.32	04/07/2009	91+200 - 91+600

**Cuadro 4.1 Antecedentes de la zona de prueba**

Fuente: Convenio de cooperación UNI-PROVIAS

#### 4.2 EJECUCIÓN DE ENSAYOS

##### 4.2.1 Obtención del IRI

- Luego de un reconocimiento del tramo de estudio (Km. 89+000-km. 94+000) se escogió como zona de ensayo la progresiva Km 91+000 al Km 91+500, por ser un tramo representativo. Las medidas se efectuaron en el sentido de Chupaca a Cañete sobre la huella derecha de la carretera.

**Progresiva inicial**



**Progresiva final**



**Fotografía 4.1 Ubicación de progresivas para la ejecución del ensayo**

Fuente: Visita de campo al tramo de prueba, 2 de octubre del 2009

- Se conformó el equipo de trabajo para la ejecución del ensayo. El personal estuvo conformado por las siguientes funciones:

Personal	Función	Cantidad
Operador de equipo	Desplazar el MERLIN y leer la posición final del puntero	1
Registrador	Indicar el estacionamiento del MERLIN y anotar los datos	1
Seguridad - conos	Colocación de conos para el desvío del tránsito.	1
Seguridad - banderola	Se colocará a 30 m del equipo para señalar con la banderola desvío del tráfico	1
Apoyo	Para retirar cualquier obstrucción, medir dimensiones de la carretera y anotar alguna observación resaltante.	2
Fotógrafo	Para registrar fotográficamente el ensayo	1
Chofer	Para conducir la camioneta que transporta el equipo	1
Personal Total		8
Rendimiento (por ensayo)		0.5 h/400 m

**Cuadro 4.2 Personal para ensayo y sus funciones**

Fuente: Elaboración propia



**Fotografía 4.2 Personal de ensayo**

Fuente: Visita de campo al tramo de prueba, 2 de octubre del 2009

- Se hallaron las medidas de la vía al inicio y final de la zona de prueba



Fotografía 4.3 Tramo evaluado

CARRETERA		
CAÑETE - YAUYOS - CHUPACA		
Huella :	Derecha	
Sentido:	Chupaca	Cañete
	inicio	final
Ancho plataforma:	4.45	4.8
Ancho calzada:	2.6	3.1
Superficie:	Monocapa	

Cuadro 4.3 Medidas de la carretera zona de ensayo

- Se colocó el equipo MERLIN al inicio de la zona de prueba. Asegurar el formato de prueba hasta conseguir que el puntero se encuentre en la división 25 del formato.



Fotografía 4.4 Colocación de formato e inicio de prueba  
Fuente: Visita de campo al tramo de prueba, 2 de octubre del 2009

- Se realizaron 200 lecturas de forma continua. Se tomaron las medidas de seguridad del caso.



Fotografía 4.5 Obtención de datos y medidas de seguridad adoptadas  
Fuente: Visita de campo al tramo de prueba, 2 de octubre del 2009

- Los datos obtenidos fueron los siguientes (para observar el formato de registro, ver Anexo D).

<b>ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN</b>													
<b>(HOJA DE CAMPO)</b>													
PROYECTO :	Carretera Cañete - Yauyos - Chupaca					Operador :	Juan Gómez						
SECTOR:	Canchán - Chichicay					Supervisor:	Ing. Elifio Q.						
TRAMO:	Km 89+000 + Km 94+000					Fecha:	03/10/2009						
CARRIL:	Derecho (de Chupaca - Cañete)												
Ensayo N°	1		Km. 91+500 - Km 91+100								Hora	11:10	11:37
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<b>Tipo de pavimento</b>		
1	27	34	30	17	14	34	21	20	28	21	Afirmado	<input type="checkbox"/>	
2	22	16	24	23	24	21	25	18	18	25	Base granular	<input type="checkbox"/>	
3	22	25	25	13	25	17	19	29	17	27	Base imprimada	<input type="checkbox"/>	
4	20	30	18	18	20	21	28	14	12	27	Tratam. Bicapa	<input type="checkbox"/>	
5	23	21	29	22	31	15	38	18	28	25	Trat. Monocapa	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	14	11	21	28	16	18	20	20	23	37	Carp. En caliente	<input type="checkbox"/>	
7	19	18	30	29	29	25	27	26	25	30	Recapeo asfaltico	<input type="checkbox"/>	
8	30	28	30	22	23	22	20	28	23	25	Sello	<input type="checkbox"/>	
9	24	26	20	20	24	11	18	23	28	23	Otros	<input type="checkbox"/>	
10	27	19	22	18	27	30	24	22	28	22			
11	23	29	22	22	27	18	25	20	27	21			
12	22	17	20	24	26	18	21	24	26	29			
13	21	25	22	21	21	30	25	29	24	33			
14	25	15	29	33	21	20	19	34	19	23			
15	18	30	22	28	24	23	24	20	22	21			
16	28	25	18	23	25	28	26	26	23	26			
17	23	23	19	20	23	22	27	27	26	21			
18	24	24	19	29	29	30	23	31	26	21			
19	20	13	27	26	21	10	22	23	15	25			
20	24	26	21	21	26	30	23	15	20	33			

**Cuadro 4.4 Datos obtenidos en la zona de ensayo**

Fuente: Visita de campo al tramo de prueba, 3 de octubre del 2009

- Se procede a calcular el rango "D". Para ello se realiza la distribución de frecuencias de las lecturas obtenidas, lo cual lo expresamos en forma de histograma (ver figura 12). Para nuestro caso en el extremo inferior del histograma, se tiene que por efecto del descarte de los 10 datos se eliminan los intervalos 38, 37, 34, 33 y 31. Caso similar sucede en el extremo superior del histograma, en donde resulta una unidad fraccionada del intervalo 15 quedando igual a  $3/4=0.75$

Se tiene en consecuencia un Rango igual a  $15+0.75=15.75$  unidades.



El Rango D determinado se debe expresar en milímetros, para lo cual se multiplica el número de unidades calculado por el valor que tiene cada unidad en milímetros ( $15.75 \times 5 \text{mm} = 78.75 \text{mm}$ ).

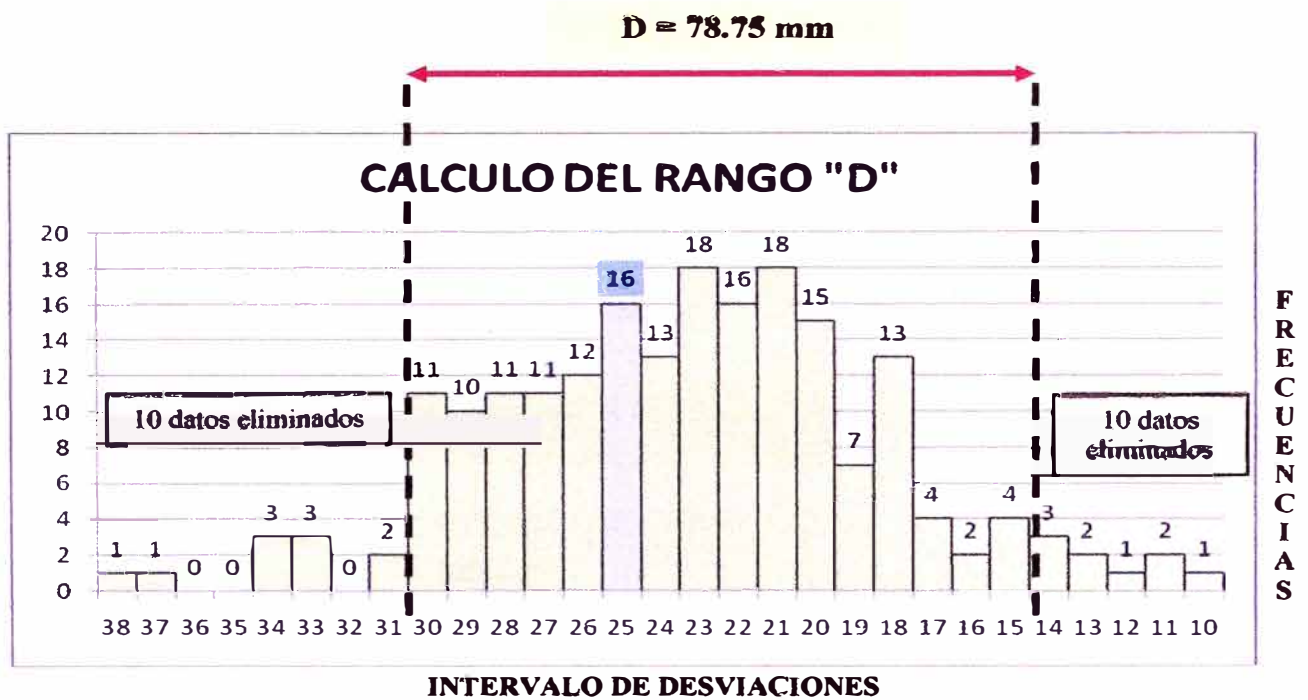


Figura 4.1 Procesamiento de datos obtenidos en el ensayo

Fuente: Visita de campo al tramo de prueba, 2 de octubre del 2009

- Se determinó el factor de corrección para el ajuste de "D". Para esto se utilizó una pastilla de 5 cm de diámetro y 6 mm de espesor.



Fotografía 4.6 Proceso de calibración

Fuente: Visita de campo al tramo de prueba, 2 de octubre del 2009

Nº de Prueba	Lectura Inicial (Li)	Lectura Final (Lf)	Diferencia de Lecturas
1	25	37	12
2	23	35	12
2	24	36	12
<b>Promedio</b>	<b>24</b>	<b>36</b>	<b>12</b>

**Cuadro 4.5 Calibración del equipo MERLIN**

Fuente: Visita de campo al tramo de prueba, 2 de octubre del 2009

Luego, reemplazando en la expresión:

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

Tenemos que:  $FC = (6 \times 10) / [(36 - 24) \times 5]$   
 $FC = 1$

- Cabe señalar que se ha utilizado la posición estándar de relación de brazos (1 a 10).

Por lo tanto, el valor encontrado para D se conserva.

Reemplazando en la ecuación;

$$IRI = 0.593 + 0.0471 D$$

Se obtiene:

$IRI = 4.30 \text{ m/km}$
---------------------------

#### 4.2.2 Obtención del PSI

Utilizando la expresión establecida por Sayers, para un IRI = 4.30 obtenemos:

$$PSI = 5e^{-(IRI/5.5)}$$

$PSI = 2.29$
--------------

Con este valor obtenemos un nivel de **transitabilidad regular** para el tramo evaluado.

## CAPÍTULO 5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1 COMPARACIÓN DE RUGOSIDADES PARA LA ZONA DE ENSAYO

MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD		
EJECUTOR	UNI	GRUPO 7 - CURSO DE TITULACION
FECHA DE ENSAYO	04/07/2009	02/10/2009
IRI (m/Km)	<b>4.32</b>	<b>4.30</b>
TRAMO	91+200 - 91+600	91+100 - 91+500

**Cuadro 5.1** Rugosidad en la zona de prueba

Fuente: Elaboración propia

Después de tres meses de haberse efectuado la medición de la rugosidad en la misma zona pero en la otra huella, se aprecia que no ha ocurrido mayor variación, lo que indica que el tratamiento superficial monocapa para este tramo no se ha visto afectado por el tráfico presente.

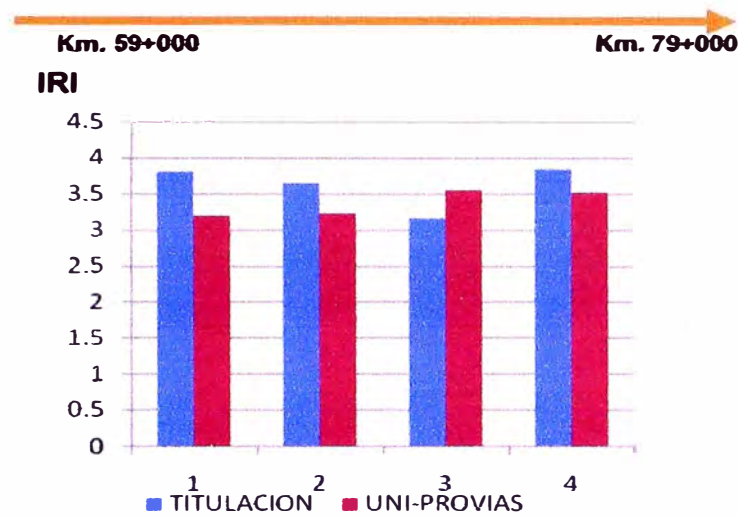
Se presenta un resumen de los valores IRI obtenidos por los nueve grupos que ejecutaron sus ensayos el 02 de octubre del 2009, diferenciados por el tipo de superficie de rodadura evaluada.

	CURSO DE TITULACIÓN		CONVENIO UNI-PROVIAS		Fecha de construcción
Fecha de ensayo	02/10/2009		25-06-09 al 10-07-09		
Tipo de superficie	Tramo	IRI (m/km)	Tramo	IRI (m/km)	
SLURRY	60+000 - 60+400	3.81	60+500 - 60+900	3.19	mar-09
	66+600 - 67+000	3.64	66+000 - 66+400	3.22	mar-09
	72+000 - 72+400	3.16	72+000 - 72+400	3.55	jun-09
	76+600 - 77+000	3.84	76+300 - 76+700	3.51	jun-09
MONOCAPA	80+100 - 80+500	3.94	80+300 - 80+700	3.49	mar-09
	84+600 - 85+000	4.93	84+800 - 85+200	4.02	feb-mar 09
	91+100 - 91+500	4.30	91+200 - 91+600	4.32	feb-09
	97+600 - 98+200	4.79	98+000 - 98+400	5.05	nov-08
	99+800 - 100+200	6.48	100+000 - 100+400	5.09	nov-dic 08

**Cuadro 5.2** Rugosidad para un tramo de 45 km de la carretera

Fuente: Elaboración propia

- **Desarrollo de la rugosidad en un tratamiento superficial con Slurry (Tramo de 45 Km)**

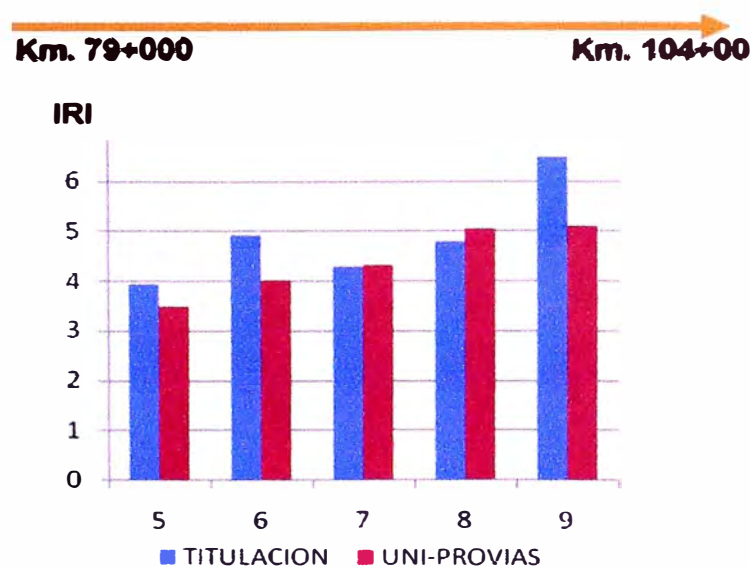


**Figura 5.1 Desarrollo de la rugosidad - Slurry**

Fuente: Elaboración propia

Después de tres meses, se observa una tendencia de aumento de la rugosidad en el orden de 0.6 IRI en promedio . A esto debe tomarse en cuenta que **este sector todavía no ha recibido intervención correctiva desde su construcción.**

- **Desarrollo de la rugosidad para un tratamiento superficial con Monocapa (Tramo de 45 Km)**



**Figura 5.2 Desarrollo de la rugosidad - Monocapa**

Fuente: Elaboración propia

Para este caso, luego de tres meses desde la última evaluación se aprecia que la tendencia de aumento de la rugosidad se da en un rango de 0.5 a 0.9 IRI, con excepción del último tramo que aumentó en 1.4 IRI. También se evidencia que la rugosidad tiende a aumentar conforme se avanza hacia la localidad de Yauyos.

Se menciona también que estos tramos recubiertos con tratamiento superficial de tipo monocapa están sometidos a un mantenimiento rutinario constante por parte del contratista lo que ha suscitado que se conserven un poco más de lo previsto. Aquí algunos ejemplos:

### Mes de mayo



**Fotografía 5.1 Trabajo de parchado superficial, km 71+000**

Fuente: Supervisión Proyecto Perú, panel fotográfico mayo de 2009



**Fotografía 5.2 Trabajo de parchado profundo, km 88+700**

Fuente: Supervisión Proyecto Perú, panel fotográfico mayo de 2009

## Mes de julio



**Fotografía 5.3 Trabajo de parchado superficial, km 83+000**  
Fuente: Supervisión Proyecto Perú, panel fotográfico julio de 2009



**Fotografía 5.4 Limpieza de calzada, km 78+400**  
Fuente: Supervisión Proyecto Perú, panel fotográfico julio de 2009

## Mes de agosto



**Fotografía 5.5 Limpieza de huayco menor, km 78+300**  
Fuente: Supervisión Proyecto Perú, panel fotográfico agosto de 2009

## 5.2 RUGOSIDAD EN EL TRAMO DE ENSAYO KM 91+100 - KM 91+500

La norma EG-2000 en la sección 405.15: Aceptación de los trabajos en Tratamientos superficiales, en cuanto a la calidad del producto terminado indica en el ítem tres lo siguiente:

**(3) Rugosidad**  
Medida en unidades IRI, la rugosidad no podrá ser superior a dos metros cincuenta centímetros por kilómetro (2.5 m<sup>2</sup>/km), salvo que la especificación particular establezca un límite diferente.

Esta exigencia no se aplicará cuando el tratamiento se construya sobre un pavimento existente. En este caso la rugosidad del tratamiento terminado será indicada en los planos y documentos del proyecto.

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

Para la medición de rugosidad se seguirá lo especificado en la Subsección 410.18(f)(5).

**Figura 5.3 Norma EG-2000, sección 405.15(c)(3)**

Fuente: Página Web  
[http://www.mtc.gov.pe/portal/transportes/caminos\\_ferro/manual/EG-2000/cap4/seccion405.htm](http://www.mtc.gov.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/EG-2000/cap4/seccion405.htm)

Sin embargo este valor de rugosidad es muy exigente para el tipo de pavimento presente en el tramo de estudio (tratamiento superficial simple conformado sobre un material granular estabilizado), por lo tanto se sugiere trabajar con el requerimiento de IRI establecido en el manual de carreteras de Chile (volumen N° 5 - Especificaciones Técnicas Generales de Construcción) que indica lo siguiente:

INSTITUCION PUBLICA	REQUERIMIENTOS DE IRI SEGÚN TIPO DE PAVIMENTO O SUPERFICIE			
	Procedimiento General	Asfáltico	Hidráulico	Tratamientos Superficiales
Ministerio de Obras Públicas de Chile <sup>1</sup>	IRI obtenido en 5 tramos consecutivos de 200 m de secciones homogéneas	Promedio de 5 tramos $\leq$ 2.0 m <sup>2</sup> /km Promedio individual $\leq$ 2.8 m <sup>2</sup> /km		Promedio de 5 tramos $\leq$ 3.0m <sup>2</sup> /km Promedio Individual $\leq$ 4.0m <sup>2</sup> /km

**Cuadro 5.3 Requerimiento de IRI – normatividad chilena**

Fuente : Manual de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas de Chile, Dirección de Vialidad, Volumen 5, Especificaciones Técnicas Generales, Sección 5.407

(Lo pueden descargar en el siguiente link: [http://rapidshare.com/files/55986265/VOL\\_N\\_5.rar](http://rapidshare.com/files/55986265/VOL_N_5.rar))

### 5.3 SERVICIABILIDAD PRESENTE EN EL TRAMO DE ENSAYO

Se recorrió el tramo de 5 kilómetros tres veces, en un tiempo promedio de 12.5 minutos y una velocidad aproximada de 25 km/h. Durante el recorrido se observó la presencia de nueve gibas básicamente por las constantes curvas cerradas que presenta la vía.

El valor del índice de serviciabilidad presente (PSI) obtenido en los cálculos sugiere una transitabilidad regular para el tramo de la carretera, característica que se percibe al recorrer el tramo. El tramo de manera general se encuentra en buenas condiciones.



## **CONCLUSIONES**

1. La zona de estudio evaluada entre el km 91+100 – km 91+500, presenta una aceptable conservación vial lo cual ha influido en que su rugosidad de 4.30 IRI no se vea modificada sustancialmente respecto al ensayo efectuado por la UNI en el mes de julio de este año, sin embargo es necesario precisar que se observa una tendencia de aumento de rugosidad para otros tramos fuera del tramo de estudio que requieren una intervención oportuna.
2. De acuerdo a la rugosidad de 4.30 IRI obtenida, se obtiene un índice de Serviciabilidad presente (PSI) de 2.29, lo cual sugiere una transitabilidad de condición regular para el tramo de la carretera
3. Es importante evaluar la rugosidad de toda la carretera mediante un monitoreo periódico y permanente para generar una data histórica del comportamiento de este tipo de superficie de rodadura.
4. El equipo utilizado para la evaluación de la rugosidad resultó ser práctico y sencillo en su aplicación, pero su bajo rendimiento de 400 m de ensayo por cada media hora, no constituye una alternativa viable para realizar ensayos continuos en longitudes mayores a los cinco kilómetros por día.

## **RECOMENDACIONES**

1. En la actualidad en nuestro país no se encuentra normado un rango de rugosidad de servicio para este tipo de pavimentos básicos, por lo que se sugiere en base a la normatividad chilena, mantener un nivel de rugosidad no mayor a 4 IRI, para asegurar un adecuado nivel de confort y seguridad de la vía. Para el tramo tenemos un promedio individual IRI = 4.3 m/km el cual supera el requerimiento máximo de IRI = 4.00 m/km, en este caso el contratista deberá efectuar las acciones necesarias para estar bajo el límite máximo sugerido.
2. Se recomienda buscar la automatización del equipo MERLIN para poder cubrir longitudes de ensayo mayores por día.
3. El equipo MERLIN constituye una buena alternativa de uso en tramos de evaluación no mayores a los cinco kilómetros por día pero para longitudes mayores se recomienda utilizar equipos de tipo respuesta como el Bump Integrator.
4. Es importante señalar que actualmente por la vía se genera un tráfico temporal por el proyecto El Platanal, que disminuirá para el próximo año cuando el proyecto sea concluido, se recomienda volver a realizar un nuevo estudio de tráfico para evaluar la capacidad real de la vía producto de su cambio de estándar y la influencia que sigue generando el proyecto durante su operación.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Consorcio Gestión de Carreteras, “Estudios técnicos para el cambio de estándar de afirmado a solución básica carretera: Cañete - Lunahuaná - Pacarán - Dv. Yauyos - Ronchas – Chupaca; Tramo: Zúñiga - Dv. Yauyos - Ronchas”, Lima, Perú, 2008
2. Consorcio Gestión de Carreteras “Plan de manejo socio ambiental”, Lima, Perú, 2008”
3. CUNDILL, M.A. “The MERLIN Road Roughness Machine: User Guide”. Transport Research Laboratory, Overseas Development Administration. TRL Report 229. Crowthorne, 1996.
4. Del Águila, 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.
5. Del Águila, P.M. “Desarrollo de la Ecuación de Correlación para la determinación del IRI en pavimentos asfálticos nuevos, utilizando el rugosímetro MERLIN”. Trabajo presentado al X Congreso Ibero- Latinoamericano. Sevilla, 1999.
6. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “Manual para el diseño de carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”, Lima, Perú, 2008
7. SAYERS, M. et al. “The International Road Roughnes Experiment: establishing correlations and a calibration standard for measurements”. Bank Technical Paper N° 45. Washington D.C., 1986.
8. Ysolina Robladillo E., Supervisión Proyecto Perú, panel fotográfico de enero a octubre 2009.

## **ANEXO A:**

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO (KM 57+000-KM 129+000)**

**REGISTRO DE EXCAVACIÓN (KM 89+000-KM 94+000)**

M.T.C

CONSORCIO REGIONAL DE CARRETERAS

ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONOMICA Y SOCIAL DEL TRAMO 10000 - 10000

OPERA CONSERVACION DE LA CARRETERA CAL 101 - URUMAYIA - PAPAANI - CRUQUAY FELIQUILACHE DEL TRAMO 10000 - 10000

TRAMO: Km 37,39 - 17,39

PROBLEMA: BUENAS DE TIEMPO EN TIEMPO CALIENTE

PROPUESTA: IMPASA

REALIZADO: G.M.V

REVISADO: E.M.H

FECHA: 25/07/77

FORMATO: L-89

Kilometros	C-01		C-02		C-03		C-04		C-05		C-06		C-07		C-08		C-09		C-10		C-11		C-12		C-13		C-14		C-15		C-16			
	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2				
01																																		
02			SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)	
03			SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)	
04			SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)	
05			SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)	
10			SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)	
15			SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)	
20			SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)		SC-SM A-1-b(0)	
VALOR TOTAL		57420	50450	59450	60750	61950	62950	63950	64950	65950	66950	67950	68950	69950	70950	71950	72950	73950	74950	75950	76950	77950	78950	79950	80950	81950	82950	83950	84950	85950	86950	87950	88950	
VALOR TOTAL		57420	50450	59450	60750	61950	62950	63950	64950	65950	66950	67950	68950	69950	70950	71950	72950	73950	74950	75950	76950	77950	78950	79950	80950	81950	82950	83950	84950	85950	86950	87950	88950	
VALOR TOTAL		57420	50450	59450	60750	61950	62950	63950	64950	65950	66950	67950	68950	69950	70950	71950	72950	73950	74950	75950	76950	77950	78950	79950	80950	81950	82950	83950	84950	85950	86950	87950	88950	

PLAN DE IMPACTO SOCIAL

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

M.T.C

LABORATORIO MECANICO DE PAVIMENTOS CONVENCIONALES Y PAVIMENTOS

OPERA: CONSERVACION Y REPARACION DE LA CARRETERA CAJATE - LUISAQUIA - PACARANI - CHIMPA Y REPARACION DEL TRAZO RUMBO A YAUJOS - ROYOCOS  
 TITULO: PAVIMENTOS CONVENCIONALES  
 MATERIAL: MUESTRAS DE TERRENO EXISTENTE CAJATE A YAUJOS - ROYOCOS

POLEADO: E.M.V  
 REVISADO: F.M.H  
 FECHA: 25/05/2005  
 FORMATO: 1-01

PAV. CONVENCIONAL FACILIDAD 1-3	0.1	SC-SM A-1-b(0)	SC-SM A-1-b(0)	SC-SM A-1-b(0)	SC-SM A-1-b(0)	SC-SM A-1-b(0)	GC-GM A-1-b(0)	SC-SM A-2-4(0)	SC-SM A-2-4(0)	SC-SM A-1-b(0)	SC-SM A-1-b(0)	SC-SM A-2-4(0)	SC-SM A-2-4(0)	SC-SM A-1-b(0)	GC-GM A-1-b(0)	SC-SM A-1-b(0)	SC-SM A-1-b(0)
	0.2																
	0.3																
	0.4																
	0.5																
	0.6																
	0.7																
	0.8																
	0.9																
	1.0																
	1.1																
	1.2																
	1.3																
	1.4																
	1.5																
	1.6																
	1.7																
1.8																	
1.9																	
2.0																	
C/17	C-18	C-19	C-20	C-21	C-22	C-23	C-24	C-25	C-26	C-27	C-28	C-29	C-30	C-31	C-32		
PROGRESIVA	72+00	74+00	75+70	76+70	77+00	78+00	79+00	80+70	81+00	82+70	83+00	84+00	85+00	86+70	87+00	88+00	

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 OPS. VIAL CAJATE - LUISAQUIA - PACARANI  
 Y REPAR. DEL TRAZO RUMBO A YAUJOS - ROYOCOS

PROYECTO PAVIMENTOS CONVENCIONALES  
 GENERALES VIAL

TEST DE RESISTENCIA	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01
INDICE DE RESISTENCIA	25	24	24	23	24	23	24	24	24	24	25	24	24	24	23	25
INDICE ELASTICO (SI)	57	62	48	46	52	48	61	61	43	55	62	64	49	51	45	46
INDICE DE NATURALIDAD (%)	21	21	21	33	33	21	21	21	34	34	21	40	30	34	30	30
INDICE DE PASAJE A LA NATURALIDAD	18.20	15.20	17.20	15.20	17.20	17.20	15.20	15.20	18.20	16.00	18.20	16.00	17.20	16.00	17.20	18.20
CLASIFICACION SILOS	SC-SM	SC-SM	SC-SM	SC-SM	SC-SM	GC-GM	SC-SM	SC-SM	SC-SM	SC-SM	SC-SM	SC-SM	SC-SM	GC-GM	SC-SM	SC-SM
CLASIFICACION AASTHO	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)
INDICE DE NATURALIDAD (%)																
MAX. COEF. DE CONTRACCION (%)			2.50		2.10				2.10					2.10		
COEF. DE CONTRACCION (%)			7.5		9.0				7.0					6.0		
COEF. DE CONTRACCION (%)			41.1		42.2				42.9					41.0		
COEF. DE CONTRACCION (%)			21.4		19.4				19.2					21.2		

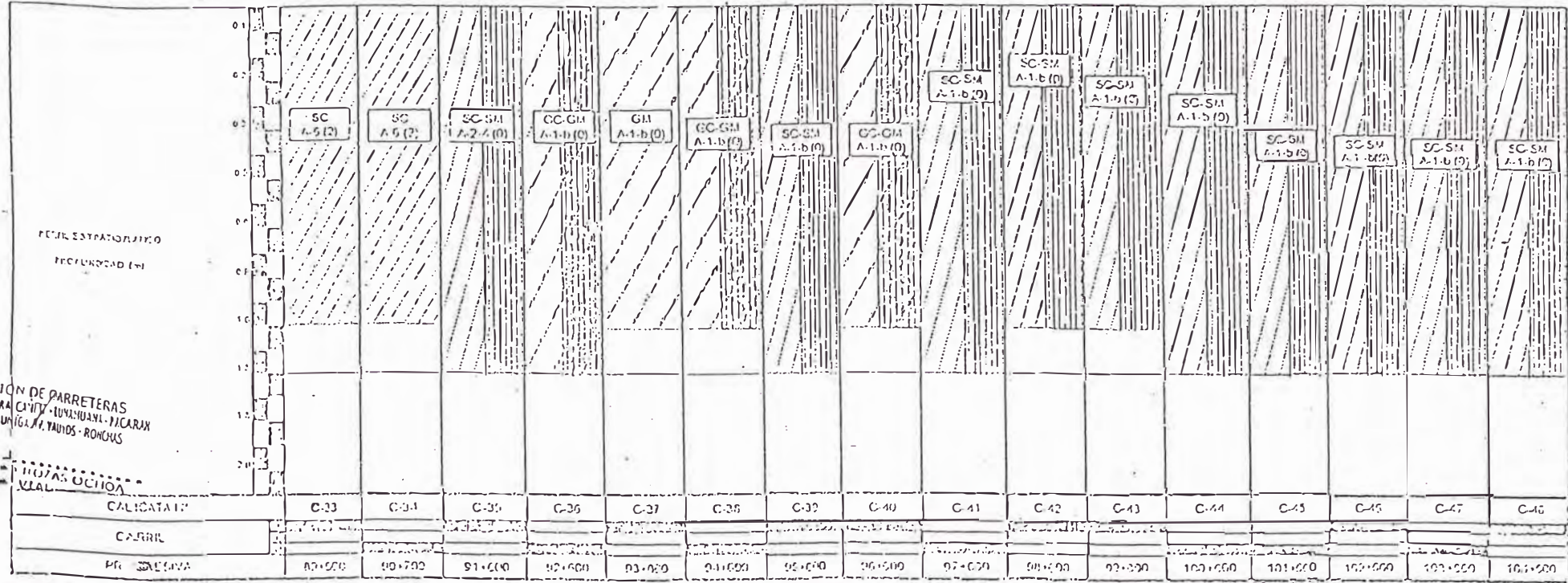
CONSORCIO GESTOR DE CARRETERAS

M.T.C

LÍNEA DE CIMENTACIÓN DE PAVIMENTOS CON DISEÑO EN SECCIONES

OBRA: CONSERVACIONAL DE LA CARRETERA CAJATE - LUNAHUANA - PACASÍ - CIMPACA Y RECONSTRUCCIÓN DEL TRAMO ZUNIGA DE YOUTOS - RONCHAS  
 TRAMO: KM 21+00 - 22+00  
 INTERV: MUDERNA DEL TERRENO (SIN DISEÑO CALZADA)  
 PROYECTANTE: MTC

REALIZADO: SIKK  
 REVISADO: EWH  
 FECHA: 21/06/2013  
 FORMATO: 1/01



	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01
MEZCLAS	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
LIMITE SUPERIOR	12	11.5	6.1	5.4	5.2	5.3	4.9	5.1	4.9	4.9	5.4	6	5.2	5	4.9	5
TIPO DE PAVIMENTO	7.8	6.8	3.6	3.0	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	3.0	3.0	3.0	3.5	3.7
PROFUNDIDAD TOTAL (CM)	30.20	30.00	13.50	18.20	17.20	16.00	22.10	22.10	18.20	18.00	16.30	20.20	17.20	18.20	17.50	17.20
CLASIFICACION A-1	SC	SC	SC-SM	CC-GM	GM	CC-GM	SC-SM	CC-GM	SC-SM	SC-SM	SC-SM	SC-SM	SC-SM	SC-SM	SC-SM	SC-SM
CLASIFICACION A-1.5	A-5(2)	A-6(2)	A-2.4(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)
PROFUNDIDAD DE LA BASE (CM)	17.00	16.00				2.100						2.100				2.100
PROFUNDIDAD DE LA SUB-BASE (CM)	10.4	11.3				6.5						6.5				6.5
PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION	6.2	6.2				4.4						4.2				4.2
PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION	2.4	6.6				10.2						10.2				10.2







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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARANI - CHUPACA Y  
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 UBICACION : MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA  
 CANTON : 80+7.00  
 DERECHO : DERECHO

CALICATA : C-34  
 REALIZADO : G.H.M  
 REVISADO : E.M.H  
 FECHA DE EXCAVACION : 23/06/2008  
 PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 1.00  
 PROF. NIVEL FREATICO (m) :

C A T E G O R IA	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	K <sub>u</sub>	Nº DE MUESTRA
			<	0.075	4.75	>				
			mm	mm	mm	mm				
	CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GP - GC A-1-a(0)	5.1	30.4	64.4	15.0	NP	2.5		
	Arena limo arcillosa inorganica, sub angular, color marron, humedad alta, plasticidad alta, medianamente compresible, medianamente compacto, Cte de bolonena suelo arcilloso de consistencia blanda	SC A-S(0)	36.0	33.0	31.0	0.0	33.0	10.5	6.7	M-02

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 GERENTE GENERAL: DR. OSCAR ALVARO VILLALBA  
 GERENTE VIAL: ING. LUIS DOMINGO BORGES SANCHEZ

OBSERVACIONES:

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

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

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

TO : CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CANETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUFACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS ON : MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA : 89+600 : IZQUIERDO	CALICATA : C-33 REALIZADO : G.H.M REVISADO : E.M.H FECHA DE EXCAVACION : 23/06/2008 PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 1.00 PROF. NIVEL FREÁTICO (m) :
---	--

C R A T E R I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de bloques / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	H.M.	N° DE MUESTRA
			<	0.075	4.75	>				
			mm	mm	mm	mm				
AASHTO		0.075	4.75	75	75	%	%	%		
		mm	mm	mm	mm					
CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO		GP - GC A-1-a(0)	5.2	28.9	65		15.0	11.0	3.1	
Arena limo arcillosa inorganica, sub angular, color marron, humedad alta, plasticidad alta, medianamente compresible, medianamente compacto, 0% de boloneria suelo arcilloso de consistencia blanda		SC A-2-6(0)	36.0	33.0	31.0	0.5	33.0	11.0	7.0	M-02

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 DE LA SEZY. CONS. VIAL DE LOS DEPARTAMENTOS DE LUNAHUANA - PACARAN - CHUFACA  
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 ING. LUIS HORACIO ROZAS OCHOA  
 GERENTE VIAL

SERVACIONES:

ATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA K+95+000 L. DER

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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

OBJETO : CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARWI - CHUPACA Y  
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 LOCALIDAD : MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA  
 ALTURA : 91+600  
 DIRECCION : IZQUIERDO

CALICATA : C-36  
 REALIZADO : G.H.M  
 REVISADO : E.M.H  
 FECHA DE EXCAVACION : 23/06/2008  
 PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 1.50  
 PROF. NIVEL FREATICO (m) :

C R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	HR	N° DE MUESTRA
			<	0.075	0.425	2				
			mm	mm	mm	mm				
		AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	

GP-GC	5.0	30.4	64.4		15.0	NP			
CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	A-1-3(G)								
Arena limosa, sub angular, color marron oscuro, humedad baja, plasticidad MEDIA, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia dura 3% bolonera, material fino sin materia organica, tamaño maximo 4" material granular	SC - SM A-2-4(D)	18.3	50.7	31.0	3.0	25.0	6.1	2.0	M-01
MATERIAL CONGLOMERADO GRAVA LIMOSA, MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y LIMO	GM								

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 OBRAS SERV. CONS. VIAL CARRETERAS EN LOS DEPARTAMENTOS DE CAJAMAHUAS, CHUPACA Y LUNAHUANA  
 INC. LUIS HONORIO RODRIGUEZ DE MOYA  
 GERENTE VIAL

OBSERVACIONES:  
 EL MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM 95+000 L DER

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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNSHAJANA - PACARAN - OMPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA CV. YAUYO - RONCHAS	CALICATA	C-37
UBICACION	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA	REALIZADO	G.H.M
KIL	53+600	REVISADO	E.M.H
LADO	IZQUIERDO	FECHA DE EXCAVACION	23/06/2008
TRAMO		PROFUNDIDAD TOTAL (m)	1.00
		PROF. NIVEL FREATICO (m)	

G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	H.H	N° DE MUESTRA
			<	0.075	4.75	>				
			mm	mm	mm	mm				
PROF. (m)	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.	AASHTO	0.075	4.75	75	75	%	%	%	
	CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GP - GC A-1-a(0)	5.1	30.4	64.2		15.0	HP	2.7	
	Grava limosa, sub angular, color marron oscuro, humedad baja, plasticidad baja, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia dura 7% boloneria, material fino sin materia organica. Tamaño maximo 6" 0% de bloques material granular grueso	GC - GM A-1-b(0)	17.3	40.7	42.0	7.0	23.0	5.2	2.1	M-51

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 DER: SERV. CONSTR. CARRETERAS LUNSHAJANA - PACARAN - OMPACA Y  
 TRAMO ZUÑIGA CV. YAUYO - RONCHAS  
 ING. LUIS HORACIO ROZAS CCHOA  
 GERENTE VIAL

OBSERVACIONES:  
 EL MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM. 95+000. DER

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

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUAYLA - PACARANI - OROPUCAY  
 SITUACION : REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 LOCALIDAD : MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA  
 ALTURA : S2+600  
 DERECHO : DERECHO  
 CALICATA : C-36  
 REALIZADO : G.H.M  
 REVISADO : E.M.H  
 FECHA DE EXCAVACION : 23/06/2008  
 PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 1.50  
 PROF. NIVEL FREATICO (m) :

C R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de bloques / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	HM	N° DE MUESTRA
			<	6m	4.75	>				
			mm	mm	mm	mm				
	CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GP-GG A-1-a(0)	5.1	50.4	64.4		15.0	NP	27	
	Grava limosa, sub angular, color marron oscuro, humedad baja, plasticidad media, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia dura 0% bolonera, material fino sin materia organica, 0% de bloques material granular grueso	GC - GI A-1-b(0)	18.3	40.7	41.0	7.0	24.0	5.4	3.0	M-01
	ROCA									

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 GER. SUP. CONS. INFRAESTR. VIAL - LUNAHUAYLA - PACARANI  
 DV. PACARANI TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

LUIS HORACIO ROZAS CCHC  
 GERENTE VIAL

OBSERVACIONES:

MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM. 95-000 L. DER

## **ANEXO B:**

### **RESULTADO DEL TRÁFICO TEMPORAL DEBIDO AL PROYECTO “EL PLATANAL”**

# ESTUDIO DEL TRÁFICO TEMPORAL TRAMO KM 65+000 – KM 96+000

## A. CENTRAL HIDROELECTRICA . PLATANAL



### A.1 LOCALIZACIÓN

Departamento : Lima  
Provincia : Cañete y Yauyos  
Lugar : El Platanal  
SISTEMA: Sistema Eléctrico Interconectado Nacional



## **A.2 SITUACIÓN DEL PROYECTO**

Ubicada entre las provincias limeñas de Cañete y Yauyos.

La culminación de la construcción y pruebas de El Platanal está prevista para el 30 octubre del 2009, fecha en la cual deberá estar entregando energía al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional. La construcción de El Platanal, generará 220 megavatios (MW) de energía eléctrica, participarán las constructoras Maz Errázuriz y JJ Camet, y será equipada por Voith-Siemens.

El Platanal inicialmente fue esbozada como un proyecto integral (generación eléctrica más irrigación de tierras áridas de las pampas de Concón-Topará), pero por problemas de invasión de parte del terreno comprometido se dividió y sólo quedó la parte hidroeléctrica. Entonces se planteó una generación de 270 MW.

Al dividirse el proyecto inicial, la inversión será de US\$200 millones, de los cuales US\$120 millones serán financiados por bancos locales, teniendo como estructurador al Banco de Crédito. Los US\$80 millones restantes serán asumidos por las empresas integrantes de Colepsa (además de Cementos Lima, Cemento Andino y Corporación Acero Arequipa).

## **A.3 CARACTERÍSTICAS DE LA CENTRAL**

Descripción : El proyecto integral en la cuenca del río Cañete Hidroeléctrica "El Platanal", contará con embalses de regulación en la laguna Paucar Cocha, con un volumen de 55 x 106 m3 y el embalse de regulación horaria en la captación Capillucas de 5 x 106 m3.

## **A.4 ENTIDAD A CARGO**

Compañía Eléctrica El Platanal S.A. (Colepsa), cuyo principal accionista es Cementos Lima (60%).

## B. TRAFICO TEMPORAL DEBIDO A LA CONTRUCCION DE LA HIDROELECTRICA

Debido a las características especiales de volumen y composición vehicular, presentado entre el Km. 65+000+Km. 97+000, se requirió efectuar un estudio específico de tráfico, a fin de establecer las características del requerimiento vehicular propio de la obra.

### B.1 Puntos de Aforo

Los Puntos de Conteo vehicular se establecieron en las ubicaciones indicadas en el cuadro B-1

**CUADRO B-1 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE CONTROL**

CÓDIGO	TRAMO	NOMBRE	TAREA
E 7	Chichicay - Pueblo Nuevo	Chichicay	Conteo Continuo
E 8	Pueblo Nuevo - San Juan	San Juan	Conteo Continuo
E 7 A	Chichicay-Capilluca	Capilluca	

Fuente: Estudio de tráfico 20

### B.2 Resultados de los Conteos Vehiculares

El resumen del conteo vehicular clasificado, se indica en los cuadros B-2 al cuadro B-4

**CUADRO B-2 VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO – ESTACIÓN E7  
TRAMO CHICHICAY - PUEBLO NUEVO**

Tipo de Vehículo	Chichicay-Pblo	Pblo-Chichicay	Ambos	%
Auto	2	1	3	1%
Camioneta	145	144	289	51%
C.R.	32	29	61	11%
Micro	34	34	68	12%
Ómnibus 2	7	7	14	2%
Ómnibus +2	0	0	0	0%
Camión 2 Ejes	22	20	42	7%
Camión 3 Ejes	2	2	4	1%
Camión 4 Ejes	1	1	2	0%
Semiboylers	27	26	53	9%
Traylers	16	17	33	6%
<b>TOTAL</b>	<b>288</b>	<b>281</b>	<b>569</b>	<b>100%</b>
<b>% sentido</b>	<b>51%</b>	<b>49%</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Estudio de tráfico 2008

**CUADRO B-3 VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO – ESTACIÓN (E 8)  
TRAMO PUEBLO NUEVO – SAN JUAN**

Tipo de Vehículo	Pueblo Nuevo-San Juan	San Juan-Pueblo Nuevo	Ambos	%
Auto	3	3	6	1%
Camioneta	96	98	194	42%
C.R.	37	37	74	16%
Micro	25	23	48	10%
Ómnibus 2	7	8	15	3%
Ómnibus +2	0	1	1	0%
Camión 2 Ejes	24	23	47	10%
Camión 3 Ejes	4	5	9	2%
Camión 4 Ejes	0	1	1	0%
Semitraylers	13	15	28	6%
Traylers	19	19	38	8%
<b>TOTAL</b>	<b>228</b>	<b>233</b>	<b>461</b>	<b>100%</b>
% sentido	49%	51%	100%	

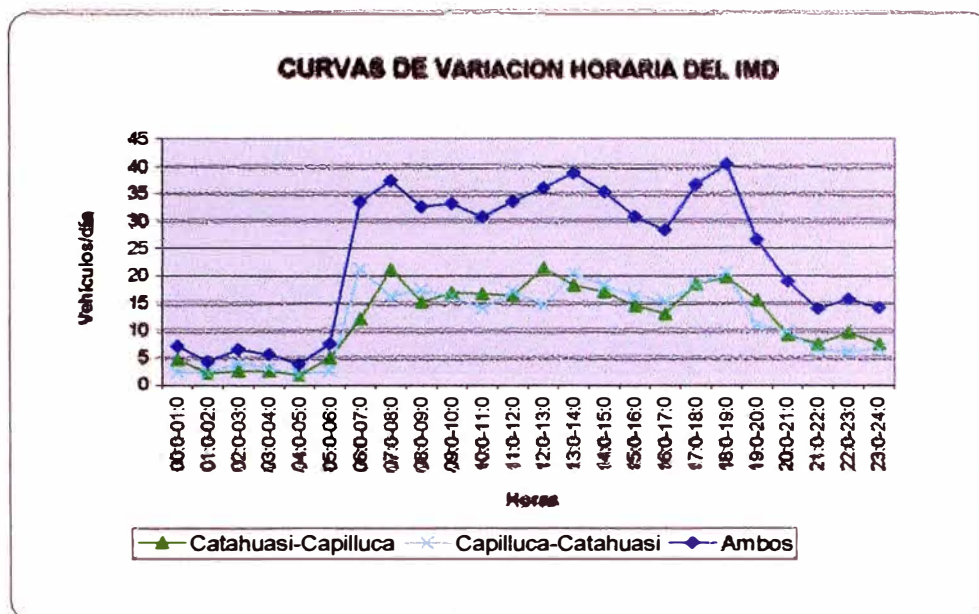
Fuente: Estudio de tráfico 2008

**CUADRO B-4 VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO – ESTACIÓN (E 7 a)  
TRAMO CHICHICAY-CAPILLUCA**

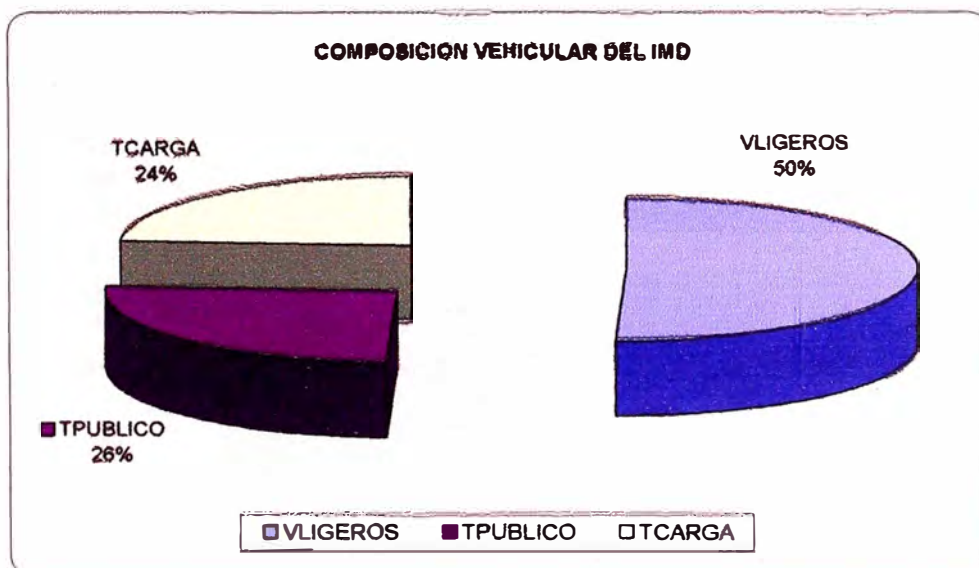
Tipo de Vehículo	Chichicay-Capilluca	Capilluca-Chichicay	Ambos	%
Auto	2	0	2	1%
Camioneta	29	29	58	25%
C.R.	9	9	18	8%
Micro	3	5	8	3%
Ómnibus 2	6	7	13	6%
Ómnibus +2	0	1	1	0%
Camión 2 Ejes	14	16	30	13%
Camión 3 Ejes	2	0	2	1%
Camión 4 Ejes	1	1	2	1%
Semitraylers	47	51	98	42%
Traylers	0	0	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>113</b>	<b>119</b>	<b>232</b>	<b>100%</b>
% sentido	49%	51%	100%	

Fuente: Estudio de tráfico 2008

**ESTACION CHICHICAY - E7**

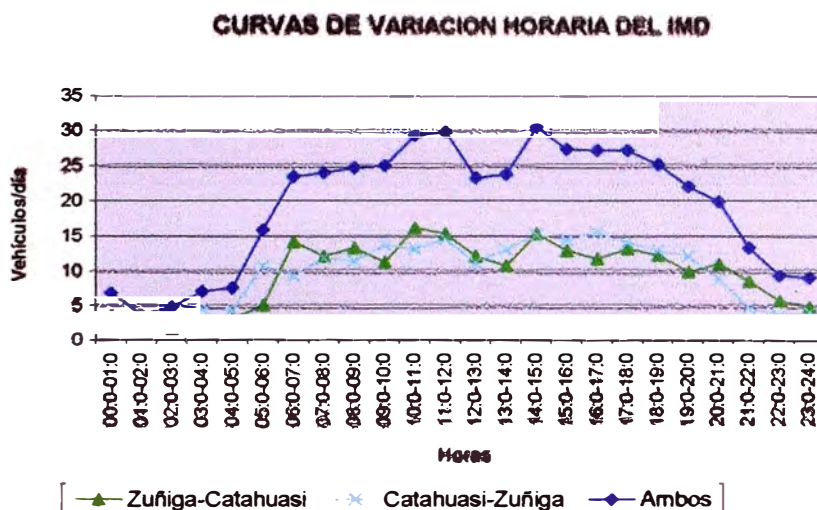


Fuente: Aforo vehicular (junio 2008)



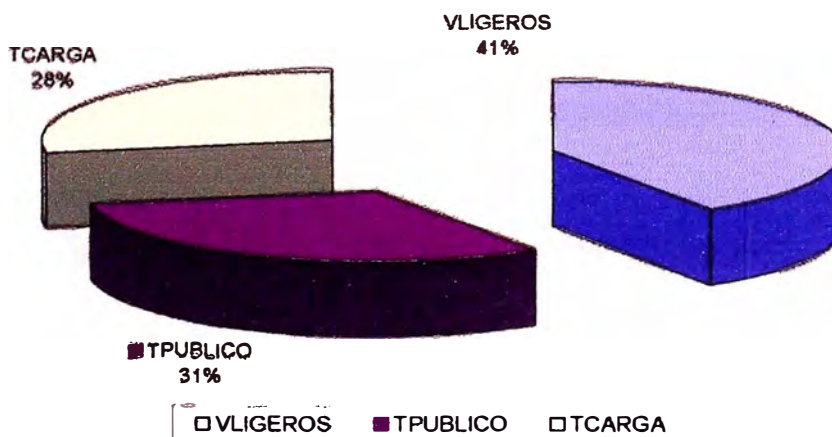
Fuente: Aforo vehicular (junio 2008)

ESTACION SAN JUAN - E8



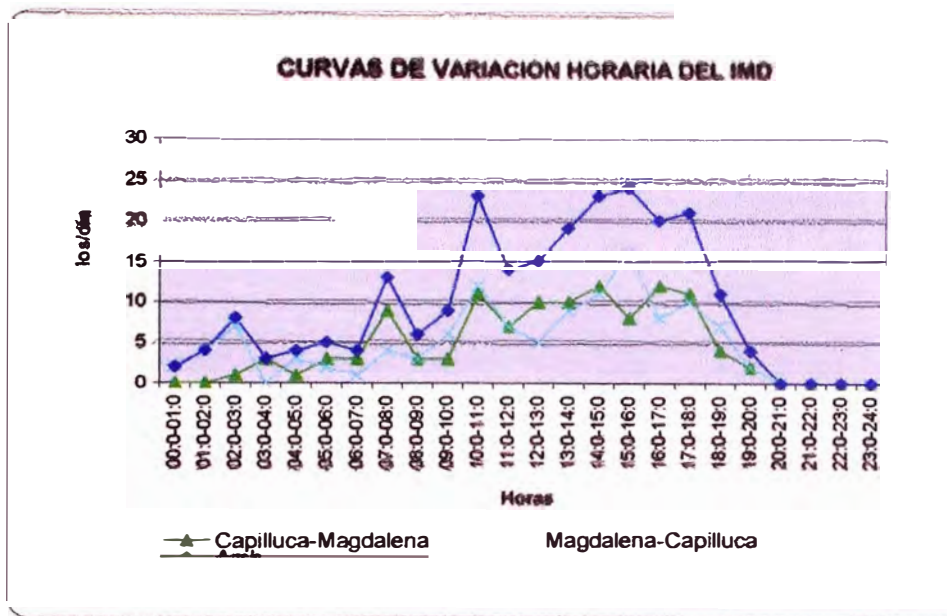
Fuente: Aforo vehicular (junio 2008)

**COMPOSICION VEHICULAR DEL IMD**



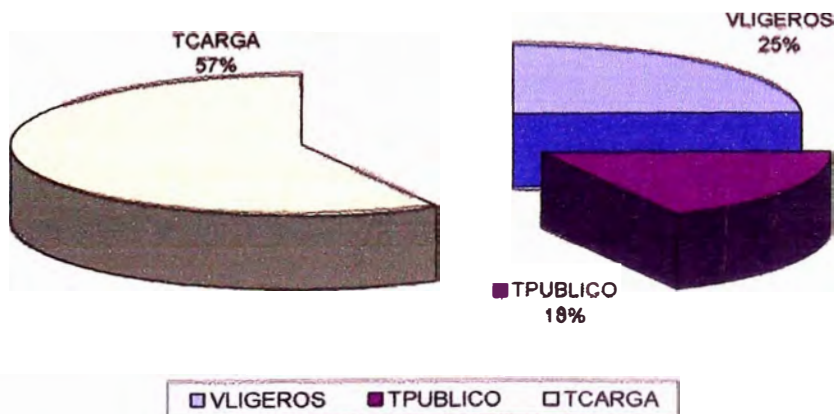
Fuente: Aforo vehicular (junio 2008)

**ESTACION CAPILLUCA - E 7 A**



Fuente: Aforo vehicular (junio 2008)

**COMPOSICION VEHICULAR DEL IMD**



Fuente: Aforo vehicular (junio 2008)

**CUADRO B-5 RESUMEN DEL VOLUMEN VEHICULAR ESTACION E 7 TRAMO "CHICHICAY-PUEBLO NUEVO" – RN 22**

Día	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Volquete 2E	Volquet 3E	Semitrailer			Cisternas y Mezcladoras				C 7 Ejes	TOTAL	%	
													2S3	3S1/3E2	3S3	2E	3E	4E	>4E				
Viernes	Catahuasi-Capilluca	4	4	149	30	59	11	0	26	2	0	32	0	0	0	15	3	0	0	0	0	335	51.1%
	Capilluca-Catahuasi	0	3	137	27	62	11	0	33	3	2	25	0	0	0	11	6	0	0	0	0	320	48.9%
	Ambos	4	7	286	57	121	22	0	59	5	2	57	0	0	0	26	9	0	0	0	0	655	100.0%
Sabado	Catahuasi-Capilluca	3	9	152	46	64	7	0	29	2	1	33	0	1	0	15	8	0	0	0	0	370	53.4%
	Capilluca-Catahuasi	0	4	148	29	61	6	1	13	1	1	35	0	1	0	16	7	0	0	0	0	323	48.6%
	Ambos	3	13	300	75	125	13	1	42	3	2	68	0	2	0	31	15	0	0	0	0	693	100.0%
Domingo	Catahuasi-Capilluca	3	7	83	24	14	8	0	14	1	1	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	161	46.8%
	Capilluca-Catahuasi	2	9	95	32	15	7	0	15	0	0	5	0	0	0	3	0	0	0	0	0	184	53.5%
	Ambos	5	16	179	56	29	15	0	29	1	1	9	0	0	0	4	0	0	0	0	0	344	100.3%
Lunes	Catahuasi-Capilluca	0	4	143	37	26	7	0	22	2	1	22	0	1	0	12	4	0	0	0	0	291	45.9%
	Capilluca-Catahuasi	5	7	161	37	30	12	0	19	2	0	25	0	1	0	16	4	0	0	0	0	319	52.1%
	Ambos	5	11	304	74	56	19	0	41	4	13	47	0	2	0	28	8	0	0	0	0	612	98.0%
Martes	Catahuasi-Capilluca	0	5	157	29	22	6	0	14	2	1	35	0	0	0	13	6	0	0	0	0	260	52.3%
	Capilluca-Catahuasi	0	3	149	29	15	4	0	13	0	1	33	0	0	0	12	6	0	0	0	0	265	47.7%
	Ambos	0	8	306	58	37	10	0	27	2	2	68	0	0	0	25	12	0	0	0	0	525	100.0%
Miercoles	Catahuasi-Capilluca	0	1	152	26	27	5	1	24	2	1	37	0	0	1	10	5	0	0	0	0	292	52.1%
	Capilluca-Catahuasi	0	3	137	22	28	3	0	18	2	2	38	0	0	0	11	4	0	0	0	0	268	47.9%
	Ambos	0	4	289	48	55	8	1	42	4	3	75	0	0	1	21	9	0	0	0	0	560	100.0%
Jueves	Catahuasi-Capilluca	1	3	143	35	26	6	0	27	2	2	28	0	0	0	9	12	0	0	0	0	294	49.7%
	Capilluca-Catahuasi	0	8	143	29	28	7	0	32	6	4	19	0	0	0	8	13	0	0	0	0	297	50.3%
	Ambos	1	11	286	64	54	13	0	59	8	6	47	0	0	0	17	25	0	0	0	0	591	100.0%

Fuente: Elaboración Propia

**VOLUMEN Y CLASIFICACION VEHICULAR - IMD (Veh/la)**

IMD	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Volquete 2E	Volquet 3E	Semitrailer			Cisternas y Mezcladoras				C 7 Ejes	TOTAL	%	
													2S3	3S1/3E2	3S3	2E	3E	4E	>4E				
IMD	Catahuasi-Capilluca	2	5	140	32	34	7	0	22	2	1	27	0	0	0	11	5	0	0	0	0	268	51%
	Capilluca-Catahuasi	1	5	139	29	34	7	0	20	2	1	26	0	0	0	11	6	0	0	0	0	261	49%
	Ambos	3	10	279	61	68	14	0	42	4	2	53	0	0	0	22	11	0	0	0	0	529	100%

CUADRO B-6 RESUMEN DEL VOLUMEN VEHICULAR ESTACION E & TRAMO "PUEBLO NUEVO-SAN JUAN" – RN 22

Día	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Volquete 2E	Volquet e 3E	Semitrailer			Cisternas y Mezcladoras				C 7 Ejes	TOTAL	%
													2S3	3S1/3S2	3S3	2E	3E	4E	>=5E			
Sabado	Zuñiga-Catahuasi	7	16	94	53	22	14	0	37	5	0	6	1	0	1	2	15	0	6	0	279	55.8%
	Catahuasi-Zuñiga	0	9	85	35	19	8	1	24	5	0	8	1	0	6	5	12	1	2	0	221	44.2%
	Ambos	7	25	179	88	41	22	1	61	10	0	14	2	0	7	7	27	1	8	0	500	100.0%
Domingo	Zuñiga-Catahuasi	3	14	69	38	26	11	0	17	2	0	3	1	0	0	8	7	0	0	0	189	48.0%
	Catahuasi-Zuñiga	6	15	72	46	23	17	0	16	2	0	3	1	0	0	7	8	0	0	0	216	52.0%
	Ambos	9	29	141	84	49	28	0	33	4	0	6	2	0	0	15	15	0	0	0	405	100.0%
Lunes	Zuñiga-Catahuasi	2	6	82	31	33	6	0	28	2	0	9	2	0	4	5	8	0	2	0	218	49.5%
	Catahuasi-Zuñiga	5	13	79	35	25	8	1	24	4	1	8	3	2	0	5	7	0	2	0	223	50.7%
	Ambos	7	19	161	66	58	14	1	52	6	1	17	5	2	4	10	15	0	4	0	441	100.2%
Martes	Zuñiga-Catahuasi	0	10	89	30	21	4	0	16	3	0	3	4	3	4	9	8	0	2	0	208	47.6%
	Catahuasi-Zuñiga	0	10	93	40	20	5	0	14	5	1	4	5	1	6	6	6	0	1	2	219	50.6%
	Ambos	0	20	182	70	41	9	0	30	8	9	7	9	4	10	15	14	0	3	2	427	98.2%
Miercoles	Zuñiga-Catahuasi	4	4	96	30	22	6	1	27	10	1	10	4	1	6	6	5	1	3	0	249	52.3%
	Catahuasi-Zuñiga	2	6	94	34	21	2	1	29	7	2	9	2	1	4	8	9	1	4	0	227	47.7%
	Ambos	6	10	190	64	43	8	2	47	17	3	19	6	2	10	14	14	2	7	0	476	100.0%
Jueves	Zuñiga-Catahuasi	1	9	93	29	20	4	0	23	7	0	4	2	2	2	9	12	1	5	0	223	47.6%
	Catahuasi-Zuñiga	1	13	91	24	23	9	0	32	7	0	10	4	1	4	10	10	1	5	0	245	52.4%
	Ambos	2	22	184	53	43	13	0	55	14	0	14	6	3	6	19	22	2	10	0	468	100.0%
Viernes	Zuñiga-Catahuasi	2	6	82	46	23	6	0	21	2	1	5	4	1	4	9	8	0	4	0	224	45.5%
	Catahuasi-Zuñiga	4	9	96	45	27	6	2	32	8	1	5	3	2	5	9	8	0	6	0	268	54.5%
	Ambos	6	15	178	91	50	12	2	53	10	2	10	7	3	9	18	16	0	10	0	492	100.0%

Fuente: Elaboración Propia

VOLUMEN Y CLASIFICACION VEHICULAR - IMD (Veh/a)

IMD	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Volquete 2E	Volquet e 3E	Semitrailer			Cisternas y Mezcladoras				C 7 Ejes	TOTAL	%
													2S3	3S1/3S2	3S3	2E	3E	4E	>=5E			
IMD	Zuñiga-Catahuasi	3	9	87	37	25	7	0	24	4	0	6	3	1	3	7	9	0	3	0	228	49%
	Catahuasi-Zuñiga	3	11	87	37	23	8	1	23	5	1	7	3	1	4	7	9	0	3	0	233	51%
	Ambos	6	20	174	74	48	15	1	47	9	1	13	6	2	7	14	18	0	6	0	461	100%



**CUADRO B-7 RESUMEN DEL VOLUMEN VEHICULAR ESTACION E 7 A TRAMO "CHICHICAY-CAPILLUCA" - RN 22**

Día	Sentido	Auto	Station Wagon	Camión pick up	Camión Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Volquete 2E	Volquet + 3E	Semitrayler			Cisternas y Concreteras				C 7 Ejes	TOTAL	%	
													2S3	3S1/2S2	3S3	2E	3E	4E	>=5E				
Viernes	Capilluca-Magdalena	2	3	26	9	3	6	0	14	2	1	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	48.7%
	Capilluca-Magdalena	0	1	28	9	5	7	1	16	0	1	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119	51.3%
	Ambos	2	4	54	18	8	13	1	30	2	2	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	232	100.0%

Fuente: Elaboración Propia

**VOLUMEN Y CLASIFICACION VEHICULAR - IMD (Veh/ía)**

IMD	Sentido	Auto	Station Wagon	Camión pick up	Camión Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Volquete 2E	Volquet + 3E	Semitrayler			Cisternas y Mezcladoras				C 7 Ejes	TOTAL	%	
													2S3	3S1/2S2	3S3	2E	3E	4E	>=5E				
IMD	Capilluca-Magdalena	2	3	26	9	3	6	0	14	2	1	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	49%
	Capilluca-Magdalena	0	1	28	9	5	7	1	16	0	1	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119	51%
	Ambos	2	4	54	18	8	13	1	30	2	2	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	232	100%

El volumen vehicular, entre Capilluca-Chichicay, corresponde principalmente a volquetes de/hacia los botaderos

**TIPO DE VEHICULO QUE UTILIZA EL TRAMO SAN JUAN-CAPILLUCA**



## **ANEXO C:**

**CUADRO N° 1: Relación de proyectos de rugosidad evaluado con equipo MERLIN**

**CUADRO N° 2: Resultados de rugosidad y serviciabilidad**

N°	PROYECTO	SECTOR	TRAMO	SUBTRAMO	LONGITUD	DEPARTAMENTO	PAVIMENTO	FECHA
1	PANAMERICANA SUR	DV. AREQUIPA-CAJ. MOQUEGUA	DESVIÓ MOLLENDO-EL FISCAL	KM 982+000-KM 1040+000	58.0	AREQUIPA	GARPETA ASFALTICA ANTIGUA	May-93
2	PANAMERICANA SUR	DESVIÓ MOQUEGUA-TACNA	PTE MONTALVO-PTE CAMIARA	KM 1140+000-KM 1213+000	73.0	MOQUEGUA-TACNA	GARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Jun-93
3	PANAMERICANA SUR	DESVIÓ MOQUEGUA-TACNA	PTE CAMIARA-TACNA	KM 1213+000-KM 1291+000	78.0	TACNA	GARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Jun-93
4	CARRETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	HUAYRE-CHICRIN	KM 247+000-KM 323+500	76.5	JUNIN-PASCO	GARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Sep-93
5	CARRETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 2+400-KM 33+300	36.9	PASCO-HUANUCO	GARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Sep-93
6	CARRETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 39+300-KM 46+500	7.2	HUANUCO	TRATAMIENTO SUPERF. BICAPA	Sep-93
7	CARRETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 46+500-KM 83+500	37.0	HUANUCO	GARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Sep-93
8	PANAMERICANA NORTE	SULLANA-AGUAS VERDES	SULLANA-DESVIÓ TALARÁ	KM 1016+700-KM 1092+300	74.5	PIURA	GARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Oct-93
9	PANAMERICANA NORTE	SULLANA-AGUAS VERDES	DESVIÓ TALARÁ-CANCAS	KM 1093+300-KM 1196+000	102.7	PIURA-TUMBES	GARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Nov-93
10	PANAMERICANA NORTE	SULLANA-AGUAS VERDES	CANCAS-AGUAS VERDES	KM 1196+000-KM 1294+000	98.0	TUMBES	GARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Nov-93
11	LA OROYA-TARMA-SATIPO	LA OROYA-TARMA	DESVIÓ LAS VEGAS-TARMA	KM 20+000-KM 32+500	12.5	JUNIN	GARPETA ASFALTICA NUEVA	Mar-94
12	PATUVILCA-HUARAZ-CARAZ	COHOCOCCHA-CATAC	COHOCOCCHA-PTE. SAHUAY	KM 122+000 - KM 127+000	5.0	ANCASH	GARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Apr-94
13	PATUVILCA-HUARAZ-CARAZ	COHOCOCCHA-CATAC	COHOCOCCHA-PTE. SAHUAY	KM 127+000 - KM 135+400	8.4	ANCASH	TRATAMIENTO SUPERF. BICAPA	Apr-94
14	PATUVILCA-HUARAZ-CARAZ	COHOCOCCHA-CATAC	COHOCOCCHA-PTE. SAHUAY	KM 135+400 - KM 143+200	7.6	ANCASH	GARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Apr-94
15	PATUVILCA-HUARAZ-CARAZ	COHOCOCCHA-CATAC	PUENTE SAHUAY-CATAC	KM 143+200 - KM 165+400	22.2	ANCASH	GARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Apr-94
16	PATUVILCA-HUARAZ-CARAZ	COHOCOCCHA-CATAC	PUENTE SAHUAY-CATAC	KM 143+200 - KM 165+400	22.2	ANCASH	TRATAMIENTO SUPERF. BICAPA	Apr-94
17	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	PTE. SANTA - PACASMAYO	KM 445+007-KM 668+055	223.0	LA LIBERTAD	GARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Sep-94
18	AREQUIPA-JULIACA-PUNO	AREQUIPA-JULIACA	YURA-PATAHUASI	KM 0+000 - KM 11+000	11.0	AREQUIPA	GARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Nov-94
19	AREQUIPA-JULIACA-PUNO	AREQUIPA-JULIACA	YURA-PATAHUASI	KM 11+000 - KM 52+000	41.0	AREQUIPA	BASE GRANULAR O AFIRMADO	Nov-94
20	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	ILO-DESAGUADERO	ILO-PANAMERICANA SUR	KM 0+000-KM 7+200	7.2	MOQUEGUA	GARPETA ASFALTICA NUEVA	Jan-95
21	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	ILO-DESAGUADERO	ILO-PANAMERICANA SUR	KM 17+200-KM 12+500	5.3	MOQUEGUA	BASE GRANULAR O AFIRMADO	Jan-95
22	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	ILO-DESAGUADERO	ILO-PANAMERICANA SUR	KM 12+500-KM 42+700	30.2	MOQUEGUA	GARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Jan-95
23	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	ILO-DESAGUADERO	VARIANTE CEMENTERÍA	KM 90+800-KM 98+700	8.9	MOQUEGUA	BASE GRANULAR O AFIRMADO	Jan-95
24	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	ILO-DESAGUADERO	SAMEGUA-TORATA	KM 99+700-KM 120+000	20.3	MOQUEGUA	TRATAMIENTO SUPERF. BICAPA	Jan-95
25	NAZCA-ABANCAY-CUZCO	PUQUIO-CHALHUANCA	PUQUIO-DESVIÓ PAMPACHIRI	KM 0+000-KM 90+000	90.0	AYACUCHO	BASE GRANULAR O AFIRMADO	Feb-95
26	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	TRUJILLO-PACASMAYO	KM 568+700-KM 573+870	5.2	LIBERTAD	GARPETA ASFALTICA NUEVA	Feb-95
27	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	TRUJILLO-PACASMAYO	KM 573+800-KM 591+000	17.2	LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Feb-95
28	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	TRUJILLO-PACASMAYO	KM 591+000-KM 628+064	37.1	LIBERTAD	GARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Feb-95
29	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	VIA EVITAMIENTO TRUJILLO	KM 0+000-KM 6+200	6.2	LIBERTAD	GARPETA ASFALTICA NUEVA	Feb-95
30	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	VIA EVITAMIENTO TRUJILLO	KM 6+200-KM 23+600	17.4	LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Feb-95
31	LIMA-CANTA	LIMA-APAN	KM 21+000-KM 71+000	50.0	LIMA	GARPETA ASFALTICA ANTIGUA	May-95	
32	PANAMERICANA NORTE	RUTA DE OLMOS	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 0+800-KM 6+000	7.2	LAMBAYEQUE	RECAPADO ASFALTICO	Jun-95
33	PANAMERICANA NORTE	RUTA DE OLMOS	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 8+000-KM 63+000	60.0	LAMBAYEQUE	GARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Jun-95
34	PANAMERICANA NORTE	RUTA DE OLMOS	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 68+000-KM 81+000	13.0	LAMBAYEQUE	RECAPADO ASFALTICO	Jun-95
35	PANAMERICANA NORTE	RUTA DE OLMOS	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 81+000-KM 86+000	5.0	LAMBAYEQUE	GARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Jun-95
36	PANAMERICANA NORTE	RUTA DE OLMOS	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 86+000-KM 91+800	5.8	LAMBAYEQUE	GARPETA ASFALTICA NUEVA	Jun-95
37	PANAMERICANA NORTE	SULLANA-AGUAS VERDES	CANCAS-AGUAS VERDES	KM 1196+000-KM 1224+000	28.0	TUMBES	GARPETA SELLO ASFALTICO	Aug-95
38	PANAMERICANA NORTE	SULLANA-AGUAS VERDES	CANCAS-AGUAS VERDES	KM 1224+000-KM 1294+000	70.0	TUMBES	GARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Aug-95
39	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	TRUJILLO-PACASMAYO	KM 574+000-KM 597+000	23.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Aug-95
40	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	TRUJILLO-PACASMAYO	KM 597+000-KM 605+000	8.0	LA LIBERTAD	GARPETA ASFALTICA NUEVA	Aug-95
41	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	TRUJILLO-PACASMAYO	KM 605+000-KM 611+000	6.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Aug-95
42	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	TRUJILLO-PACASMAYO	KM 611+000-KM 617+000	6.0	LA LIBERTAD	GARPETA ASFALTICA NUEVA	Aug-95
43	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	TRUJILLO-PACASMAYO	KM 617+000-KM 643+000	26.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Aug-95
44	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	TRUJILLO-PACASMAYO	KM 643+000-KM 658+000	15.0	LA LIBERTAD	GARPETA ASFALTICA NUEVA	Aug-95
45	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	TRUJILLO-PACASMAYO	KM 658+000-KM 661+000	3.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Aug-95
46	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	TRUJILLO-PACASMAYO	KM 661+000-KM 665+000	4.0	LA LIBERTAD	GARPETA ASFALTICA NUEVA	Aug-95
47	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	TRUJILLO-PACASMAYO	KM 665+000-KM 668+000	3.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Aug-95
48	PATUVILCA-HUARAZ-CARAZ	CATAC-ANTA	CATAC-HUARAZ	KM 0+000 - KM 35+000	35.0	ANCASH	TRATAMIENTO SUPERF. BICAPA	Sep-95
49	PATUVILCA-HUARAZ-CARAZ	CATAC-ANTA	HUARAZ-ANTA	KM 0+000-KM 29+500	20.5	ANCASH	TRATAMIENTO SUPERF. BICAPA	Sep-95
50	PANAMERICANA NORTE	LAMBAYEQUE-PIURA	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 10+000-KM 6+500	6.5	LAMBAYEQUE	GARPETA SELLO ASFALTICO	Oct-95
51	PANAMERICANA NORTE	LAMBAYEQUE-PIURA	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 6+500-KM 85+000	78.5	LAMBAYEQUE	RECAPADO ASFALTICO	Oct-95
52	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	PUENTE SANTA-TRUJILLO	KM 445+027-KM 447+250	2.2	LA LIBERTAD	GARPETA ASFALTICA NUEVA	Dec-95
53	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	PUENTE SANTA-TRUJILLO	KM 447+250-KM 461+000	13.9	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Dec-95
54	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	PUENTE SANTA-TRUJILLO	KM 461+000-KM 474+000	13.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Dec-95
55	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	PUENTE SANTA-TRUJILLO	KM 474+000-KM 478+300	4.3	LA LIBERTAD	GARPETA ASFALTICA NUEVA	Dec-95
56	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	PUENTE SANTA-TRUJILLO	KM 478+300-KM 485+400	10.1	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Dec-95
57	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	PUENTE SANTA-TRUJILLO	KM 485+400-KM 506+700	20.3	LA LIBERTAD	GARPETA ASFALTICA NUEVA	Dec-95
58	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	PUENTE SANTA-TRUJILLO	KM 506+700-KM 544+700	36.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Dec-95
59	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	PUENTE SANTA-TRUJILLO	KM 544+700-KM 552+000	7.7	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Dec-95
60	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASMAYO	PUENTE SANTA-TRUJILLO	KM 552+000-KM 553+000	6.1	LA LIBERTAD	GARPETA ASFALTICA NUEVA	Dec-95

Cuadro N° 1  
Relación de Proyectos de Rugosidad evaluada con MERLIN

EVALUACION DE LA RUGOSIDAD DE LA CARRETERA CANETE-YAUYES-CHUPACA CON EQUIPO MERLIN  
TRAMO KM. 89+000 - KM. 94+000  
Juan Carlos Gómez Vega

N°	PROYECTO	SECTOR	TRAMO	SUBTRAMO	LONGITUD	DEPARTAMENTO	PAVIMENTO	FECHA
61	PAHAMERICANA NORTE	AUTOPISTA ANCON-HUACHO	RIO SECO-HUACHO	KM 110-KM 149 (VIA IZQUI.)	39.0	LIMA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jan-96
62	PAHAMERICANA NORTE	LAMBAYEQUE-PIURA	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 0+000-KM 6+500	6.5	LAMBAYEQUE	CARPETA SELLO ASFALTICO	Apr-96
63	PAHAMERICANA NORTE	LAMBAYEQUE-PIURA	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 6+500-KM 86+000	79.5	LAMBAYEQUE	RECAPADO ASFALTICO	Apr-96
64	PAHAMERICANA NORTE	LAMBAYEQUE-PIURA	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 86+000-KM 91+800	5.8	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Apr-96
65	CARRETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 0+000-KM 5+000	5.0	PASCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Mar-96
66	CARRETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 5+000-KM 7+000	2.0	PASCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Mar-96
67	CARRETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 7+000-KM 10+000	3.0	PASCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Mar-96
68	CARRETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 10+000-KM 49+000	30.0	PASCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Mar-96
69	CARRETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 49+000-KM 72+000	32.0	PASCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Mar-96
70	CARRETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 72+000-KM 85+500	14.5	PASCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Mar-96
71	CARRETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 85+500-KM 91+800	46.5	HUANUCO	RECAPADO ASFALTICO	Jun-96
72	CA1-SENSUNTEPEQUE	SAN RAFAEL -SENSUNTEPEQUE	SAN RAFAEL-DV.ILOBASCO	KM 40+700-KM 52+000	11.3	EL SALVADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-96
73	CA1-SENSUNTEPEQUE	SAN RAFAEL -SENSUNTEPEQUE	SAN RAFAEL-DV.ILOBASCO	KM 52+000-KM 54+600	2.6	EL SALVADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-96
74	CA1-SENSUNTEPEQUE	SAN RAFAEL -SENSUNTEPEQUE	SAN RAFAEL-DV.ILOBASCO	KM 54+600-KM 69+000	5.4	EL SALVADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-96
75	CA1-SENSUNTEPEQUE	SAN RAFAEL -SENSUNTEPEQUE	SAN RAFAEL-DV.ILOBASCO	KM 69+000-KM 69+000	9.8	EL SALVADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-96
76	CA1-SENSUNTEPEQUE	SAN RAFAEL -SENSUNTEPEQUE	SAN RAFAEL-DV.ILOBASCO	KM 69+000-KM 83+200	13.4	EL SALVADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-96
77	TRONCAL CA1	SAN RAFAEL -SAN VICENTE	SAN RAFAEL-SAN VICENTE	KM 40+000-KM 50+000	10.0	EL SALVADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-96
78	CA2 (DEL LITORAL)	LA LIBERTAD-COMALAPA	LA LIBERTAD-COMALAPA	KM 40+000-KM 69+000	20.0	EL SALVADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-96
79	CA2 (DEL LITORAL)	LA LIBERTAD-KILO	LA LIBERTAD-KILO	KM 0+000-KM 20+000	20.0	EL SALVADOR	BASE GRANULAR	Jul-96
80	AUTOPISTA SUR	TORRE DEMOCR.-MONSERRAT	TORRE DEMOCR.-MONSERRAT	KM 44+000-KM 85+000	22.0	LIMA	TRATAMIENTO MICROPAV.	Sept-96
81	PAHAMERICANA NORTE	DV. ANCON-CHANCAY	SERPENTIN DE PASAMAYO	KM 127+190-KM 135+410	8.3	ANCASH	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Oct-96
82	PATNILCA-HUARAZ-CARAZ	COHOCOCOCHACATAC	COHOCOCOCHA-PUNTE SAHUAY	KM 143+000-KM 166+000	23.0	LIMA	TRATAMIENTO SUPERF. BICAPA	Nov-96
83	PAHAMERICANA NORTE	DV. ANCON-CHANCAY	SERPENTIN DE PASAMAYO	KM 713+285-KM 784+383	53.3	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Nov-96
84	PAHAMERICANA NORTE	LMTE REG.-EMPALME RUTA 1N	KM 766+624-KM 769+264 (S-N)	KM 766+624-KM 769+264	2.6	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Nov-96
85	PAHAMERICANA NORTE	LMTE REG.-EMPALME RUTA 1N	KM 766+624-KM 769+264 (S-N)	KM 766+624-KM 769+264	2.6	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Nov-96
86	PAHAMERICANA NORTE	LMTE REG.-EMPALME RUTA 1N	KM 766+624-KM 769+264 (S-N)	KM 766+624-KM 769+264	2.6	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Nov-96
87	PAHAMERICANA NORTE	LMTE REG.-EMPALME RUTA 1N	KM 772+000-KM 782+119 (S-N)	KM 772+000-KM 782+119	10.1	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Nov-96
88	PAHAMERICANA NORTE	LMTE REG.-EMPALME RUTA 1N	KM 772+000-KM 782+119 (S-N)	KM 772+000-KM 782+119	10.1	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Nov-96
89	PAHAMERICANA NORTE	LMTE REG.-EMPALME RUTA 1N	KM 782+119-KM 784+383	KM 782+119-KM 784+383	2.3	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Nov-96
90	HUANUCO-TINGO MARIA	HUANUCO-CARACOL	KM 409+000 - KM 468+000	KM 409+000 - KM 468+000	26.0	HUANUCO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Nov-96
91	HUANUCO-TINGO MARIA	HUANUCO-CARACOL	KM 432+000 - KM 440+000	KM 432+000 - KM 440+000	8.0	HUANUCO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Nov-96
92	CUZCO-JULIACA-DESAGUADERO	CUZCO-JULIACA	KM 0+000 - KM 95+000	KM 0+000 - KM 95+000	96.0	CUZCO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	May-97
93	CUZCO-JULIACA-DESAGUADERO	CUZCO-JULIACA	KM 0+000 - KM 95+000	KM 0+000 - KM 95+000	96.0	CUZCO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Jun-97
94	AREQUIPA-JULIACA	AREQUIPA-PATAHUASI (CD)	AREQUIPA-YURA	KM 0+000 - KM 19+000	19.0	AREQUIPA	TRATAMIENTO SUPERF. BICAPA	Jun-97
95	AREQUIPA-JULIACA	AREQUIPA-PATAHUASI (CI)	AREQUIPA-YURA	KM 0+000 - KM 13+000	13.0	AREQUIPA	TRATAMIENTO SUP. BICAPA	Jun-97
96	CARRETERA CENTRAL	LA OROYA-HUANUCO	HUAYRE-CHICRIN (CD)	KM 0+000 - KM 72+000	72.0	HUANUCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-97
97	CARRETERA CENTRAL	LA OROYA-HUANUCO	HUAYRE-CHICRIN (CI)	KM 0+000 - KM 72+000	72.0	HUANUCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-97
98	HUANCAYO-AYACUCHO	HUANCAYO-AYACUCHO	AYACUCHO-HUANTA	AYACUCHO-HUANTA	400.0	AYACUCHO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Oct-97
99	HUANCAYO-AYACUCHO	HUANCAYO-AYACUCHO	HUANTA-WAYOCC	AYACUCHO-WAYOCC		AYACUCHO	BASE GRANULAR O AFIRMADO	Oct-97
100	HUANCAYO-AYACUCHO	IMPERIAL-MAYOCC	PANPAS-IMPERIAL	PANPAS-IMPERIAL		HUANCAVELICA	BASE GRANULAR O AFIRMADO	Oct-97
101	HUANCAYO-AYACUCHO	IMPERIAL-MAYOCC	PANPAS-MAYOCC	PANPAS-MAYOCC		AYACUCHO	BASE GRANULAR O AFIRMADO	Oct-97
102	PISCO-AYACUCHO	SAN CLEMENTE-PUNTE PACRA	KM 0+000 - KM 80+000	KM 0+000 - KM 80+000	80.0	ICA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Dec-97
103	PISCO-AYACUCHO	SAN CLEMENTE-PUNTE PACRA	KM 80+000 - KM 80+000	KM 0+000 - KM 80+000	80.0	ICA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Dec-97
104	RIO SECO-DESAGUADERO	RIO SECO-GUAGUI	KM 0+612-KM 72+750	KM 0+612-KM 72+750	72.1	LA PAZ-BOLIVIA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Feb-98
105	RIO SECO-DESAGUADERO	RIO SECO-GUAGUI	KM 0+612-KM 72+750	KM 0+612-KM 72+750	72.1	LA PAZ-BOLIVIA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Feb-98
106	PAHAMERICANA NORTE	LAMBAYEQUE-PIURA	LAMBAYEQUE-OLMOS (2° AÑO)	KM 0+000-KM 6+500	6.5	LAMBAYEQUE	CARPETA SELLO ASFALTICO	Dec-97
107	PAHAMERICANA NORTE	LAMBAYEQUE-PIURA	LAMBAYEQUE-OLMOS (2° AÑO)	KM 6+500-KM 86+000	79.5	LAMBAYEQUE	RECAPADO ASFALTICO	Dec-97
108	PAHAMERICANA NORTE	LAMBAYEQUE-PIURA	LAMBAYEQUE-OLMOS (2° AÑO)	KM 86+000-KM 91+800	5.8	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Dec-97
109	HUANUCO-TINGO MARIA	HUANUCO-MIRADOR	KM 409+000 - KM 468+000 (C.D.)	KM 409+000 - KM 468+000	59.0	HUANUCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jun-98
110	HUANUCO-TINGO MARIA	HUANUCO-MIRADOR	KM 409+000 - KM 468+000 (C.I.)	KM 409+000 - KM 468+000	59.0	HUANUCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jun-98
111	HUANUCO-TINGO MARIA	MIRADOR-TINGO MARIA	KM 409+000 - KM 468+000 (C.D.)	KM 468+000 - KM 528+000	60.0	HUANUCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jun-98
112	HUANUCO-TINGO MARIA	MIRADOR-TINGO MARIA	KM 409+000 - KM 468+000 (C.I.)	KM 468+000 - KM 528+000	60.0	HUANUCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jun-98
113	COCHABAMBA-QUILLACOLLO	VIA NORTE	KM 1+200 - KM 14+600	KM 1+200 - KM 14+600	13.4	COCHABAMBA-BOLIVIA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-98
114	COCHABAMBA-QUILLACOLLO	VIA SUR	KM 1+200 - KM 14+600	KM 1+200 - KM 14+600	13.4	COCHABAMBA-BOLIVIA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-98
115	RIO NIEVA-RIOJA	PTE. NIEVA-PTE. EL AFLUENTE	KM 381+400 - KM 402+700	KM 381+400 - KM 402+700	21.3	SAN MARTIN	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Aug-98
116	PISCO-AYACUCHO	PTE. PACRA-PTE. CHOCCOLOCHA	KM 80+200 - KM 168+800	KM 80+200 - KM 168+800	88.8	ICA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Sep-98
117	PISCO-AYACUCHO	PTE. PACRA-PTE. CHOCCOLOCHA	KM 80+200 - KM 168+800	KM 80+200 - KM 168+800	88.8	ICA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Sep-98

Cuadro N° 1 (Continuación)  
Relación de Proyectos de Rugosidad evaluada con MERLIN

N°	PROYECTO	SUBTRAMO	PAVIMENTO	Rpromedio	DESVIACION	COEFICIENTE	Rcaracterístico	SERVICIABILIDAD
				(IRI)	STANDARD	VARIACION	(IRI)	(PSI)
1	PANAMERICANA SUR	KM 982+000-KM 1040+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	6.11	0.99	16.20	7.74	1.22
2	PANAMERICANA SUR	KM 1140+000-KM 1213+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	6.48	1.44	22.22	8.85	1.00
3	PANAMERICANA SUR	KM 1213+000-KM 1291+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	6.35	1.69	29.76	9.46	0.90
4	CARRETERA CENTRAL	KM 247+000-KM 323+500	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	4.89	1.50	30.67	7.36	1.31
5	CARRETERA CENTRAL	KM 2+400-KM 359+300	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	3.87	1.23	31.78	5.69	1.71
6	CARRETERA CENTRAL	KM 39+300-KM 46+500	TRATAMIENTO BICAPA	5.13	0.91	17.74	6.63	1.50
7	CARRETERA CENTRAL	KM 46+500-KM 83+500	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	2.35	0.55	23.40	3.25	2.77
6	PANAMERICANA NORTE	KM 1018+700-KM 1093+300	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	5.01	1.75	34.93	7.89	1.19
9	PANAMERICANA NORTE	KM 1093+300-KM 1196+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	2.07	0.36	17.29	2.66	3.08
10	PANAMERICANA NORTE	KM 1196+000-KM 1294+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	2.41	0.37	15.35	3.02	2.89
11	LA OROYA-TARMA-SATIPO	KM 20+000-KM 32+500	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.44	0.33	13.52	2.96	2.51
12	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	KM 122+000 - KM 127+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	7.31	1.00	13.68	8.96	0.98
13	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	KM 127+000 - KM 135+400	TRATAMIENTO BICAPA	3.80	0.29	7.63	4.28	2.30
14	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	KM 135+400 - KM 143+200	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	7.59	1.35	17.79	9.81	0.84
15	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	KM 143+200 - KM 165+400	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	6.39	1.33	20.81	8.58	1.05
16	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	KM 143+200 - KM 165+400	TRATAMIENTO BICAPA	4.40	0.72	16.36	5.58	1.81
17	PANAMERICANA NORTE	KM 445+087-KM 668+055	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	4.61	0.71	15.40	5.78	1.75
18	AREQUIPA-JULIACA-PUNO	KM 0+000 - KM 11+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	4.07	0.73	17.94	5.27	1.92
19	AREQUIPA-JULIACA-PUNO	KM 11+000 - KM 52+000	BASE GRANULAR O AFIRMADO	10.83	1.51	13.94	13.31	0.44
20	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	KM 0+000-KM 7+200	CARPETA ASFALTICA NUEVA	3.16	0.15	4.75	3.41	2.69
21	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	KM 7+200-KM 12+500	BASE GRANULAR O AFIRMADO	5.33	0.74	13.88	6.55	1.52
22	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	KM 12+500-KM 42+700	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	4.01	0.94	23.44	5.56	1.82
23	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	KM 90+800-KM 99+700	BASE GRANULAR O AFIRMADO	10.88	2.59	23.58	15.24	0.31
24	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	KM 99+700-KM 120+000	TRATAMIENTO BICAPA	5.41	1.64	30.31	8.11	1.14
25	NAZCA-ABANCAY-CUZCO	KM 0+000-KM 90+000	BASE GRANULAR O AFIRMADO	12.19	0.15	1.23	12.44	0.52
26	PANAMERICANA NORTE	KM 563+700-KM 573+070	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.19	0.14	11.76	1.42	3.56
27	PANAMERICANA NORTE	KM 573+000-KM 591+000	RECAPADO ASFALTICO	1.56	0.20	12.82	1.89	3.55
28	PANAMERICANA NORTE	KM 591+000-KM 668+054	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	4.22	1.51	35.78	6.70	1.48
29	PANAMERICANA NORTE	KM 0+000-KM 6+200	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.33	0.16	12.03	1.59	3.74
30	PANAMERICANA NORTE	KM 6+200-KM 23+600	RECAPADO ASFALTICO	1.26	0.18	14.29	1.56	3.77
31	LIMA-CANTA	KM 21+000-KM 71+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	5.61	0.95	16.93	7.17	1.36
32	PANAMERICANA NORTE	KM 0+800-KM 8+000	RECAPADO ASFALTICO	2.90	0.44	15.17	3.62	2.59
33	PANAMERICANA NORTE	KM 8+000-KM 68+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	4.87	1.14	23.41	6.75	1.47
34	PANAMERICANA NORTE	KM 68+000-KM 81+000	RECAPADO ASFALTICO	1.81	0.30	16.57	2.30	3.29
35	PANAMERICANA NORTE	KM 81+000-KM 86+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	6.56	0.83	12.65	7.93	1.18
36	PANAMERICANA NORTE	KM 86+000-KM 91+800	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.47	0.15	10.20	1.72	3.66
37	PANAMERICANA NORTE	KM 1196+000-KM 1224+000	CARPETA CON SELLO ASFALT.	1.84	0.35	19.02	2.42	3.22
38	PANAMERICANA NORTE	KM 1224+000-KM 1294+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	1.30	0.20	15.38	1.63	3.72
39	PANAMERICANA NORTE	KM 574+000-KM 597+000	RECAPADO ASFALTICO	1.40	0.18	12.86	1.70	3.67
40	PANAMERICANA NORTE	KM 597+000-KM 605+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.41	0.25	17.73	1.82	3.59
41	PANAMERICANA NORTE	KM 605+000-KM 611+000	RECAPADO ASFALTICO	1.84	0.30	18.29	2.13	3.39
42	PANAMERICANA NORTE	KM 611+000-KM 617+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.36	0.25	16.36	1.77	3.62
43	PANAMERICANA NORTE	KM 617+000-KM 643+000	RECAPADO ASFALTICO	1.39	0.19	13.67	1.70	3.67
44	PANAMERICANA NORTE	KM 643+000-KM 658+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.18	0.16	13.56	1.44	3.85
45	PANAMERICANA NORTE	KM 658+000-KM 661+000	RECAPADO ASFALTICO	1.49	0.33	22.15	2.03	3.46
46	PANAMERICANA NORTE	KM 661+000-KM 665+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.25	0.06	4.80	1.35	3.91
47	PANAMERICANA NORTE	KM 665+000-KM 668+000	RECAPADO ASFALTICO	1.43	0.29	20.28	1.91	3.53
48	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	KM 0+000 - KM 35+000	TRATAMIENTO BICAPA	3.80	0.82	21.58	5.15	1.96
49	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	KM 0+000-KM 20+500	TRATAMIENTO BICAPA	3.99	1.16	29.07	5.90	1.71
50	PANAMERICANA NORTE	KM 0+000-KM 6+500	CARPETA CON SELLO ASFALT.	2.91	0.60	20.62	3.90	2.46
51	PANAMERICANA NORTE	KM 6+500-KM 85+000	RECAPADO ASFALTICO	2.14	0.38	17.76	2.77	3.02
52	PANAMERICANA NORTE	KM 445+067-KM 447+250	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.49	0.28	18.79	1.95	3.51
53	PANAMERICANA NORTE	KM 447+250-KM 461+000	RECAPADO ASFALTICO	1.21	0.14	11.57	1.44	3.85
54	PANAMERICANA NORTE	KM 461+000-KM 474+000	RECAPADO ASFALTICO	1.62	0.28	17.28	2.08	3.43
55	PANAMERICANA NORTE	KM 474+000-KM 478+300	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.35	0.17	12.59	1.63	3.72
56	PANAMERICANA NORTE	KM 478+300-KM 468+400	RECAPADO ASFALTICO	1.19	0.14	11.76	1.42	3.86
57	PANAMERICANA NORTE	KM 488+400-KM 508+700	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.31	0.19	14.50	1.62	3.72
58	PANAMERICANA NORTE	KM 508+700-KM 544+700	RECAPADO ASFALTICO	1.43	0.33	23.08	1.97	3.49
59	PANAMERICANA NORTE	KM 544+700-KM 552+400	RECAPADO ASFALTICO	1.84	0.53	28.60	2.71	3.05
60	PANAMERICANA NORTE	KM 552+400-KM 558+500	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.29	0.19	14.73	1.60	3.74

Cuadro N° 2  
Resultados de Rugosidad y Serviciabilidad

Fuente: Fabio del Águila R.

Experiencias y resultados obtenidos en la evaluación de la rugosidad de más de 3000 km de pavimentos en el Perú y otros países

N°	PROYECTO	SUBTRAMO	PAVIMENTO	Rpromedio (IRI)	DESVIACION STANDARD	COEFICIENTE VARIACION	Rcaracterístico (IRI)	SERVICIABILIDAD (PSI)
61	PANAMERICANA NORTE	KM 110-KM 140 (VIA IZQU.)	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.49	0.27	18.12	1.93	3.52
62	PANAMERICANA NORTE	KM 0+000-KM 6+500	CARPETA CON SELLO ASFALT.	2.64	0.28	10.81	3.10	2.85
63	PANAMERICANA NORTE	KM 6+500-KM 86+000	RECAPADO ASFALTICO	1.77	0.36	20.34	2.36	3.25
64	PANAMERICANA NORTE	KM 86+000-KM 91+300	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.45	0.32	22.07	1.98	3.49
65	CARRETERA CENTRAL	KM 0+000-KM 5+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.28	0.26	11.50	2.69	3.07
66	CARRETERA CENTRAL	KM 5+000-KM 7+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.59	0.15	5.79	2.84	2.99
67	CARRETERA CENTRAL	KM 7+000-KM 10+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.30	0.25	10.87	2.71	3.05
68	CARRETERA CENTRAL	KM 10+000-KM 40+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.35	0.30	12.77	2.84	2.98
69	CARRETERA CENTRAL	KM 40+000-KM 72+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.26	0.36	15.93	2.85	2.98
70	CARRETERA CENTRAL	KM 72+000-KM 86+500	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.87	0.25	13.37	2.28	3.30
71	CARRETERA CENTRAL	KM 40+000-KM 86+500	RECAPADO ASFALTICO	2.13	0.37	17.37	2.74	3.04
72	CA1-SENSUNTE PEQUE	KM 40+700-KM 52+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.58	0.24	15.19	1.97	3.49
73	CA1-SENSUNTE PEQUE	KM 52+000-KM 54+600	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.60	0.12	7.50	1.80	3.61
74	CA1-SENSUNTEPEQUE	KM 54+600-KM 60+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.60	0.16	10.00	1.86	3.56
75	CA1-SENSUNTEPEQUE	KM 60+000-KM 69+300	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.52	0.20	13.16	1.85	3.57
76	CA1-SENSUNTEPEQUE	KM 69+300-KM 83+200	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.85	0.23	12.43	2.23	3.33
77	TRONCAL CA1	KM 40+000-KM 50+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.68	0.39	14.55	3.32	2.73
78	CA2 (DEL LITORAL)	KM 40+000-KM 60+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.32	0.24	10.34	2.71	3.05
79	CA2 (DEL LITORAL)	KM 0+000-KM 20+000	BASE GRANULAR	3.91	0.19	4.88	4.22	2.32
80	AUTOPISTA SUR	CALLE URBANA	TRATAMIENTO MICROPAVIM.	3.60	0.20	5.56	3.93	2.45
81	PANAMERICANA NORTE	KM 44+000-KM 66+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.90	0.34	17.89	2.46	3.20
82	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	KM 127+100-KM 135+410	TRATAMIENTO BICAPA	3.16	0.55	17.41	4.06	2.39
83	PANAMERICANA NORTE	KM 143+000-KM 166+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.85	0.27	14.59	2.29	3.29
84	PANAMERICANA NORTE	KM 713+285-KM 766+624	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.98	0.45	22.73	2.72	3.05
85	PANAMERICANA NORTE	KM 766+624-KM 769+264	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.13	0.21	9.86	2.48	3.19
86	PANAMERICANA NORTE	KM 766+624-KM 769+264	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.64	0.49	18.56	3.45	2.67
87	PANAMERICANA NORTE	KM 772+000-KM 782+119	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.37	0.73	30.80	3.57	2.61
88	PANAMERICANA NORTE	KM 772+000-KM 782+119	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.28	0.58	25.44	3.23	2.78
89	PANAMERICANA NORTE	KM 782+119-KM 784+383	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.24	0.23	10.27	2.62	3.11
90	HUANUCO-TINGO MARIA	KM 442+000 - KM 468+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	3.46	1.21	34.97	5.45	1.86
91	HUANUCO-TINGO MARIA	KM 432+000 - KM 440+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	2.55	0.43	16.86	3.26	2.77
92	CUZCO-JULIACA-DESAGUADERO	KM 0+000 - KM 96+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	3.41	1.20	35.19	5.38	1.88
93	CUZCO-JULIACA-DESAGUADERO	KM 0+000 - KM 96+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	3.66	1.39	37.98	5.95	1.70
94	AREQUIPA-JULIACA	KM 0+000 - KM 19+000 CD	TRATAMIENTO BICAPA	3.12	0.55	17.63	4.02	2.41
95	AREQUIPA-JULIACA	KM 0+000 - KM 19+000 CI	TRATAMIENTO BICAPA	3.29	0.76	23.71	4.57	2.18
96	CARRETERA CENTRAL	LA OROYA-HUANUCO C.D.	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.23	0.24	19.51	1.62	3.72
97	CARRETERA CENTRAL	LA OROYA-HUANUCO C.I.	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.24	0.28	22.58	1.70	3.67
98	HUANCAYO-AYACUCHO	AYACUCHO-HUANTA	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	6.85	0.10	1.50	6.81	1.45
99	HUANCAYO-AYACUCHO	HUANTA-MAYOCC	BASE GRANULAR O AFIRMADO	6.65	0.05	0.75	6.73	1.47
100	HUANCAYO-AYACUCHO	PAMPAS-IMPERIAL	BASE GRANULAR O AFIRMADO	7.75	0.10	1.29	7.91	1.19
101	HUANCAYO-AYACUCHO	PAMPAS-MAYOCC	BASE GRANULAR O AFIRMADO	11.00	0.10	0.91	11.16	0.86
102	PISCO-AYACUCHO	KM 0+000 - KM 80+000 CD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.66	0.33	19.88	2.20	3.35
103	PISCO-AYACUCHO	KM 0+000 - KM 80+000 CI	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.38	0.33	23.91	1.92	3.52
104	RIO SECO-DESAGUADERO	KM 0+612-KM 72+750 CD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.33	0.42	31.58	2.02	3.46
105	RIO SECO-DESAGUADERO	KM 0+612-KM 72+750 CI	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.36	0.39	28.68	2.00	3.47
106	PANAMERICANA NORTE	KM 0+000-KM 6+500	CARPETA CON SELLO ASFALT.	2.93	0.31	10.58	3.44	2.68
107	PANAMERICANA NORTE	KM 6+500-KM 86+000	RECAPADO ASFALTICO	1.87	0.38	20.32	2.50	3.18
108	PANAMERICANA NORTE	KM 86+000-KM 91+800	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.36	0.25	18.38	1.77	3.62
109	HUANUCO-TINGO MARIA	HUANUCO-MIRADOR (CD)	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.33	0.24	18.05	1.72	3.65
110	HUANUCO-TINGO MARIA	HUANUCO-MIRADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.21	0.29	23.97	1.69	3.68
111	HUANUCO-TINGO MARIA	MIRADOR-TINGO MARIA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.70	0.59	34.71	2.67	3.08
112	HUANUCO-TINGO MARIA	MIRADOR-TINGO MARIA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.68	0.47	27.98	2.45	3.20
113	COCHABAMBA-QUILLACOLLO	KM 1+200 - KM 14+600 VN	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.91	0.64	33.51	2.96	2.92
114	COCHABAMBA-QUILLACOLLO	KM 1+200 - KM 14+600 VS	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.05	0.58	28.29	3.00	2.90
115	RIO NIEVA-RIOJA	KM 381+400 - KM 402+700	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.59	0.19	11.95	1.90	3.54
116	PISCO-AYACUCHO	KM 80+200 - KM 168+800	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.38	0.25	18.12	1.79	3.61
117	PISCO-AYACUCHO	KM 80+200 - KM 168+800	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.42	0.29	20.42	1.90	3.54

Cuadro N° 2 (Continuación)  
Resultados de Rugosidad y Serviciabilidad

Fuente: Pabio del Águila R.

Experiencias y resultados obtenidos en la evaluación de la rugosidad de más de 3000 km de pavimentos en el Perú y otros países

## **ANEXO D:**

**RESUMEN DE LOS VALORES DE RUGOSIDAD (IRI) –  
ENSAYO UNI – MTC (JUNIO – JULIO)**

**HOJA DE CAMPO GRUPO N° 7 (ENSAYO 03-10-09) –  
FORMATO UNI USADO EN EL EQUIPO**

**INFORME DE MEDICIÓN DE RUGOSIDAD – GRUPO N° 7**



**UNI**

CONVENIO DE COOPERACION INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL  
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE  
 NACIONAL - PROVIAS NACIONAL Y LA UNI - FIC



Ministerio de Transportes y Comunicaciones

**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	2.30	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 borde	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 - 2.300	0.80	0.07
2.301 - 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

**UNI**

CONVENIO DE COOPERACION INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL  
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE  
 NACIONAL - PROVIAS NACIONAL Y LA UNI - FIC



**RESUMEN DE LOS VALORES DEL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL - IRI**

TRAMO TOTAL : DEL 79+500 AL 138+935  
 CARRIL DE ENSAYO : DERECHO  
 CARPETA DE RODADURA: TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA

CODIGO DEL	TRAMO		DISTANCIA	IRI	FECHA DE ENSAYO
	PROG.	PROG. FINAL			
I - 31	79+500	- 79+900	A 1.00m del borde	4.64	29/06/2009
I - 32	79+900	- 80+300	A 1.00m del borde	3.51	29/06/2009
I - 33	80+300	- 80+700	A 1.00m del borde	3.49	29/06/2009
I - 34	80+700	- 81+100	A 1.00m del borde	3.74	29/06/2009
I - 35	81+900	- 82+300	A 1.00m del borde	6.32	29/06/2009
I - 36	82+300	- 82+700	A 1.00m del borde	3.50	29/06/2009
I - 37	83+000	- 83+400	A 1.00m del borde	5.89	29/06/2009
I - 38	84+000	- 84+400	A 1.00m del borde	5.05	29/06/2009
I - 39	84+400	- 84+800	A 1.00m del borde	4.01	29/06/2009
I - 40	84+800	- 85+200	A 1.00m del borde	4.02	29/06/2009
I - 41	85+200	- 85+600	A 1.00m del borde	4.55	29/06/2009
I - 42	86+130	- 86+530	A 1.00m del borde	3.85	03/07/2009
I - 43	87+400	- 87+800	A 1.00m del borde	4.02	03/07/2009
I - 44	88+500	- 88+900	A 1.00m del borde	3.61	04/07/2009
I - 45	89+000	- 89+400	A 1.00m del borde	4.56	04/07/2009
I - 46	90+500	- 90+900	A 1.00m del borde	4.51	04/07/2009
I - 47	91+200	- 91+600	A 1.00m del borde	4.32	04/07/2009
I - 48	92+400	- 92+800	A 1.00m del borde	2.91	10/07/2009
I - 49	93+200	- 93+600	A 1.00m del borde	3.34	10/07/2009
I - 50	94+300	- 94+700	A 1.00m del borde	2.99	10/07/2009
I - 51	95+600	- 96+000	A 1.00m del borde	4.55	10/07/2009
I - 52	96+400	- 96+800	A 1.00m del borde	5.01	10/07/2009
I - 53	97+200	- 97+600	A 1.00m del borde	4.30	10/07/2009
I - 54	98+000	- 98+400	A 1.00m del borde	5.05	10/07/2009
I - 55	99+100	- 99+500	A 1.00m del borde	4.51	10/07/2009
I - 56	100+000	- 100+400	A 1.00m del borde	5.09	30/06/2009
I - 57	100+400	- 100+800	A 1.00m del borde	4.52	30/06/2009
I - 58	100+800	- 101+200	A 1.00m del borde	5.42	30/06/2009
I - 59	101+200	- 101+600	A 1.00m del borde	4.64	30/06/2009
I - 60	102+400	- 102+800	A 1.00m del borde	5.40	30/06/2009
I - 61	103+000	- 103+400	A 1.00m del borde	4.02	06/07/2009
I - 62	104+000	- 104+400	A 1.00m del borde	4.28	06/07/2009
I - 63	105+000	- 105+400	A 1.00m del borde	4.30	06/07/2009
I - 64	106+000	- 106+400	A 1.00m del borde	4.15	06/07/2009
I - 65	107+200	- 107+600	A 1.00m del borde	4.30	06/07/2009
I - 66	107+700	- 108+100	A 1.00m del borde	3.81	06/07/2009
I - 67	108+200	- 108+600	A 1.00m del borde	3.97	07/07/2009
I - 68	109+600	- 110+000	A 1.00m del borde	4.37	07/07/2009
I - 69	110+400	- 110+800	A 1.00m del borde	3.68	07/07/2009
I - 70	111+400	- 111+800	A 1.00m del borde	3.99	07/07/2009
I - 71	112+100	- 112+500	A 1.00m del borde	4.71	07/07/2009
I - 72	113+300	- 113+700	A 1.00m del borde	4.52	07/07/2009

**UNI**

CONVENIO DE COOPERACION INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL  
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE  
 NACIONAL - PROVIAS NACIONAL Y LA UNI - FIC



Ministerio de Transportes y Comunicaciones

**RESUMEN DE LOS VALORES DEL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL - IRI**

TRAMO TOTAL : DEL 79+500 AL 138+935  
 CARRIL DE ENSAYO : DERECHO  
 CARPETA DE RODADURA: TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA

CODIGO DE	TRAMO		DISTANCIA	IRI	FECHA DE ENSAYO
	PROG	PROG FINAL			
I - 73	114+900	- 115+300	A 1.00m del borde	4.73	07/07/2009
I - 74	115+300	- 115+700	A 1.00m del borde	4.86	07/07/2009
I - 75	116+600	- 117+000	A 1.00m del borde	4.30	08/07/2009
I - 76	117+600	- 118+000	A 1.00m del borde	3.82	08/07/2009
I - 77	118+600	- 119+000	A 1.00m del borde	4.71	08/07/2009
I - 78	119+500	- 119+900	A 1.00m del borde	5.10	08/07/2009
I - 79	120+300	- 120+700	A 1.00m del borde	4.52	08/07/2009
I - 80	121+800	- 122+200	A 1.00m del borde	3.67	08/07/2009
I - 81	123+300	- 123+700	A 1.00m del borde	5.24	08/07/2009
I - 82	124+100	- 124+500	A 1.00m del borde	4.82	08/07/2009
I - 83	125+500	- 125+900	A 1.00m del borde	4.04	08/07/2009
I - 84	126+400	- 126+800	A 1.00m del borde	4.59	08/07/2009
I - 85	127+400	- 127+800	A 1.00m del borde	3.48	09/07/2009
I - 86	127+800	- 128+200	A 1.00m del borde	3.66	09/07/2009
I - 87	129+300	- 129+700	A 1.00m del borde	3.80	09/07/2009
I - 88	130+100	- 130+500	A 1.00m del borde	4.48	09/07/2009
I - 89	131+600	- 132+000	A 1.00m del borde	4.32	09/07/2009
I - 90	132+400	- 132+800	A 1.00m del borde	4.32	09/07/2009
I - 91	133+500	- 133+900	A 1.00m del borde	4.29	09/07/2009
I - 92	134+500	- 134+900	A 1.00m del borde	4.49	09/07/2009
I - 93	135+500	- 135+900	A 1.00m del borde	3.93	09/07/2009
I - 94	136+590	- 136+990	A 1.00m del borde	5.03	09/07/2009
I - 95	137+300	- 137+700	A 1.00m del borde	4.73	09/07/2009
I - 96	138+535	- 138+935	A 1.00m del borde	4.46	09/07/2009

**PROMEDIO ARITMETICO**

**4.35**

Rango IRI	Longitud (Km.)	%
0 - 2.000	0.00	0.00
2.001 - 4.000	7.60	0.29
4.001 - 5.000	14.40	0.55
>= 5.001	4.40	0.17
<b>Total</b>	<b>26.40</b>	<b>1.00</b>

## GRUPO N° 7

### ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN (HOJA DE CAMPO)

PROYECTO : CARRETERA CAÑETE-YAUYES-CHUPACA  
SECTOR : Cauchán - El Chicay  
TRAMO : Km 89+000 - Km 94+000  
CARRIL : Derecho (de Chupaca - Cañete)

Juan Carlos  
Operador : Gómez Vega  
Supervisor: Ing Eligio Q.  
Fecha: 03/10/09

Ensayo N°  Km. 911500 - Km 91+100

Hora

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	27	34	30	17	14	34	21	20	28	21
2	22	16	24	23	24	21	25	18	18	25
3	22	25	25	13	25	17	19	29	17	27
4	20	30	18	18	20	21	28	14	12	27
5	23	21	29	22	31	15	38	18	28	25
6	14	11	21	28	16	18	20	20	23	37
7	19	18	30	29	29	25	27	26	25	30
8	30	28	30	22	23	22	20	28	23	25
9	24	26	20	20	24	11	18	23	28	23
10	27	19	22	18	27	30	24	22	28	22
11	23	29	22	22	27	18	25	20	27	21
12	22	17	20	24	26	18	21	24	26	29
13	21	25	22	21	21	30	25	29	24	33
14	25	15	29	33	21	20	19	34	19	23
15	18	30	22	28	24	23	24	20	22	21
16	27	25	18	23	25	28	26	26	23	26
17	23	23	19	20	23	22	27	27	26	21
18	24	24	19	29	29	30	23	31	26	21
19	20	13	23	26	21	10	22	23	15	25
20	24	26	21	21	26	30	23	15	20	33

#### Tipo de pavimento

- Afirmado
- Base granular
- Base imprimada
- Tratam. Bicapa
- Trat. Monocapa
- Carp. En caliente
- Recapeo asfáltico
- Seilo
- Otros

#### Observación

Persona que anota : Andrés Chumbe Montoro del grupo 6.

#### Medidas:

Ancho de Placa faja → Inicio = 4.45 m  
Final = 4.80 m

Ancho de Calzada → Inicio = 2.6  
Final = 3.1

\* La altura del Merlin se tomó a 0.5 m de la calzada.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
INSTITUTO DE INVESTIGACION

FORMATO PARA MEDICIONES DE RUGOSIDAD CON EQUIPO MERLIN

<del>51</del>	<del>101</del>	<del>151</del>
<del>52</del>	<del>102</del>	<del>152</del>
<del>53</del>	<del>103</del>	<del>153</del>
<del>54</del>	<del>104</del>	<del>154</del>
<del>55</del>	<del>105</del>	<del>155</del>
<del>56</del>	<del>106</del>	<del>156</del>
<del>57</del>	<del>107</del>	<del>157</del>
<del>58</del>	<del>108</del>	<del>158</del>
<del>59</del>	<del>109</del>	<del>159</del>
<del>60</del>	<del>110</del>	<del>160</del>
<del>61</del>	<del>111</del>	<del>161</del>
<del>62</del>	<del>112</del>	<del>162</del>
<del>63</del>	<del>113</del>	<del>163</del>
<del>64</del>	<del>114</del>	<del>164</del>
<del>65</del>	<del>115</del>	<del>165</del>
<del>66</del>	<del>116</del>	<del>166</del>
<del>67</del>	<del>117</del>	<del>167</del>
<del>68</del>	<del>118</del>	<del>168</del>
<del>69</del>	<del>119</del>	<del>169</del>
<del>70</del>	<del>120</del>	<del>170</del>
<del>71</del>	<del>121</del>	<del>171</del>
<del>72</del>	<del>122</del>	<del>172</del>
<del>73</del>	<del>123</del>	<del>173</del>
<del>74</del>	<del>124</del>	<del>174</del>
<del>75</del>	<del>125</del>	<del>175</del>
<del>76</del>	<del>126</del>	<del>176</del>
<del>77</del>	<del>127</del>	<del>177</del>
<del>78</del>	<del>128</del>	<del>178</del>
<del>79</del>	<del>129</del>	<del>179</del>
<del>80</del>	<del>130</del>	<del>180</del>
<del>81</del>	<del>131</del>	<del>181</del>
<del>82</del>	<del>132</del>	<del>182</del>
<del>83</del>	<del>133</del>	<del>183</del>
<del>84</del>	<del>134</del>	<del>184</del>
<del>85</del>	<del>135</del>	<del>185</del>
<del>86</del>	<del>136</del>	<del>186</del>
<del>87</del>	<del>137</del>	<del>187</del>
<del>88</del>	<del>138</del>	<del>188</del>
<del>89</del>	<del>139</del>	<del>189</del>
<del>90</del>	<del>140</del>	<del>190</del>
<del>91</del>	<del>141</del>	<del>191</del>
<del>92</del>	<del>142</del>	<del>192</del>
<del>93</del>	<del>143</del>	<del>193</del>
<del>94</del>	<del>144</del>	<del>194</del>
<del>95</del>	<del>145</del>	<del>195</del>
<del>96</del>	<del>146</del>	<del>196</del>
<del>97</del>	<del>147</del>	<del>197</del>
<del>98</del>	<del>148</del>	<del>198</del>
<del>99</del>	<del>149</del>	<del>199</del>
<del>100</del>	<del>150</del>	<del>200</del>

1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48	Valor "D" (escala Rugoco)(mm) =	
49	Rugosidad (mm)(m/km) =	
50		



# **ANEXO E:**

## **COTIZACIÓN PARA FABRICACIÓN DE EQUIPO MERLIN**



INDUSTRIAS

METAL LAMERCO S.A.S.

PRESUPUESTO No.156-2009

Lima, 28 de Septiembre de 2008

Señor Ing. Arturo Hernández

de Nuestra mayor consideración:

Por intermedio de la presente le remitimos nuestro presupuesto a todo costo por la fabricación de un rugosímetro MERLIN para medir rugosidad de pavimentos.

**DETALLES:**

Base principal confeccionada en tubo estructural

Sistemas pivotantes con contrapeso para mantener el punto de lectura en contacto con el pavimento.

-Puntos de lectura (media lunas) desmontables para un cambio por desgaste.

-Pintura en acabado acrílico

**Accesorios adicionales:**

-Caja de madera o estuche.

Costo : \$ 850.00 Dólares americanos + IGV.

**FORMA DE PAGO:**

-El 50 % de adelanto y saldo contra entrega

**TIEMPO DE ENTREGA:**

20 días calendarios

**VALIDEZ DE LA OFERTA:**

10 días calendarios

En espera de una pronta respuesta nos despedimos de Usted:

Atentamente:

ALFONSO TOVAR VALDIVIA



## **ANEXO F:**

**Ley N° 4113**

**Artículo presentado en la revista  
Diálogos en Historia N°2  
(págs. 207-230)**

## Ley N.º 4113

**Conscripción vial—Estableciendo en todo el territorio de la República el servicio obligatorio para la construcción y la reparación de los caminos y obras anexas.**

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

Por cuanto: el Congreso Nacional ha dado la ley siguiente:

*El Congreso de la República Peruana.*

Ha dado la ley siguiente:

Artículo 1.º—Establécese en toda la República, el servicio obligatorio para la construcción y la reparación de los caminos y obras anexas, el que se denominará “Conscripción Vial” o “Servicio de Caminos”, y al cual estarán sujetos todos los varones residentes en el territorio, peruanos y extranjeros, cuya edad esté comprendida entre los 18 y 60 años.

Artículo 2.º—La base para el establecimiento de este servicio será el Registro Militar, el que se completará con el empadronamiento de todos los peruanos de 18 a 21 años de edad y de 50 a 60 años, así como de todos los extranjeros de 18 a 60.

Artículo 3.º—Este servicio comprende la obligación de trabajar para los caminos públicos, cierto número de días al año en relación con la edad, a saber;

- a) de 18 a 21 años, 6 días;
- b) de 21 a 50 años, 12 días;
- c) de 50 a 60 años, 6 días.

Artículo 4.º—Esa faena podrá prestarse para la clase *b* solamente en dos períodos anuales de una semana útil semestral.

Artículo 5.º—La conscripción vial podrá redimirse por todo contribuyente sin excepción, mediante el abono en efectivo del valor de los jornales correspondientes, cuyo tipo será fijado para cada región.

Artículo 6.º—También podrá redimirse de su labor, en el trabajo de otro contribuyente, de la misma clase, con aprobación de la comisión o jefe encargado del servicio distrital.

Artículo 7.º—Este servicio se prestará, salvo casos excepcionales, en el mismo distrito, no pudiéndose llevar los contingentes de una provincia a otra.

Artículo 8.º—El Estado concurre a la prestación de estos servicios con las herramientas y explosivos necesarios, así como la coca y bebidas en las regiones donde este sistema de gratificación esté establecido por la costumbre, en la ejecución de los trabajos voluntarios para las comunidades.

Artículo 9.º—Todos los conscriptos al presentarse por primera vez al servicio, recibirán una libreta de conscripción vial, sellada y rubricada, la cual contendrá todos los datos de su inscripción en el registro y en la que se irá dejando constancia semestralmente del cumplimiento de la obligación o de la forma en que se ha verificado la redención. Servirá en todo tiempo para que cada contribuyente tenga constancia de sus obligaciones y deberes y para que pueda comprobar en todo tiempo su situación ante esta ley.

Artículo 10.º—Los exceptuados del servicio recibirán, así mismo, su libreta para los efectos de la segunda parte del artículo anterior.

Artículo 11.º—Estarán exceptuados absolutamente del servicio:

- a) Los militares en servicio durante el tiempo que éste dure.
- b) Los individuos incapacitados para el trabajo, por defecto físico o enfermedad incurable.

Estas excepciones para ser válidas deberán tramitarse conforme lo prescribe el servicio militar.

Artículo 12.º—Las autoridades políticas y de policía estarán obligadas a prestar su concurso inmediatamente y el de la fuerza de su dependencia, a cada una de las comisiones, encargadas del cumplimiento de esta ley, cuando éstas lo soliciten, para el desempeño de sus atribuciones. Toda desatención o demora al respecto, tienen como consecuencia la pérdida del empleo.

Artículo 13.º—Los jefes o autoridades que, indebidamente o con fines de lucro, obligaran a trabajar por la fuerza, o remitiesen a las cuadrillas a quienes no estén comprendidos legalmente en el servicio o lo hubieran ya cumplido; así como los que pretendieran obtener dinero extorsionando con sus amenazas u otros medios ilegales; serán condenados a dos años de cárcel.

Artículo 14.º—Los fondos provenientes de este servicio, serán exclusivamente destinados al objeto para el cual han sido creados, o sea,

la ejecución y reparación de caminos y obras anexas. La autoridad que contravenga esta disposición deberá ser denunciada por el Ministerio Fiscal y podrá serlo también, por acción popular, ante el Poder Ejecutivo o ante las Cámaras Legislativas.

Artículo 15.º—Las obras de vialidad anexas a que se refieren los artículos 1.º y 14.º son las siguientes:

Ferrocarriles del Estado, puentes, acueductos, desecación y drenaje de terrenos pantanosos, regularización del curso de los ríos, y defensas de los caminos contra las inundaciones.

Comuníquese al Poder Ejecutivo, para que disponga lo necesario a su cumplimiento.

Dada en la sala de sesiones del Congreso, en Lima, a los once días del mes de mayo de mil novecientos veinte.

A. E. BEDOYA.—Vice-Presidente del Senado.

J. M. RODRÍGUEZ.—Vice-Presidente de la Cámara de Diputados.

*Juan Antonio Portella.*—Secretario del Senado.

*Miguel A. Morán.*—Diputado Secretario.

Al señor Presidente de la República.

Por tanto: mando se imprima, publique, circule y se le dé el debido cumplimiento.

Dado en la casa de Gobierno, en Lima, a los once días del mes de mayo de mil novecientos veinte.

A. B. LEGUIA.

*J. Ego-Aguirre.*

# CAMPESINADO, ESTADO Y MODERNIZACION EN LA LEY DE CONSCRIPCIÓN VIAL: ENFOQUES Y PERSPECTIVAS PARA UN BALANCE HISTORIOGRÁFICO\*

Mario Meza Bazán  
Licenciado en Historia

La ley de Conscripción Vial fue expedida como D.L. N° 4113 en el Congreso de la República el 10 de mayo de 1920 y promulgada bajo el régimen del presidente Augusto B. Leguía. Esta ley fue también conocida como la del Servicio Obligatorio de Construcción de Caminos. No fue abolida hasta la caída del régimen el 31 de agosto de 1930 por decreto del líder y cabeza del golpe de Estado comandante Luis Sánchez Cerro.

La ley en esencia reglamentaba la obligación que tenían todos los residentes varones en el territorio peruano, desde los 18 hasta los 60 años, para trabajar en la construcción de caminos y carreteras del país por un determinado período anual. De ese modo se pretendía, hacia esta época, resolver el difícil y complicado problema de no contar con eficientes vías de comunicación que integrasen a las regiones no solo en el aspecto económico sino también en lo político. La finalidad suprema de esta ley era, entonces, contribuir en la construcción de caminos que viabilizaran a una verdadera nación moderna<sup>1</sup>.

En ese sentido la ley de Conscripción Vial es importante en la historia de la República porque plantea, por un lado, desde la visión de modernidad, una época específica, como fue "La Patria Nueva" o el "Oncenio" (1919-1930) del gobierno de Augusto B. Leguía, y, por otro lado, porque aparecen dificultades propias de toda modernización que para esta época cruzan en su dinámica general, que bien se pueden descubrir con un estudio como éste.<sup>2</sup>

El conjunto de leyes que se había dado para la introducción de un sistema vial moderno no era raro en los más de cien años de vida republicana del Perú, pero la ley de conscripción vial o Decreto Ley N° 4113 no es tampoco cualquier ley en la historia peruana, su persistencia en los debates de la época entre 1920 y 1930 y las acusaciones de las que posteriormente ha sido objeto bien le pueden merecer una pequeña atención. Por otro lado los fríos resultados de la política vial aplicada por ese régimen durante sus once años de gobierno parecen darle un interés adicional si es que nos atenemos a los siguientes datos:

---

\* Artículo presentado en la Revista Diálogos en Historia N° 2, Grupo de Estudios e Investigaciones Clio. UNMSM. Lima. 2000. Pgs. 207-230).

<sup>1</sup> Sobre este aspecto véase Mario Meza: Caminos al Progreso. Mano de Obra y Política de Vialidad en el Perú. La Ley de Conscripción Vial. 1920 - 1930. UNMSM. Lima. 1999 Pgs. 44 - 48.

<sup>2</sup> La ley como objeto de investigación que vaya más allá del sentido llanamente jurídico e ingrese a la dimensión social y política de su ubicación y funcionamiento legítimo dentro de la sociedad, tiene base en el hecho de que como instrumento fundamental en el gobierno de la sociedad, es una creación tan humana como el arte, la ciencia o la política. Como dice Pierre Legendre *"el arte de gobernar no es una teoría, es el arte de tramar una legalidad para hacer nacer, alimentar y conducir a los sujetos humanos hasta la muerte"*. En Morgan Quero: "Estado y Representación en el Perú". En Revista ALLPANCHIS 39. Instituto Pastoral Andina. 1° semestre. Cusco. 1997. pg. 116.

**CUADRO I**  
**EVOLUCION DEL SISTEMA VIAL EN PERÚ ENTRE 1920 A 1940**

DEPARTAMENTO	AÑO Y EXTENSION EN KILOMETROS		
	1920	1929 -1930	1940
AMAZONAS	90	26	156
ANCASH	300	1254	1352
APURIMAC	185	176	720
AREQUIPA	260	590	2517
AYACUCHO	419	590	836
CAJAMARCA	128.5	758	1106
CUSCO	245	854	1511
HUANCAVELICA	184	328	696
HUANUCO	156	1174	527
ICA	826	910	1069
JUNIN	357	1589	2268
LA LIBERTAD	461.5	1445	1466
LAMBAYEQUE	1874	1314	1363
LIMA	682	2471	2790
LORETO	n.d.	143	140
MADRE DE DIOS	91	402	430
MOQUEGUA	5	211	245
PIURA	335	2235	2447
PUNO	n.d.	2172	2936
SAN MARTIN	n.d.	271	48
TACNA	n.d.	365	789
TUMBES	n.d.	345	437
<b>TOTAL</b>	<b>6599</b>	<b>19623</b>	<b>25849</b>

FUENTE: Mario Meza: Caminos al Progreso. Mano de Obra y Política de Vialidad en el Perú. La Ley de Conscripción Vial.1920 - 1930. UNMSM. Lima.1999.Pg. 171.

Estas carreteras se construyeron bajo una política vial que contemplaba varios regímenes: el privado o de contratación, el de colaboración voluntaria y el de conscripción vial<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Pedro Davalos y Lissón: Las Vías de Comunicación en el Perú. Propaganda a favor de las Carreteras y del Establecimiento de un Servicio de Automóviles en toda la República. Nueva York.1902. Carlos Oyague y Calderón: La Conscripción Vial O Servicio Obligatorio de Caminos. Ideas Generales y Argumentos que pueden Servir de Base a una Ley. Sociedad de Ingenieros.Lima.1915. Jorge Basadre: "La Conscripción Vial" en Revista NOVECIENTOS.Nº 1-3. Lima, abril 1924.Dante Castagnola: Caminos. El Progreso Nacional. Lima. 1936. Antonello Gerbi: Caminos del Perú. Historia y Actualidad de las Comunicaciones Viales. Lima. 1944. Baltazar Caravedo Molinari: Clases, Lucha Política y Gobierno en el Perú.1919-1930. Lima.1977

# **ANEXO G:**

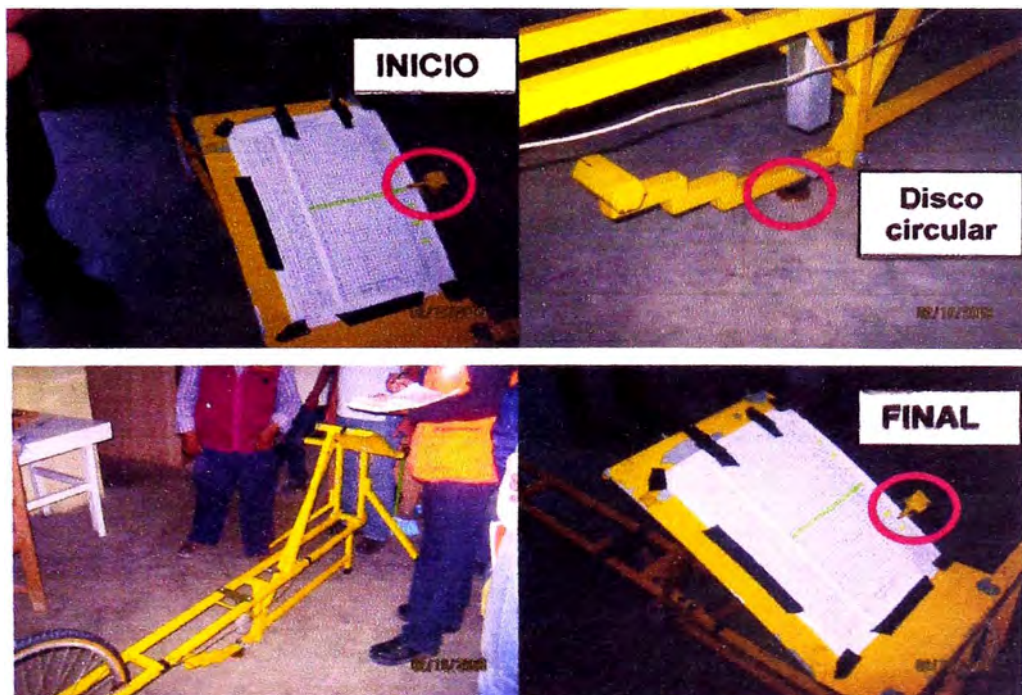
## **GUÍA FOTOGRÁFICA DEL ENSAYO CON EL EQUIPO MERLIN**

## GUÍA FOTOGRAFICA DEL ENSAYO CON EL EQUIPO MERLIN

1. Realizar una demarcación de las progresivas sobre la superficie del pavimento, separadas cada 100 metros, para realizar el ensayo y obtener 200 lecturas (aproximadamente 400 metros). Ayudarse de referencias externas a la vía para su fácil ubicación.



2. Verificar la relación de brazos actual del equipo para determinar el factor de corrección que permita llevar los valores a condiciones estándar. Para esto utilizar un disco circular de bronce de 5 cm de diámetro y 6 mm de espesor.



3. Disponer del siguiente personal para empezar el ensayo.

Personal	Función	Cantidad
Operador de equipo	Desplazar el MERLIN y leer la posición final del puntero	1
Registrador	Indicar el estacionamiento del MERLIN y anotar los datos	1
Seguridad - conos	Colocación de conos para el desvío del tránsito.	1
Seguridad - banderola	Se colocará a 30 m del equipo para señalar con la banderola desvío del tráfico	1
Apoyo	Para retirar cualquier obstrucción, medir dimensiones de la carretera y anotar alguna observación resaltante.	2
Fotógrafo	Para registrar fotográficamente el ensayo	1
Chofer	Para conducir la camioneta que transporta el equipo	1
<b>Personal Total</b>		<b>8</b>
<b>Rendimiento (por ensayo)</b>		<b>0.5 h/400 m</b>

4. Registrar las medidas de la vía antes y después del ensayo. Anotar alguna observación resaltante.





5. Colocar el equipo MERLIN al inicio de la zona de prueba. Asegurar el formato de prueba hasta conseguir que el puntero se encuentre en la división 25 del formato.



6. Poner en marcha el equipo por la huella derecha, deteniéndolo cada vez que se desplace una vuelta la rueda del MERLIN. Anotar en un registro la posición del puntero cada vez que se termine de dar una vuelta. Se deberán tomar 200 lecturas para terminar el ensayo.



**Registro de ensayo (llenado de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha).**

**ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN  
(HOJA DE CAMPO)**

PROYECTO : \_\_\_\_\_ OPERADOR : \_\_\_\_\_  
SECTOR : \_\_\_\_\_ SUPERVISOR : \_\_\_\_\_  
TRAMO : \_\_\_\_\_ FECHA : \_\_\_\_\_  
CARRIL : \_\_\_\_\_

ENSAYO N°  KM  +  HORA  :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TIPO DE PAVIMENTO :
1										ACRIPADO <input type="checkbox"/>
2										EASE TAPADO AAC <input type="checkbox"/>
3										EASE IMPERMEABLE <input type="checkbox"/>
4										TIPO DE ALFA <input type="checkbox"/>
5										CARPETA EN FRIO <input type="checkbox"/>
6										CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
7										HELADO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
8										SELLADO <input type="checkbox"/>
9										TIPO DE <input type="checkbox"/>
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

OBSERVACIONES : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7. Si durante el ensayo se presentara algún obstáculo como una giba, no tomar en cuenta el dato en ese tramo. Proseguir una vez pasado el obstáculo.

