

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



**EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD CON EL EQUIPO MERLIN
MONITOREO DE CONSERVACIÓN CARRETERA
CAÑETE–HUANCAYO Km. 114+000 AL Km.116+000**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ELIU JAMES CARBAJAL SALINAS

Lima- Perú

2010

ÍNDICE

RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS.....	4
LISTA DE FIGURAS.....	5
LISTAS DE SÍMBOLOS Y SIGLAS.....	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	9
1.1. ANTECEDENTES	9
1.2. UBICACIÓN	11
1.3. CARACTERÍSTICAS	12
1.3.1. Descripción de la zona de estudio	12
1.3.2. Clima	13
1.3.3. Geomorfología	14
1.3.4. Geología.....	14
1.4. ESTADO SITUACIONAL	15
1.4.1. Antecedentes y motivos que generaron la propuesta del proyecto.....	15
1.4.2. Características de la situación negativa que se intenta modificar.....	16
1.4.3. Razones de interés de la comunidad para resolver dicha situación	16
1.4.4. Competencia del Estado para resolver dicha situación.....	17
1.4.5. Mejoramiento a nivel de Solución Básica	17
1.5. TRAMO EVALUADO Km114+000–Km116+000 CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA.	18
1.5.1. Topografía.....	19
1.5.2. Estudio de suelos.....	19
1.5.3. Estudio de tráfico y composición vehicular:	22
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	24
2.1. ÍNDICE DE SERVICIALIDAD DEL PAVIMENTO	24
2.2. RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO	26
2.3. MÉTODOS PARA LA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD.	26
2.3.1. Clasificación de los métodos	26
2.3.2. Métodos utilizados en el Perú.....	28
2.4. EQUIPO MERLIN.....	29
CAPÍTULO III: DETERMINACIÓN DE LA RUGOSIDAD.....	30
3.1. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	30

3.2. TOMA DE DATOS	30
3.3. GRÁFICA DEL HISTOGRAMA DE FRECUENCIA	33
3.4. DETERMINACIÓN DE LA RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO (D)	34
3.5. FACTOR DE CORRECCIÓN PARA EL AJUSTE D	35
3.6. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)	36
3.6.1. Límites de la rugosidad para el control de calidad de pavimentos	38
3.7. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO (PSI)	39
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS	40
4.1. ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO (PSI) OBTENIDO	40
4.2. DISCUSIÓN DE LA APLICACIÓN DEL RUGOSÍMETRO DE MERLIN.....	40
CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIONES	43
BIBLIOGRAFÍA	44
ANEXOS	
1. PLANOS	
2. CÁLCULO DEL IRI KM 114+000 AL KM 116+000	
3. VALORES DEL IRI MONITOREO UNI	
4. ESTUDIO DEL TRÁFICO	
5. PANEL FOTOGRÁFICO	

RESUMEN

El presente informe tiene por objetivo evaluar la rugosidad del pavimento con equipo MERLIN en el marco de Monitoreo de Conservación Carretera Cañete – Huancayo; respecto al comportamiento en el tiempo de la superficie de rodadura, para el tramo ubicado entre las progresivas Km 114+000 al Km 116+000, perteneciente a la carretera Cañete – Huancayo, donde dicho tramo se caracteriza por presentar anchos de plataforma que varían de 2.80m a 5.00m.

Se considera importante realizar mediciones de rugosidad con el equipo MERLIN debido a que es un método mundialmente aceptado y permite determinar las condiciones actuales del pavimento, condiciones de confort, seguridad vial y serviciabilidad, y hacer un seguimiento durante toda la vida útil de la vía, más aún cuando no se tiene valores estándar de rugosidad para el tipo de solución básica que se viene implementando.

La rugosidad es un dato que permite reconocer la serviciabilidad de una vía, la cual se degrada a través del tiempo, por diferentes factores como el tráfico, el clima, aguas superficiales, etc. Este dato es empleado en el inventario vial, el cual permite calificar el estado o condición funcional de la carretera y permite el cálculo de los costos de operación del usuario, para determinar medidas correctivas y no perder su confort y seguridad.

El valor del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) obtenido en el presente informe, para el sub tramo I: Km. 116+000 al Km. 115+600 es de 4.13 m/Km y un valor de Índice de Serviabilidad del pavimento (PSI) de 2.36, que corresponde a una transitabilidad regular y para el subtramo II: Km. 115+200 al Km. 114+800 es de 5.20 m/Km y un valor de Índice de Serviabilidad del pavimento (PSI) de 1.77 que corresponde a una transitabilidad mala.

Se recomienda realizar una medición periódica de la rugosidad con equipo MERLIN, para así obtener una data histórica y realizar su seguimiento durante toda su vida útil del tramo en estudio.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1.01:	Tipo de superficie de rodadura antes del mejoramiento.	17
Cuadro N° 1.02:	Tipo de superficie de rodadura después del mejoramiento.	18
Cuadro N° 1.03:	Volumen diario clasificado – estación (E 4) Zúñiga-dv. Yauyos—San José de Quero (Tráfico normal de larga distancia)	23
Cuadro N° 2.01:	Condición funcional del pavimento según el PSI.	25
Cuadro N° 4.01:	Valores de IRI obtenidos en el tramo evaluado	40
Cuadro N° 4.02:	Valores de IRI del mes de Julio del 2009 en el tramo evaluado por la UNI-MTC.	41
Cuadro N° 4.03:	Resumen de valores de IRI evaluado por la UNI-MTC (Febrero y marzo del 2010)	41

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1.01:	Plano de ubicación del Proyecto	11
Figura N° 1.02:	Vista de la plataforma de la carretera, la cual está ubicada a la margen derecha del río Cañete	13
Figura N° 1.03:	Vista de las características típicas de la región yunga.	14
Figura N° 1.04:	Se observa los planos de fracturamiento de las rocas.	15
Figura N° 3.01:	Esquema del Rugosímetro de MERLIN	31
Figura N° 3.02:	Vista de la toma de datos con el equipo MERLIN en el sub tramo Km. 116+000 al Km. 115+600.	32
Figura N° 3.03:	Formato de anotación de lecturas de campo.	33
Figura N° 3.04:	Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva.	34
Figura N° 3.05:	Cálculo del Rango "D"	35
Figura N° 3.06:	Escala de rugosidad para pavimentos (IRI)	37

LISTAS DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

AASHTO	: American Association of State Highway and Transportation Officials
ASTM	: American Society for Testing and Materials
CBR	: California Bearing Ratio
F.C.	: Factor de Corrección
IRI	: Índice de Rugosidad Internacional
Km	: Kilómetros
m	: Metros
MERLIN	: Machine for Evaluation Using Low-Cost Instrumentation.
m.s.n.m.	: Metros sobre el nivel del mar
PSI	: Índice de Serviciabilidad del Pavimento
SUCS	: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
TRR	: Transport and Road Research Laboratory
TSM	: Tratamiento Superficial de Monocapa

INTRODUCCIÓN

La Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, como parte del Curso de Titulación del presente año 2010, ha programado el Proyecto de Evaluación de Pavimentos de Bajo Volumen de Tráfico con fines de Mantenimiento y Rehabilitación, enmarcado en el convenio UNI – MTC para los trabajos de Monitoreo de Conservación Carretera Cañete – Huancayo, tramo: Km. 114+000 al Km.116+000.

El desarrollo del presente informe tiene por finalidad principal aportar datos estándares de rugosidad en el monitoreo de los trabajos de mantenimiento y conservación de carreteras, respecto al comportamiento en el tiempo de la superficie de rodadura, contribuyendo así a la elaboración de un manual para medición de rugosidad en vías de bajo volumen de tránsito.

También se tiene por objetivos específicos, el realizar la medición de la rugosidad del pavimento mediante el uso del equipo MERLIN en la carretera Cañete – Huancayo del Km 114+000 al 116+000, y presentar el procesamiento de datos de campo, el valor del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) obtenidos, presentar el cálculo del Índice de Serviciabilidad del Pavimento (PSI) de acuerdo a la rugosidad obtenida, y finalmente la elaboración de cuadros estadísticos.

Para alcanzar los objetivos señalados en el presente informe se divide en cuatro capítulos, los cuales se detallan a continuación:

Capítulo 1: Generalidades.- En este capítulo se detallan los antecedentes, las características y la situación actual de la carretera Cañete – Huancayo en el tramo analizado para el presente Curso de Titulación, además de indicar las características del sub tramo asignado para la evaluación de la rugosidad del presente informe.

Capítulo 2: Marco Teórico.- En este capítulo se desarrolla el fundamento teórico y/o conceptual que se requieren para el desarrollo del presente informe.

Capítulo 3: Determinación de la Rugosidad.- En este capítulo se presenta todos los procedimientos para obtener, como resultado de la evaluación realizada, el valor del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y del Índice de Serviciabilidad del Pavimento (PSI).

Capítulo 4: Análisis de resultados.- En este capítulo se analiza todos los resultados obtenidos como resultado de la evaluación realizada, los cuales permitirán dar conclusiones y recomendaciones para la correcta ejecución de la obra. Además se desarrolla el procesamiento de valores IRI proporcionados por el Monitoreo UNI.

Finalmente se presenta las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos respectivos.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

La carretera Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Dv. Yauyos – Ronchas – Chupaca, con una longitud de 271.73 Km se encuentra entre los departamentos de Lima y Junín, abarcando territorios de la provincia de Cañete, Yauyos y Chupaca.

Mediante la Ley de Conscripción Vial Territorial del Perú N° 4113, decretada el 11 de mayo de 1920 durante el gobierno del Sr. Augusto B. Leguía, se inicia la construcción de la carretera Cañete – Dv. Yauyos – Chupaca por tramos, prosiguiendo los trabajos hasta el año 1930. Posteriormente durante el gobierno de Manuel Prado Ugarteche se desarrolla la carretera de Cañete hasta Yauyos.

Los trabajos en ese tramo se iniciaron en 1940, inaugurándose en el año 1944. En el año 1954 a través del Ministerio de Fomento y Obras Públicas se retoma la construcción en el tramo faltante entre Yauyos y Tomas, culminándose esos trabajos en el año 1957. Durante mucho tiempo en esta vía no se realizaron trabajos de mantenimiento ni rehabilitación; presentándose problemas de transitabilidad y funcionalidad como vía alterna a la carretera central. En respuesta a este problema en el año 2003, el Proyecto Especial Rehabilitación de Transportes (PERT) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), bajo la dirección de PROVÍAS NACIONAL encargó la elaboración del Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil de la carretera ruta 24, tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca al consultor Ing. Florencio Palacios León con contrato de estudio N° 042-2003-MTC/20 del 28.11.2003 obteniéndose la aprobación el 22.11.2004, posteriormente con oficio N° 1411-2004-EF/68.01 se autoriza la elaboración del Estudio de Factibilidad del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera a cargo del consultor AYESA – ALPHA CONSULT en el año 2005.

En el año 2007 la carretera Cañete – Dv. Yauyos – Chupaca se inserta en el “Proyecto Perú” que es un programa bajo responsabilidad de PROVIAS NACIONAL creado mediante Resolución Ministerial N° 223-2007-MTC-02, el cual está diseñado para mejorar las vías de integración de corredores económicos, con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales en la Red Vial Nacional, Departamental y Vecinal. Éste programa aspira establecer un sistema de contratación de las actividades de conservación de la infraestructura vial, mediante contratos en los que las prestaciones se controlen por niveles de servicio y por plazos iguales o superiores a tres años, que implican el concepto de “transferencia de riesgo” al Contratista.

Con fecha 27 de Diciembre de 2007 se realiza la firma del contrato N° 288-2007-MTC/2, donde el CONSORCIO GESTIÓN DE CARRETERAS, asume las obligaciones de Contratista Conservador para realizar el Servicio de Conservación vial por Niveles de Servicio de la Carretera Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Chupaca y Rehabilitación del tramo Zúñiga – Dv. Yauyos – Ronchas. Dicha conservación se viene realizando mediante el mejoramiento de la vía a nivel de solución básica consistente en la colocación de un tratamiento Superficial Monocapa sobre una base estabilizada construida el mes de noviembre del 2008. Cabe destacar que en el sector de Calachota (Km 106+845) se encuentra el actual campamento del contratista Consorcio Gestión de Carreteras, el cual desde muchos años atrás fue el campamento Calachota del MTC dedicado a labores de mantenimiento de carretera en estudio.

Debido a que la actual capacidad de la carretera central está siendo sobrepasada, ésta carretera se proyecta como ruta alterna, con lo que se aligerará el tránsito vehicular y disminuirá el tiempo de viaje entre Lima (Cañete) y Huancayo, además de establecer la integración entre las localidades que atraviesa la carretera tales como: San Vicente de Cañete, Capillucas, Calachota, Tinco Huantán, Llapay, Alis, Tomas, Tinco Yauricocha, San José de Quero, Collpa, Roncha y Chupaca.

1.2. UBICACIÓN

La Carretera Cañete-Yauyos-Huancayo se encuentra ubicada entre las provincias de Cañete Yauyos en el departamento de Lima, y Concepción y Chupaca en el departamento de Junín, la cual comunica las provincias de Cañete y Huancayo. Según el clasificador de rutas del Sistema Nacional de Carreteras, aprobado mediante DS. N° 044-2008-MTC, la ruta Cañete-Yauyos-Huancayo pertenece a la red departamental Ruta PE-24.

Su altitud varía desde los 165 m.s.n.m. (Cañete) hasta 3249 (Huancayo) m.s.n.m., su punto más alto se encuentra en el Abra Chaucha ubicada en el Km 195+135 con una altitud de 4751 msnm, y su longitud total es de 271.73Km aproximadamente.

Figura N° 1.01: Plano de ubicación del Proyecto.



Fuente: Oficina General de Planeamiento y Presupuesto Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

1.3. CARACTERÍSTICAS

Nombre de la Carretera: CARRETERA CAÑETE – YAUYOS – CHUPACA.

Lugar de inicio: CAÑETE, Km. 1+805.

Lugar de término: Chupaca, Km 273+531.

Longitud: 271.73 Km.

Años de servicio hasta la fecha: más de 50 años.

Corredor Vial N° 13

Ruta Nacional: PE24.

Carretera de tercer orden.

Ancho de plataforma de: 2.80 a 5.00 m

Tipo de topografía: ondulada a accidentada.

Tramo evaluado en el presente informe:

Inicio: km 114+000; Final: km 116+000, pasando por el poblado de Puente Auco.

Sub tramo específico evaluado con Equipo MERLIN:

Tramo I:

Inicio: km 116+000; Fin: km 115+600.

Tramo II:

Inicio: km 115+200; Fin: km 114+800.

1.3.1. Descripción de la zona de estudio

La carretera se desarrolla en las márgenes del río Cañete, el tramo evaluado se desarrolla a la margen derecha del río en mención; el valle del río Cañete se forma a manera de una estrecha garganta cuanto más se aproxima a los contrafuertes andinos. Todas las superficies de los cerros son pétreas, rocosas, resacas completamente inadecuada para la agricultura. El área en estudio corresponde a la región Yunga (500 msnm – 2300 msnm).

Figura N° 1.02: Vista de la plataforma de la carretera, la cual está ubicada a la margen derecha del río Cañete.



Fuente: Elaboración propia.

1.3.2. Clima

El tramo de la carretera evaluado, corresponde a la región Yunga, según la clasificación del Dr. Javier Pulgar Vidal (expuesta en su obra "Geografía del Perú"). Esta región se caracteriza por ser de sol dominante durante casi todo el año. La temperatura fluctúa entre los 14 y 27 °C durante el día; las noches son frescas, a causa de los vientos que bajan de las regiones más altas.

Figura N° 1.03: Vista de las características típicas de la región yunga.



Fuente: Elaboración propia.

1.3.3. Geomorfología

Los rasgos geomorfológicos que presenta el área de estudio, son el resultado de procesos geodinámicos (geotectónicos y plutónicos), que han modelado el rasgo estructural de la región. En nuestro tramo se encuentra más o menos definida la zona meso andina como patrón geomorfológico.

1.3.4. Geología

De acuerdo a la información obtenida del ONERN se puede indicar que en el tramo de estudio se cuenta con rocas ígneas intrusivas las que constituyen el batolito andino de la Costa que aflora desde la localidad de Trujillo en el Norte, hasta las cercanías de la quebrada de Pescadores, Arequipa y por suelos de origen eluviales, aluviales y coluviales.

Figura N° 1.04: Se observa los planos de fracturamiento de las rocas.



Fuente: Elaboración propia.

1.4. ESTADO SITUACIONAL

1.4.1. Antecedentes y motivos que generaron la propuesta del proyecto

Al proyectarse la carretera Cañete – Yauyos - Huancayo como ruta alterna a la Carretera Central, se necesitaría lograr una mejor transitabilidad para atender la demanda futura debido a que con el mejoramiento, la vía se convertiría en un corredor económico de gran importancia, es por esta razón que el programa de desarrollo vial “Proyecto Perú” considera dentro de su plan de mejoramiento de la carretera Cañete – Yauyos – Chupaca, elevar su nivel de transitabilidad y de esta manera convertirse en una ruta alterna para la carretera central, con lo que se aligeraría el tránsito vehicular y disminuiría el tiempo de viaje entre Lima (Cañete) y Huancayo.

El bajo nivel de transitabilidad, principalmente es debido a que el usuario encuentra altos costos de transporte y mantenimiento vehicular, altos tiempos de

viaje, y condiciones de seguridad no adecuadas. El bajo nivel de transitabilidad esta conformado principalmente por usuarios los pobladores de zonas cercanas a la vía, y en menor cantidad por vehículos que utiliza la carretera con fines turísticos o laborales.

1.4.2. Características de la situación negativa que se intenta modificar

Las condiciones actuales del sistema vial se limitan a caminos afirmados de tramos angostos y de regulares condiciones, en los cuales, al haberse mejorado la transitabilidad, los vehículos recorren la vía a mayor velocidad, pero por las deficientes condiciones geométricas la vía es propensa a constantes accidentes.

La transitabilidad es difícil para camiones ligeros y casi imposible para vehículos mayores, por lo que no es capaz de atender la demanda actual ni la proyección de la demanda.

Esta situación se transmite a los usuarios, elevando los costos de transporte y encareciendo el costo de vida en la zona, pérdida de productos por llegada inoportuna a los mercados, etc. Además, como se deduce de los estudios, la mayor concentración de tráfico se produce entre Zúñiga y Cañete, y del desvío Yauyos a Huancayo, no funcionando actualmente como vía alterna de la Carretera Central.

1.4.3. Razones de interés de la comunidad para resolver dicha situación

La carretera Cañete – Yauyos – Chupaca al proyectarse como una ruta alterna de la Carretera Central, necesita elevar su capacidad vehicular para atender la demanda futura, además de convertirse en un eje de vital importancia, ya que a través de ella se podrán transportar los productos de exportación de las regiones del centro del país (alcachofas, tara, truchas, cuy, mármol) hacia otros países considerando que en la actualidad el Perú viene participando en tratados de libre comercio.

1.4.4. Competencia del Estado para resolver dicha situación

Dentro de las funciones y competencias de los Gobiernos Locales, Regionales y del Estado, está la de fomentar la interconexión entre las localidades zonales, sectoriales y aledañas y dar oportunidades en igualdad de condiciones a todo el país, integrándolas a una economía compartida. De esta manera se permitirá el servicio de transporte terrestre, eficiente y seguro en esa zona.

El proyecto beneficiará directamente al país, además de beneficiar directamente a los pobladores de las zonas que se encuentran dentro del área de influencia de la vía mejorando su nivel de vida y por ende disminuyendo el nivel de pobreza de la zona.

1.4.5. Mejoramiento a nivel de Solución Básica

En la actualidad la carretera se encuentra completamente pavimentada mediante el cambio estándar (solución básica); en el tramo evaluado km 114+000 al km 116+000 se encuentra con tratamiento superficial Monocapa. En el cuadro siguiente se muestra los tipos de superficie antes y después de la intervención en todos los 271.726 km de la carretera Cañete – Yauyos – Chupaca:

Cuadro N° 1.01: Tipo de superficie de rodadura antes del mejoramiento.

Carretera	Tramo	Vía	Tipo de Superficie de Rodadura (Antes)	Longitud (km)
024	Cañete - Lunahuaná	Asfaltada	Carpeta Asfáltica	40.950
024	Lunahuaná - Pacarán	Asfaltada	Tratamiento Superficial	11.907
024	Pacarán - Zúñiga	Afirmada	Afirmado	3.743
024	Zúñiga - Dv. Yauyos	Afirmada	Afirmado	70.400
024	Dv Yauyos - Ronchas	Afirmada	Afirmado	128.185
024	Ronchas - Chupaca	Afirmada	Afirmado	16.541
Total				271.726

Fuente: Contratista Consorcio de Gestión de Carreteras.

Cuadro N° 1.02: Tipo de superficie de rodadura después del mejoramiento.

Carretera	Tramo	Vía	Tipo de Superficie de Rodadura (Despues)	Longitud (km)
024	Cañete - Lunahuaná	Asfaltada	Carpeta Asfáltica	40.950
024	Lunahuaná - Pacarán	Asfaltada	Tratamiento Superficial	11.907
024	Pacarán - Zúñiga	Afirmada	Slurry Seal	24.143
024	Zúñiga - Dv. Yauyos	Afirmada	Monocapa	50.000
024	Dv Yauyos - Ronchas	Afirmada	Monocapa	128.185
024	Ronchas - Chupaca	Afirmada	Monocapa	16.541
Total				271.726

Fuente: Contratista Consorcio de Gestión de Carreteras.

Con esta solución básica aplicada se pretende obtener un “Cambio de Estándar” de la vía, desde el punto de vista del mejoramiento de la serviciabilidad, respecto del actualmente brindado, mediante la colocación de material granular estabilizado con emulsión asfáltica y protegida con una capa bituminosa. Antes de colocar la emulsión asfáltica la vía fue previamente reconformada.

1.5. TRAMO EVALUADO Km114+000 – Km116+000 CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA.

A continuación se presenta las características del sub tramo asignado para la evaluación de la rugosidad.

Inicio: km 114+000 (1604 m.s.n.m.)

Final: km 116+000 (2030 m.s.n.m.)

Longitud: 2.00km

Sub tramo específico evaluado con Equipo MERLIN:

Tramo I:

Inicio: km 116+000; Fin km 115+600

Tramo II:

Inicio: km 115+200; Fin km 114+800.

Coordenadas UTM del punto de Inicio: 8 608 499N; 396 005E.

Coordenadas UTM del punto de final: 8 608 236N; 397 908E.

Altitud: 1817 m.s.n.m. en promedio

Ancho de plataforma: 2.80 a 5.00m

Superficie de Rodadura: Tratamiento Superficial Monocapa (TSM)

Tipo de topografía: ondulada a accidentada

Temperatura mínima: 14°C, temperatura máxima: 23°C

Épocas de lluvia: Diciembre a Marzo

Contratista: CONSORCIO GESTIÓN DE CARRETERAS

Supervisor: UNIDAD ZONAL DE LIMA PROVÍAS NACIONAL

Monitoreo: CONVENIO UNI – MTC

Proyecto: “Conservación Vial por Niveles de Servicio de La Carretera Cañete-Lunahuaná-Pacarán-Chupaca y Rehabilitación del Tramo Zúñiga-Dv Yauyos - Ronchas.”

Periodo: 3 años.

1.5.1. Topografía

El tramo evaluado se desarrolla en la margen derecha del río Cañete siguiendo un corte a media ladera, desarrollándose en los 2km de su recorrido en una topografía del tipo ondulada y accidentada.

1.5.2. Estudio de suelos

Las perforaciones efectuadas “a cielo abierto” por el Consorcio Gestión de Carreteras, tienen una profundidad comprendida entre 1,0m y 1,5m y están ubicadas en la plataforma vial cada 1 Km en el sector Km 57+390 – Km 130+000, y cada 2 km el sector Km 130+000 – Km 258+000. Se ha tomado información correspondiente a las características y espesores de los materiales encontrados en los diferentes estratos.

A las muestras tomadas se les han efectuado los siguientes ensayos:

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

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

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 arenas y gravas limosas que clasifica en el Sistema SUCS como SC-SM y GC-GM, mientras que en el sistema AASHTO como A-1-b(0) y A-1-a(0); la forma de los agregados gruesos es subangular, su matriz de color marrón claro es de escasa plasticidad; tiene bolonería comprendido entre 3% y 10% con tamaño máximo de 7". Bajo él se encuentra un material areno-limoso, cuya clasificación SUCS es SC y AASHTO es A-2-4(0), siendo los agregados gruesos también de forma subangular; este estrato también contiene bolonerías entre 2% y 8% cuyo tamaño máximo es de 6". En este sector se tienen áreas de cultivo a ambos lados de la carretera.

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".

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 trascurre a media ladera por la quebrada, observándose en los taludes sectores con material aluvional, terrazas de depósitos fluviales y cortes en rocas macizas.

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

Km 91+500 – Km 96+600. En este sector mayoritariamente se tiene suelos gravosos que en el sistema SUCS se clasifican como GC-GM, mientras que en el sistema AASHTO corresponde a suelos A-1-a(0) a A-1-b(0). Su Índice de Plasticidad varía 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 0,30 m hasta los 1,50 m, 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.

1.5.3. Estudio de Tráfico y Composición Vehicular:

El estudio de tráfico de la carretera “Cañete-Dv. Yauyos-Chupaca (RN 22)”, se ubica geográficamente en la región de Lima, provincias de Cañete y Yauyos y Región Junín-, Provincia de Chupaca. El estudio de tráfico, está orientado a proporcionar la información básica para determinar los indicadores de tráfico (composición y volumen vehicular) y nivel de servicio de los diferentes tramos homogéneos en que se seccionó la Carretera “Cañete-Dv. Yauyos-Chupaca – RN 22”, para la evaluación de su funcionalidad en el tiempo. Para el tramo en estudio se tomó los datos de la estación E 4 (salida de Magdalena Km. 127+400) del estudio de tráfico desarrollado por el Consorcio de Gestión de Carreteras.

Cuadro N° 1.03: Volumen diario clasificado – estación (E 4)
 Zúñiga-dv. Yauyos—San José de Quero (tráfico normal de larga distancia)

Tipo de Vehículo	Zúñiga-Dv. Yauyos-San José de Quero	San José de Quero-Dv, Yauyos-Zúñiga	Ambos	%
Auto	0	1	1	2%
Camioneta	10	10	20	38%
C.R.	2	2	4	8%
Micro	0	0	0	0%
Ómnibus 2	4	4	8	15%
Ómnibus +2	0	0	0	0%
Camión 2 Ejes	4	5	9	17%
Camión 3 Ejes	7	4	11	21%
Camión 4 Ejes	0	0	0	0%
Semitraylers	0	0	0	0%
Traylers	0	0	0	0%
TOTAL	27	26	53	100%
% sentido	51%	49%	100%	

Fuente: Estudio de tráfico 2008

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ÍNDICE DE SERVICIALIDAD DEL PAVIMENTO

La satisfacción de los usuarios se manifiesta, fundamentalmente, por la calidad en que se encuentran los pavimentos o capas de rodadura y los elementos que constituyen la seguridad vial. Los pavimentos, que experimentan un deterioro relativamente acelerado son los que requieren la mayor inversión, por lo que, con el desarrollo masivo de las carreteras pavimentadas, las entidades responsables de la conservación debieron plantearse las interrogantes de cuándo intervenir y de cómo medir el nivel de deterioro.

Existen en la actualidad diversos indicadores que permiten establecer la calidad del servicio que se presta o, como se le denomina, la serviciabilidad. Parte fundamental de la definición de los niveles de serviciabilidad es establecer valores que corresponderían a serviciabilidades extremas, es decir, a un pavimento nuevo y a uno que resulta prácticamente intransitable. Todos los indicadores existentes tienen en común la preponderancia de las irregularidades (rugosidad) por sobre todos los otros factores utilizados en el cálculo de tales indicadores (grietas, ahuellamientos, deformaciones, etc.).

Los criterios más modernos sobre serviciabilidad comprenden aspectos que guardan relación con el deterioro funcional del pavimento, la capacidad estructural del pavimento y la seguridad de los usuarios.

La serviciabilidad funcional del pavimento interpreta la percepción de la calidad de la superficie de rodadura que experimenta el usuario. Por lo tanto, se relaciona fundamentalmente con la rugosidad o, más exactamente, con la regularidad que presenta la superficie y que, en una carretera bien diseñada (y bien construida), es el principal factor que define el nivel de la serviciabilidad funcional que presta. Aún cuando para el técnico especialista las tres condiciones señaladas en el párrafo anterior son importantes, y de muchas maneras están ligadas entre sí, no se debe olvidar que las carreteras tienen por finalidad servir al público y que a éste, naturalmente, le interesa fundamentalmente la condición funcional y la seguridad.

La serviciabilidad estructural representa la condición física en que se encuentra el pavimento; depende de las grietas y otras fallas presentes que afectan adversamente la capacidad para soportar el tránsito que debe servir.

La seguridad es un concepto de más reciente incorporación a la serviciabilidad y guarda relación con la disposición, calidad y cantidad de elementos de seguridad, y con un adecuado diseño vial.

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 AASTHO, en 1962. Los valores del PSI se evalúan mediante una escala que va de 0 a 5, en donde la condición óptima corresponde al máximo valor.

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:

Cuadro N° 2.01: Condición Funcional del Pavimento Según el PSI.

Rango de Serviciabilidad del Pavimento (PSI)	Transitabilidad (Calificativo)
0 - 1	Muy Mala
1 - 2	Mala
2 - 3	Regular
3 - 4	Buena
4 - 5	Muy Buena

Fuente ASHTO - 1962

2.2. RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO

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 (International Roughness Index), parámetro desarrollado por el Banco Mundial para uniformizar los diversos criterios que existen para medir y calibrar la rugosidad de los pavimentos.

2.3. MÉTODOS PARA LA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD.

2.3.1. Clasificación de los métodos

Los diversos métodos para medir la rugosidad que existe en el mundo pueden agruparse, de acuerdo a la clasificación dada por el Banco Mundial, en cuatro clases genéricas, con relación a cuán directa sea la correlación que emplean para relacionar sus medidas con el Índice Internacional de Rugosidad (IRI).

- **Métodos Clase 1**

Basados en la medición de perfiles topográficos de gran precisión, estos métodos se constituyen como los más exactos que existen para la determinación del IRI. Los métodos de la clase 1 establecen la rugosidad a través de la determinación muy exacta del perfil longitudinal de un pavimento, con medidas espaciadas cada 0.25 m y cotas con una precisión de 0.5 mm. A esta clase pertenecen los métodos basados en la medición del perfil del pavimento con el perfilómetro TRRL Beam y con mira y nivel de precisión (Rod and Level).

- **Métodos Clase 2**

Esta clase incluye todos los otros métodos en los cuales la rugosidad se determina sobre la base de la medición del perfil longitudinal, pero con una exactitud menor que los de la Clase 1. Estos métodos recurren al uso de perfilómetros de alta velocidad o mediciones estáticas con equipos similares a los de Clase 1, pero con niveles inferiores de exactitud. Entre los perfilómetros de alta velocidad se tienen, el APL Trailer y GMR-type Inertial Profilometer.

Tanto los métodos Clase 1, como los Clase 2, establecen la rugosidad en unidades IRI haciendo uso de programas de cómputo, los cuales se basan en algoritmos matemáticos que simulan la respuesta dinámica que experimenta el sistema de suspensión de un vehículo modelo, al “transitar” por el perfil medido. Dicha respuesta se sintetiza finalmente en la cantidad de movimiento relativo vertical acumulado por unidad de longitud, expresado en m/km y que recibe el nombre de IRI.

- **Métodos Clase 3**

En esta clase están los métodos que recurren al uso de una ecuación de correlación para la estimación del IRI. Estos métodos, también denominados “tipo respuesta” (Response-Type Road Roughness Measuring System, o simplemente, RTRRMS), establecen la rugosidad basados en la detección del movimiento relativo que experimenta el sistema de suspensión de un vehículo de pasajeros o de un tráiler remolcado, al transitar sobre el pavimento.

Las mediciones efectuadas mediante los métodos Clase 3 dependen de las características dinámicas de un vehículo, para proporcionar parámetros de rugosidad que puedan correlacionarse con el Índice de Rugosidad Internacional (IRI). Sin embargo, las propiedades dinámicas de cada vehículo son particulares y cambian con el tiempo, por lo que las mediciones directas deben ser correlacionadas con el IRI mediante una ecuación de calibración, que debe ser obtenida experimentalmente y específicamente para el vehículo empleado.

Esta clase también incluye métodos que emplean otros tipos de instrumentos para medir la rugosidad, diferentes a un RTRRMS, que sean capaces de generar parámetros razonablemente correlacionados con la escala del IRI. Entonces, un método para medir rugosidad califica como Clase 3 si emplea algún tipo de ecuación de correlación, indistintamente del tipo de instrumentación o vehículo que se utilice para la obtención de la medida de rugosidad básica.

Los métodos Clase 3 emplean diversos tipos de equipos, tales como el Mays Meter (Norteamericano), Bump Integrator (Inglés), NAASRA Meter (Australiano), etc., todos ellos producidos comercialmente.

- **Métodos Clase 4**

Hay situaciones en las que se requieren datos de rugosidad sin necesidad de una gran precisión o simplemente no es posible obtener datos precisos; Sin embargo se hace deseable relacionar las medidas a la escala del IRI. En tales casos se puede recurrir a una evaluación subjetiva, ya sea mediante experiencia previa recorriendo caminos o basándose en una inspección visual. Otra posibilidad es utilizar las medidas obtenidas con un equipo sin calibrar, tal como un RTRRMS. De hecho un equipo tipo respuesta que no está calibrado cae dentro la categoría de Clase 4.

2.3.2. Métodos utilizados en el Perú

Si bien en el Perú existen también equipos tipo respuesta (Bump Integrator), su uso ha sido bastante limitado. En cuanto a la calidad de resultados, la experiencia no ha sido muy afortunada, debido fundamentalmente a la falta de exactitud de las calibraciones efectuadas o a la imposibilidad de mantener las condiciones con las que inicialmente fueron calibrados los equipos, lo que ha incidido en la obtención de resultados inconsistentes con el estado de los pavimentos evaluados.

En consecuencia, la mayor experiencia en el Perú está relacionada con el método basado en el uso del rugosímetro denominado MERLIN, desarrollado por el TRRL de Gran Bretaña. De acuerdo a la clasificación del Banco Mundial, el método de medición del MERLIN califica por la forma como Clase 3, ya que hace uso de una ecuación de correlación para relacionar los valores que determina con la escala del IRI.

Sin embargo, por haber sido diseñado como una variación de un perfilómetro estático, y debido a la gran exactitud de sus resultados, es considerado como un método Clase 1.

2.4. EQUIPO MERLIN

El rugosímetro MERLIN, es un instrumento versátil, sencillo y económico, pensado especialmente para uso en países en vías de desarrollo. Fue introducido en el Perú en 1993, que funciona de acuerdo al principio de la palanca. Posee la capacidad de detectar y amplificar las irregularidades que presenta la superficie del pavimento. Lo que mide finalmente el MERLIN no es la magnitud de las deformaciones sino su variabilidad. El principio que sustenta el método es que a mayor variabilidad, mayor resulta la magnitud de la rugosidad.

Para calcular la rugosidad de los pavimentos con el MERLIN, se ha utilizado en un principio el método original propuesto por el TRRL. Posteriormente se realizaron modificaciones a fin de obtener un mayor rendimiento con el equipo. Asimismo, se elaboró una nueva ecuación de correlación, con base en la experiencia peruana, que es empleada para el control de calidad de pavimentos nuevos.

CAPÍTULO III: DETERMINACIÓN DE LA RUGOSIDAD

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

Para la ejecución de los ensayos se requiere de dos personas que trabajen conjuntamente, un operador que conduce el equipo y realiza las lecturas y un auxiliar que las anota. 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.

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.

3.2. TOMA DE DATOS

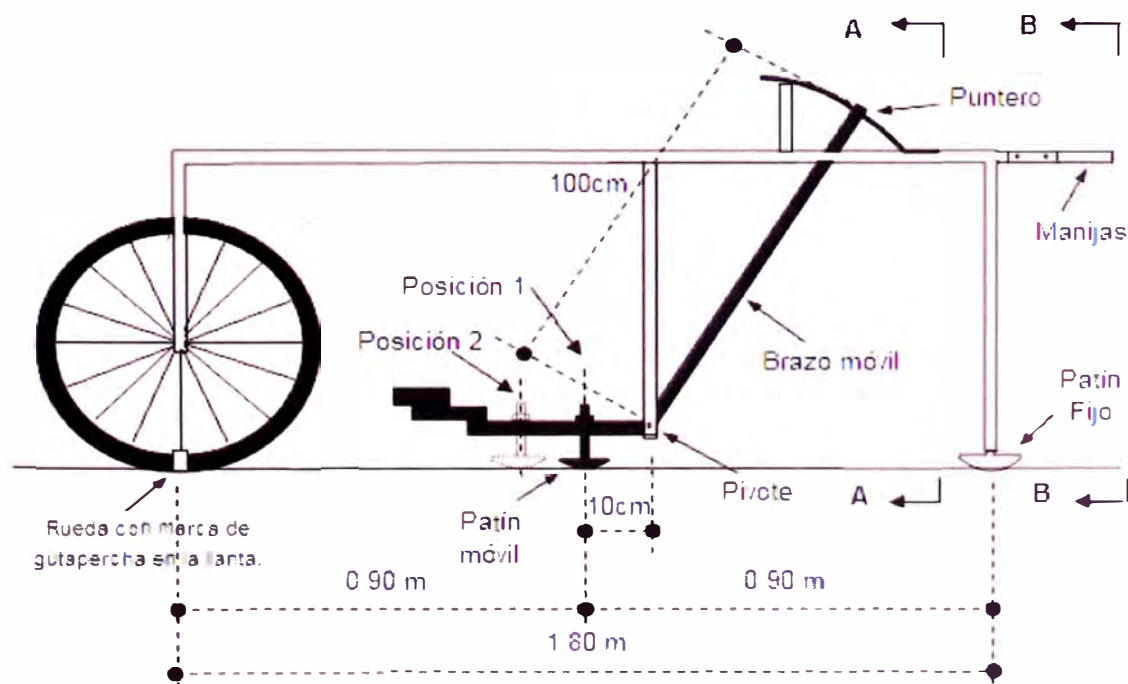
La toma de datos debe realizarse estacionando el equipo a intervalos regulares, generalmente cada 2m de distancia; en la práctica esto se resuelve tomando como referencia la circunferencia de la rueda del MERLIN, que es aproximadamente esa dimensión, es decir, cada ensayo se realiza al cabo de una vuelta 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 N° 3.01). La posición que adopta el puntero corresponderá a una lectura entre 1 y 50, la que se anotará en un formato de campo, tal como el mostrado en el Figura N° 3.02. El formato consta de una cuadrícula compuesta por 20 filas y 10 columnas; empezando por el casillero (1,1), los datos se llenan de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.

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.

Figura N° 3.01: Esquema del Rugosímetro de MERLIN



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

Figura N° 3.02: Vista de la toma de datos con el equipo MERLIN en el sub tramo Km. 116+000 al Km. 115+600.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 3.03: Formato de anotación de lecturas de campo.

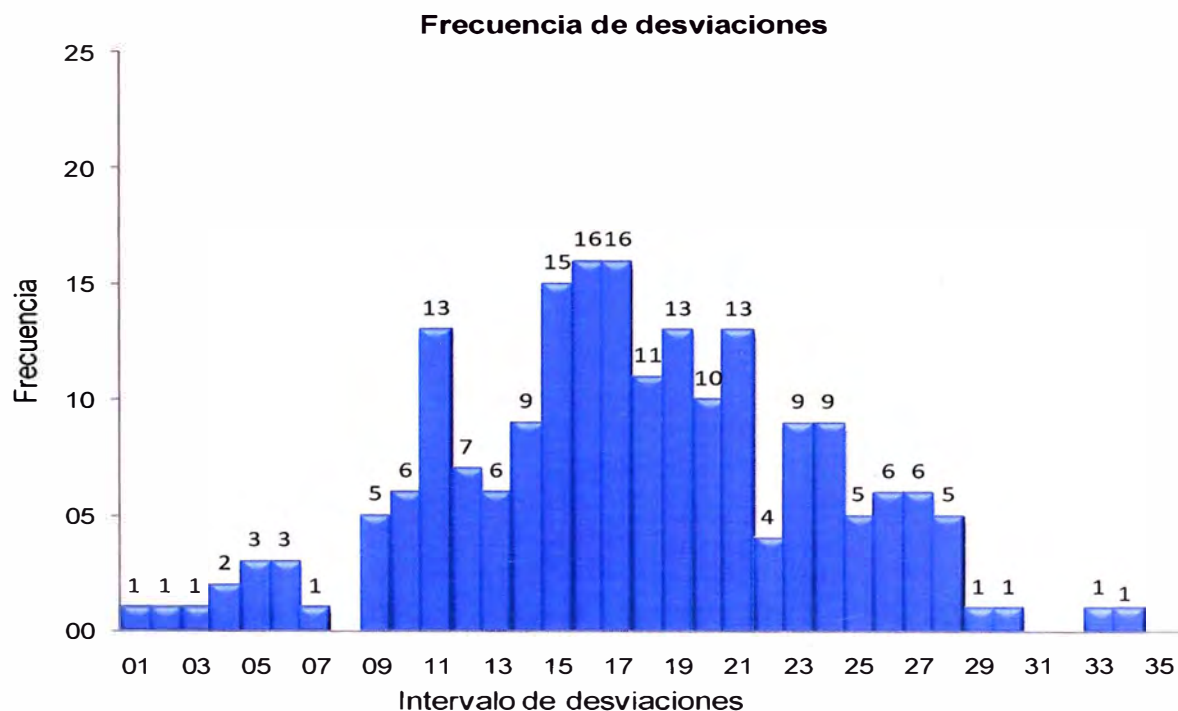
ENSAYOS PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN (HOJA DE CAMPO)											
PROYECTO:					OPERADOR :						
SECTOR :					SUPERVISOR :						
TRAMO :					FECHA :						
CARRIL :											
ENSAYO N°	<input style="width: 30px;" type="text"/>	KM	<input style="width: 30px;" type="text"/>	HORA	<input style="width: 30px;" type="text"/>						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1											TIPOS DE PAVIMENTO:
2											AFIRMADO <input style="width: 30px;" type="checkbox"/>
3											BASE GRANULAR <input style="width: 30px;" type="checkbox"/>
4											BASE IMPRIMADA <input style="width: 30px;" type="checkbox"/>
5											TRATAMIENTO MONOCAPA <input style="width: 30px;" type="checkbox"/>
6											TRATAMIENTO SLURRY SEAL <input style="width: 30px;" type="checkbox"/>
7											RECAPEO ASFALTICO <input style="width: 30px;" type="checkbox"/>
8											SELLO <input style="width: 30px;" type="checkbox"/>
9										 <input style="width: 30px;" type="checkbox"/>
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
OBSERVACIONES:										
										
										
										

Fuente: Elaboración propia

3.3. GRÁFICA DEL HISTOGRAMA DE FRECUENCIA

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 (Figura N° 3.04).

Figura N° 3.04: Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva.



Fuente: Elaboración propia.

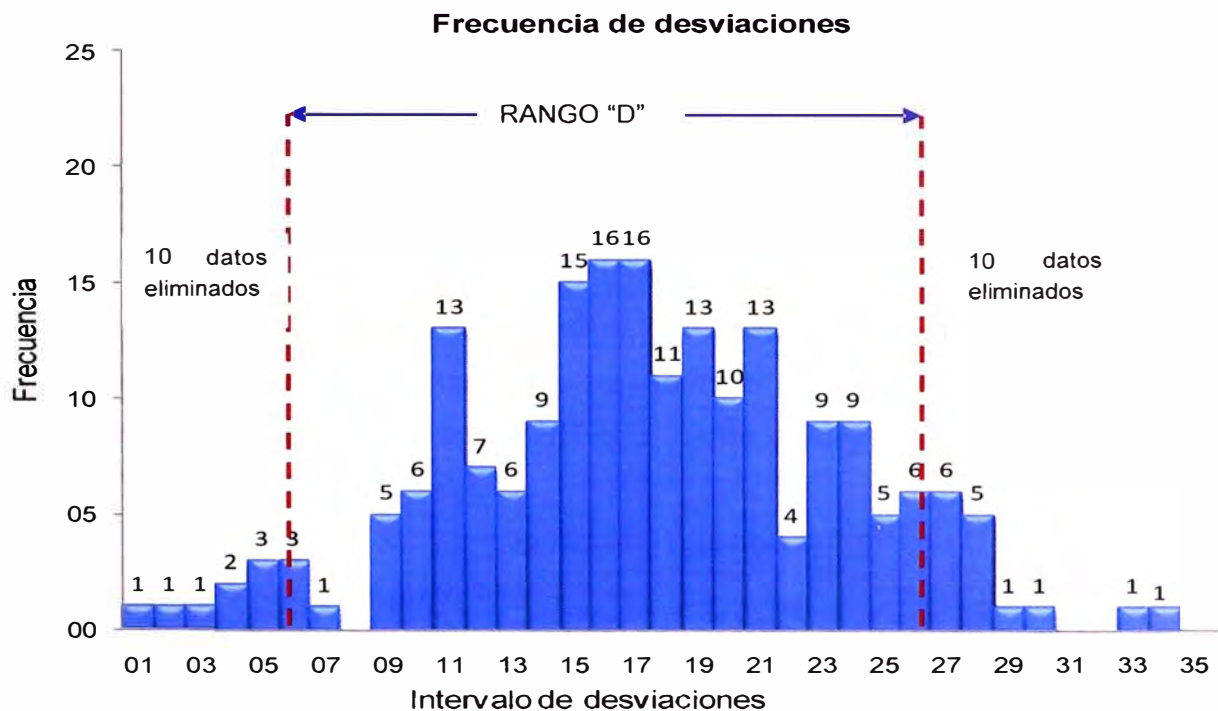
3.4. DETERMINACIÓN DE LA RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO (D)

Creado el gráfico 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.

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.

Figura N° 3.05: Cálculo del Rango "D"



Fuente: Elaboración propia.

3.5. FACTOR DE CORRECIÓN PARA EL AJUSTE D

El factor de ajuste del valor D y la rugosidad en unidades IRI, las cuales han sido desarrolladas para una condición de relación de brazos del rugosímetro 1 a 10 (Ver Figura N° 3.01). 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.

- 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 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 (ver Anexo 1):

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

Donde:

- EP: Espesor de la pastilla
- LI: Posición inicial del puntero
- LF: Posición final del puntero

3.6. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

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:

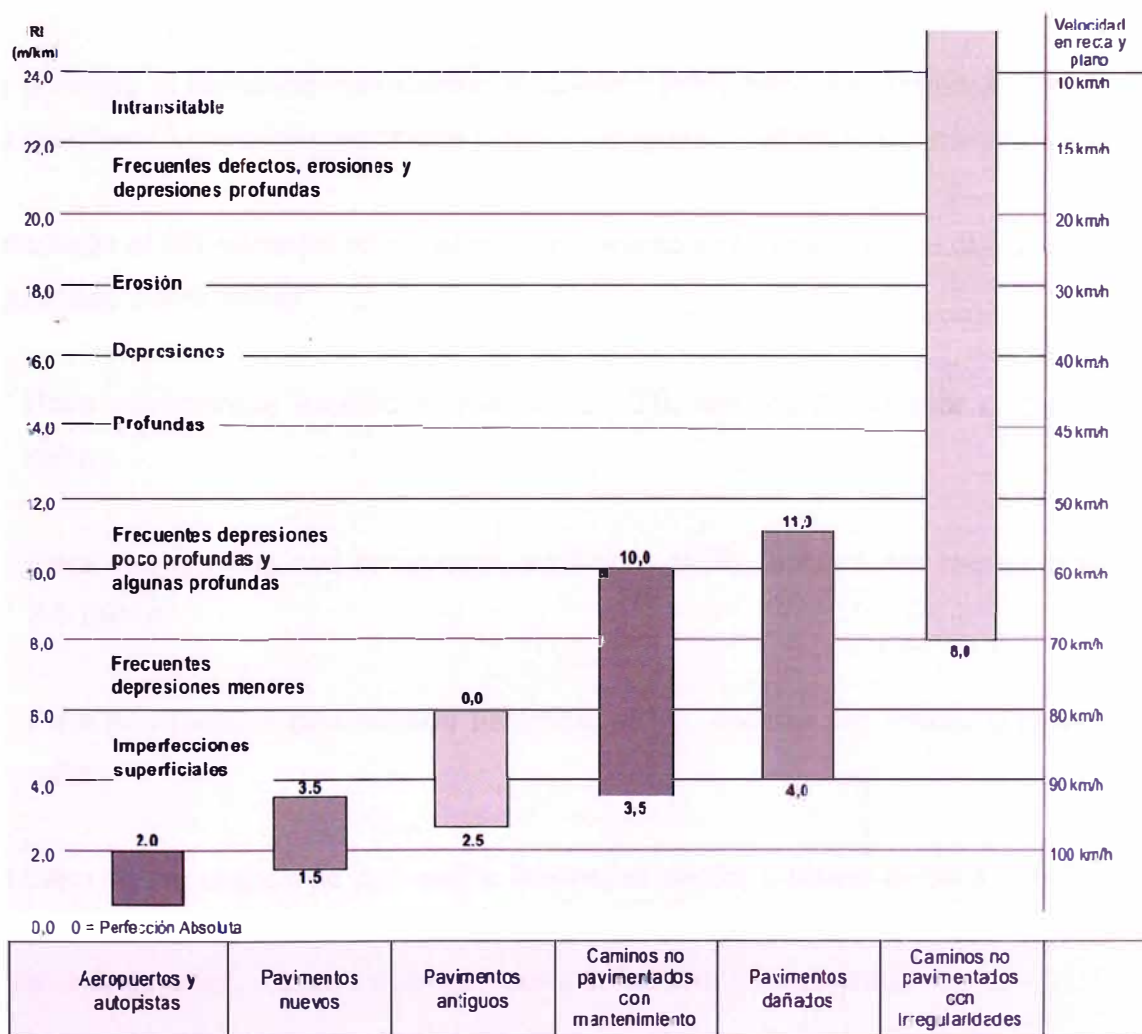
- a. Cuando $2.4 < IRI < 15.9$, entonces $IRI = 0.593 + 0.0471 D$
- b. Cuando $IRI < 2.4$, entonces $IRI = 0.0485 D$

La expresión "a" 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 “b” 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 construidos.

Figura N° 3.06: Escala de rugosidad para pavimentos (IRI)



Fuente: MTC Manual para la conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

3.6.1. LÍMITES DE LA RUGOSIDAD PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE PAVIMENTOS

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

$$IRI_c = IRI_p + 1.645\sigma$$

Donde:

- IRI_c : IRI característico
- IRI_p : IRI promedio
- σ : Desviación estándar

De acuerdo al factor de correlación empleado ($K=1.645$), se cumplirá que el 95% del pavimento experimentará una rugosidad igual o menor al IRI característico.

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

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

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

3.7. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO (PSI)

En el Perú, la determinación analítica del PSI se efectúa utilizando la expresión establecida por Sayers, que relaciona la Rugosidad con el Índice de Serviabilidad. La expresión, es una correlación desarrollada con la base de datos establecida en el Ensayo Internacional sobre Rugosidad de Caminos, realizado en Brasil en 1982.

$$PSI=5e^{-\left(\frac{IRI}{5.5}\right)}$$

Donde:

- R: Rugosidad, IRI
- PSI: Índice de Serviabilidad Presente.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO (PSI) OBTENIDO

Para efectos del presente estudio, la determinación analítica del PSI se efectuó utilizando la expresión aproximada establecida por Sayers, que relaciona la rugosidad con el Índice de Servicialidad, la correlación adoptada se desarrolló usando los datos obtenidos en el Ensayo Internacional sobre Rugosidad en caminos, realizado en Brasil en 1982. Los valores obtenidos se muestran en el siguiente cuadro (Ver anexo N° 1):

Cuadro N° 4.01: Valores de IRI obtenidos en el tramo evaluado

TRAMO	IRI(m/Km)	PSI	Transitabilidad (Calificativo)	Fecha
Km 116+000 – Km115+600	4.13	2.36	Regular	22/05/2010
Km 115+200 – Km114+800	5.20	1.77	Mala	22/05/2010
	IRIp	4.67		
	σ	0.76		
	IRIc	5.91		
	PSIp	1.71		

Fuente: Elaboración propia.

4.2. DISCUSIÓN DE LA APLICACIÓN DEL RUGOSÍMETRO DE MERLIN

La aplicación del rugosímetro de MERLIN requiere de un mayor cuidado en la ecuación de correlación utilizada para convertir los valores de D a IRI. La expresión a utilizarse debe ser concordante con valores reales y no solamente en premisas teóricas discordantes con la realidad.

Los valores IRI obtenido por el Monitoreo UNI entre los meses de Junio y Julio del 2009 (Ver anexo N° 2) son congruentes con el aumento de la rugosidad en el tiempo, dado que los resultados son menores con respecto a la rugosidad obtenida en el presente informe cuya evaluación de rugosidad con equipo MERLIN fue realizada en el mes de Mayo del 2010 para el tramo analizado

Km 114+000 al Km 116+000. En el cuadro siguiente se muestra la evolución de los valores de IRI para el tramo evaluado.

Cuadro N° 4.02: Valores de IRI del mes de Julio del 2009 en el tramo evaluado por la UNI-MTC.

TRAMO	IRI(m/Km)	PSI	Transitabilidad (Calificativo)	Fecha
Km 116+000 – Km115+600	4.86	2.07	Regular	07/07/2009
Km 115+200 – Km114+800	4.73	2.12	Regular	07/07/2009
	IRIp	4.80		
	σ	0.09		
	IRIc	4.95		
	PSIp	2.03		

Fuente: Elaboracion propia.

En el siguiente cuadro se muestra la evolución de la rugosidad de la superficie de rodadura de la progresiva Km. 90+000 al Km. 113+100 evaluados en los meses de Febrero y Marzo del 2010 (Ver anexo N°2).

Cuadro N° 4.03: Resumen de valores de IRI evaluado por la UNI-MTC (Febrero y Marzo del 2010)

IRI Mínimo	3.53
IRI Máximo	7.11
IRI Promedio	4.87
σ	0.70
IRIc	6.02
PSI	1.68

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La evaluación de la rugosidad con equipo MERLIN se ha efectuado en el tramo ubicado entre las progresivas Km. 114+000 al Km. 116+000 en el carril derecho de la vía, obteniéndose un valor del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de 5.91m/Km el mismo que muestra un aumento en la rugosidad en el tramo evaluado con respecto al IRI obtenido en Julio 2009 (4.95m/Km).
2. En cuanto al PSI obtenido (1.71) para este tramo evaluado se tiene una disminución de este valor con respecto al valor de PSI (2.03) obtenido en Julio del 2009, lo cual significa que la vía muestra un apreciado deterioro de la superficie de rodadura, calificándola como una vía de mala transitabilidad.
3. El valor de IRI obtenido en los sub tramos evaluados, se encuentran dentro del mínimo y máximo obtenido por el monitoreo que efectuó la UNI en los meses de Febrero y Marzo del 2010.
4. El desgaste progresivo de la carpeta de rodadura del tramo evaluado, se debe principalmente al incremento de vehículos debido al cambio estándar.
5. El bajo rendimiento (5Km/día) del rugosímetro MERLIN, para la determinación de rugosidades de pavimentos, es la mayor desventaja presentada, a pesar de obtener buenos resultados en trabajos de evaluación.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar una medición periódica de la rugosidad con equipo MERLIN para así obtener una data histórica y realizar su seguimiento durante toda la vida útil del tramo en estudio.
2. No es recomendable realizar mediciones de rugosidad con equipo MERLIN en tramos donde se ubiquen estructuras como badenes, puentes y jibas.
3. Se debe hacer comparaciones de esta evaluación, con métodos más exactos como la mira y el nivel, a fin de verificar si los resultados obtenidos son siempre aplicativos.
4. Se debe calibrar el equipo MERLIN, cada medio año, para de esta manera obtener datos confiables.
5. Las ecuaciones de calibración utilizadas en el procesamiento de la información y de los modelos matemáticos en los cuales se basan estas ecuaciones, deben ser validadas con datos reales de campo.
6. Se recomienda automatizar el rugosímetro de MERLIN para mejorar la velocidad de adquisición de datos y su procesamiento.

BIBLIOGRAFÍA

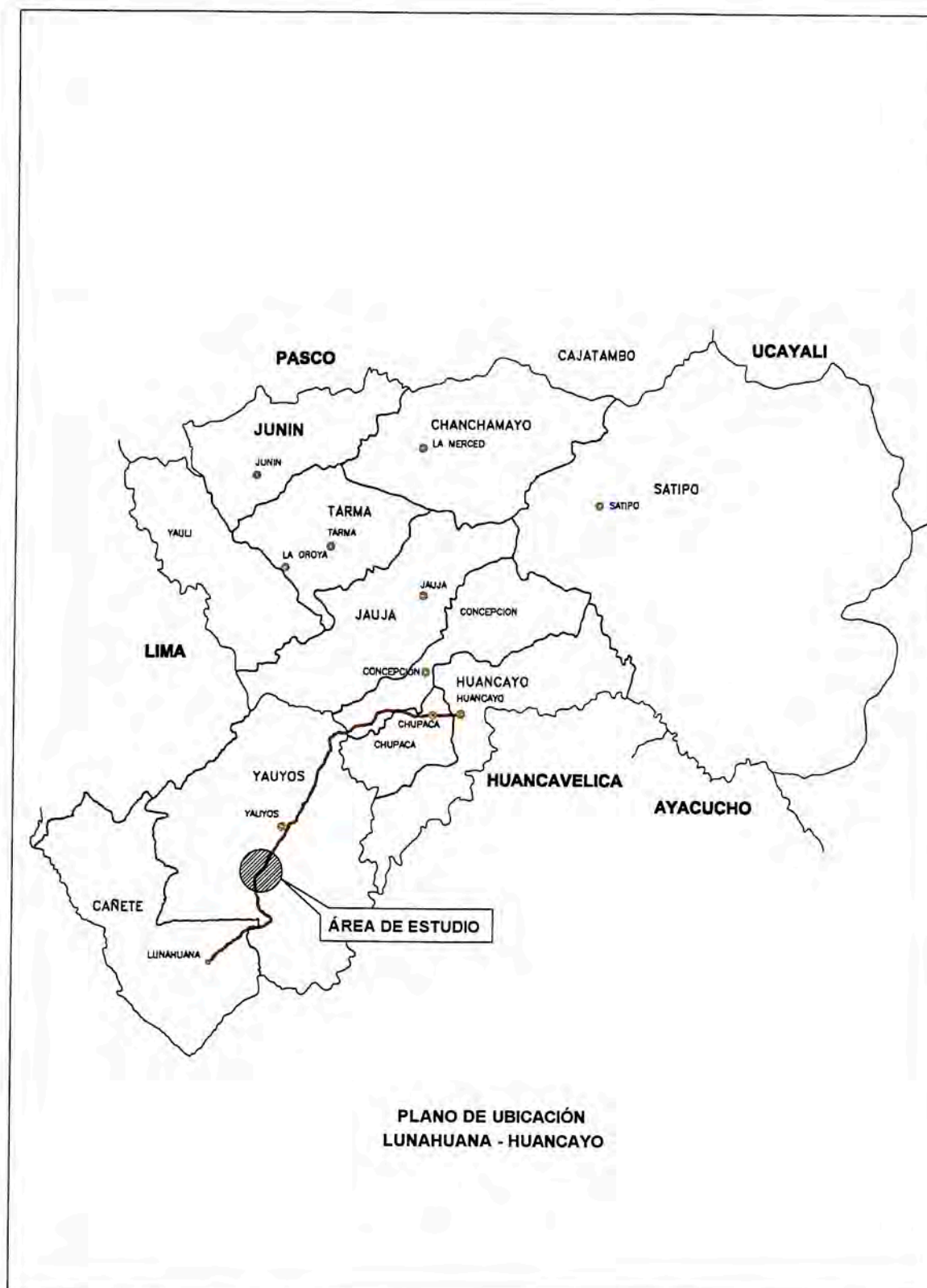
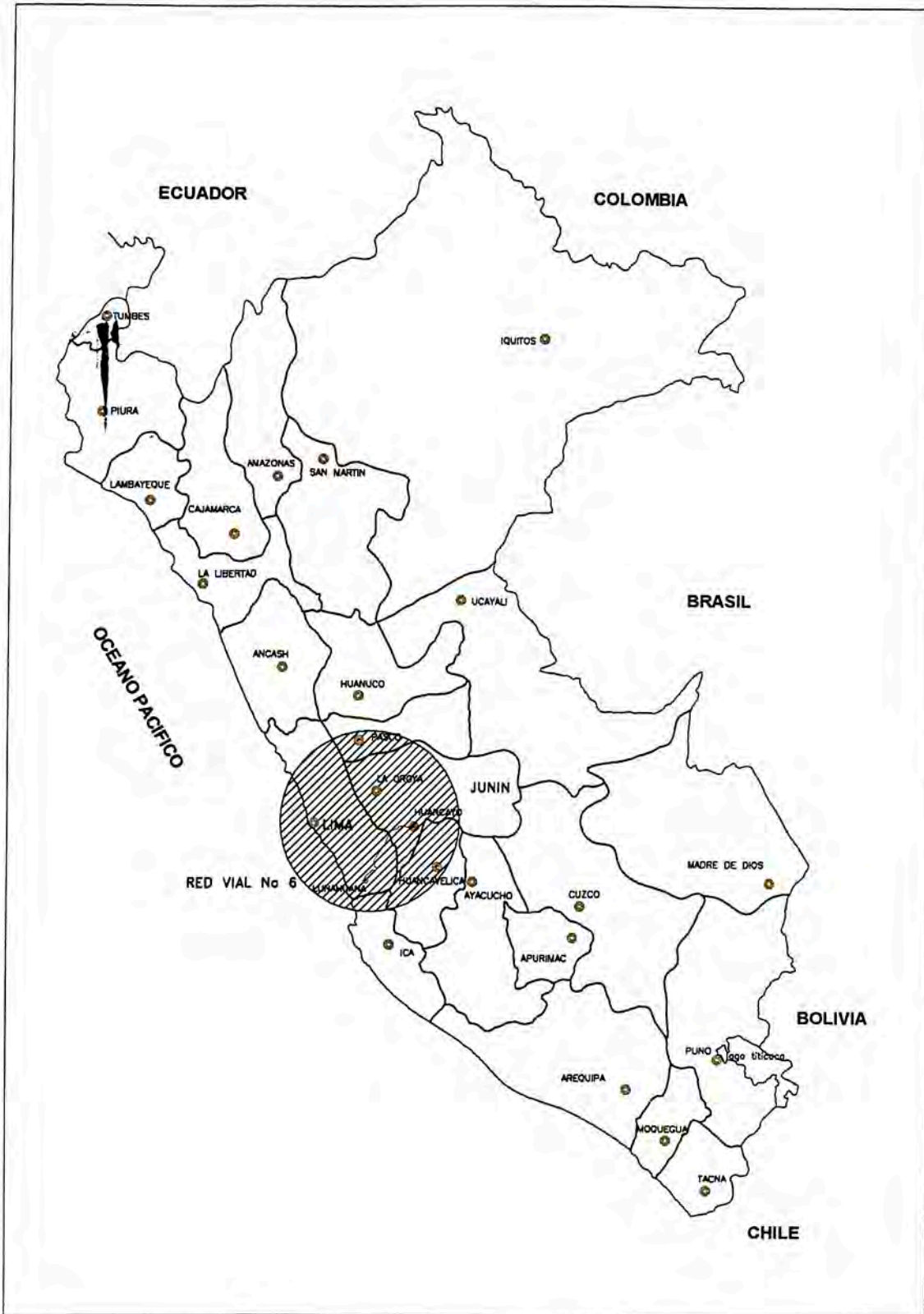
1. ASOCIACIÓN AYESA – ALPHA CONSULT; **Estudios de Preinversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ruta 22 Tramo: Lunahuaná – Yauyos Chupaca**, MTC, Lima, 2005
2. DEL ÁGUILA, PABLO M.; **Estado del Arte Sobre la Medición de la Rugosidad de Pavimentos en el Perú**; Fondo Editorial ICG, Lima, 2005.
3. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - **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**, 2008
4. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES; **Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito**, Tarea Asociación Grafica Educativa, Lima, 2008.
5. PALACIOS LEÓN, FLORIANO; **Estudios de Preinversión a Nivel de Perfil para el Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ruta 22, Tramo: Lunahuaná – Yauyos Chupaca**, MTC, Lima, 2004
6. SAYERS, M.W. et al; **Guidelines for Condcuting and Calibrating Road Roughness Measurements. World Bank Technical Paper N° 46**. Washington D.C., 1986.
7. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA; **Informe Técnico Anual “Acompañamiento y Monitoreo de los Trabajos y servicios de Conservación Vial por Niveles de Servicio del Corredor Vial N° 13: Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Chupaca, Convenio N° 18-2008-MTC/20”**; Lima, 2009.

ANEXOS

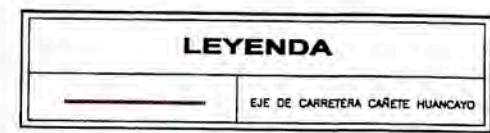
CONTENIDO

- 1. PLANOS**
- 2. CÁLCULO DEL IRI Km 114+000 al Km 116+000**
- 3. VALORES DEL IRI MONITOREO UNI**
- 4. ESTUDIO DEL TRÁFICO**
- 5. PANEL FOTOGRÁFICO**

PLANOS



UBICACIÓN S/E



NOTAS :
 1.- LA ESCALA GRAFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1, PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE
 2.- DIMENSIONES EN MILIMETROS Y NIVELES EN METROS, SALVO INDICADO.
 3.- USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

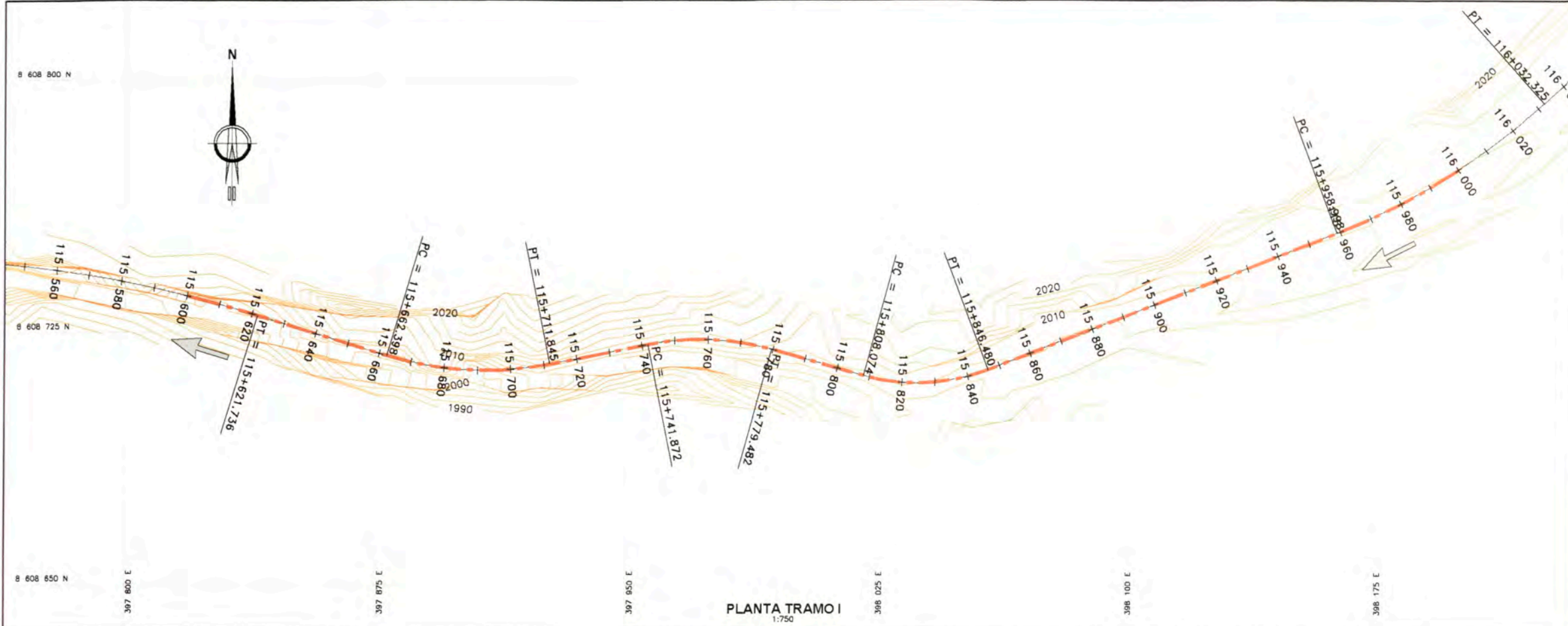
ALUMNO: BACH. ELIU CARBAJAL SALINAS
 ASESOR: ING. JORGE AGRAMONTE

PROYECTO :
 EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD CON EL EQUIPO MERLIN
 MONITOREO DE CONSERVACIÓN CARRETERA CAÑETE - HUANCAYO
 Km. 114+000 al Km. 116+000

PLANO :
 UBICACIÓN DEL PROYECTO

ESCALA : S/E
 FECHA : JULIO - 2010
 PLANO N° :
 TE-001

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - OFICINA DE SISTEMAS DE INFORMACIONES - 01/11/10 07:38



UBICACIÓN S/E



LEYENDA	
	CURVAS MAESTRAS
	CURVAS SECUNDARIAS
	TRAMO EVALUADO DE LA RUGOSIDAD CON EQUIPO MERLIN
	SENTIDO DE REALIZACIÓN DEL ENSAYO

NOTAS :
 1.- LA ESCALA GRAFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1. PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE
 2.- DIMENSIONES EN MILIMETROS Y NIVELES EN METROS, SALVO INDICADO.
 3.- USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ALUMNO: BACH. ELIU CARBAJAL SALINAS
 ASESOR: ING. JORGE AGRAMONTE

PROYECTO :
 EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD CON EL EQUIPO MERLIN
 MONITOREO DE CONSERVACIÓN CARRETERA CAÑETE - HUANCAYO
 Km. 114+000 al Km. 116+000

PLANO :
 UBICACION DE TRAMOS
 EVALUADOS

ESCALA : 1:750
 FECHA : JULIO - 2010
 PLANO N° :
TE-002

CÁLCULO DEL IRI Km 114+000 al 116+000

Factor de corrección del MERLIN

Serie	Factor de corrección		Lecturas con pastillas de calibración							
	Li	Lf	Li 1	Li 2	Li 3	Li 4	Lf 1	Lf 2	Lf 3	Lf 4
511	25	12,00	25	25	25		12	12	12	
529	25	11,67	25	25	25		12	12	11	
540	25	10,50	25	25	25	25	11	10	10	11
541	25	11,00	25	25	25	25	11	11	12	10

Determinación del Factor de Corrección:

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

Donde:

F.C. : Factor de corrección.

EP. : Espesor de la pastilla de cobre. (e=6.47mm).

LI: Lectura inicial.

LF: lectura final.

FC (SERIE 540) = 0.892

FC (SERIE 541) = 0.924.



ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL

ENSAYO CON EQUIPO MERLIN - DATOS DE CAMPO


DATOS DEL ENSAYO Nº												desv.	cant.		
Proyecto:	Corredor Vial Nº 13		01	19	15	14	05	21	28	16	13	16	24	01	01
Sector:	Catahuasi - Chupaca		02	14	16	16	19	19	06	18	14	15	23	02	01
Tramo (km):	115+200	114+800	03	29	11	03	04	28	12	05	24	11	14	03	01
Fecha:	22 de Mayo del 2010		04	27	17	20	11	25	15	16	11	21	11	04	02
Sentido:	Descendente		05	18	11	20	15	15	09	06	18	16	15	05	03
Carril:	Izquierdo		06	15	13	21	15	34	19	10	20	21	18	06	03
Tipo de Sup.:	Monocapa		07	17	11	12	05	19	24	16	22	17	20	07	01
DATOS DEL OPERADOR			08	14	06	15	30	27	26	15	21	14	09	08	00
Nombre:	Mesias	M.	09	23	23	23	02	28	26	14	17	16	18	09	05
DATOS DEL EQUIPO:			10	16	24	10	22	20	27	18	18	24	26	10	06
Serie:	541		11	26	17	13	18	27	15	10	11	17	28	11	13
SUPERVISADO POR :			12	15	09	16	19	21	20	19	15	17	19	12	07
Ing. Edwin Apolinario Morales			13	16	21	16	11	17	17	19	17	17	12	13	06
OBSERVACIONES:			14	10	25	11	24	18	10	21	11	12	25	14	09
			15	15	20	01	13	26	23	27	12	17	17	15	15
			16	09	16	16	33	17	12	23	24	19	23	16	16
			17	12	17	19	28	25	21	24	20	21	04	17	16
			18	14	20	16	20	25	21	26	17	22	23	18	11
			19	07	13	18	15	22	10	19	18	11	09	19	13
			20	11	21	14	27	24	16	13	21	19	23	20	10
														21	13
														22	04
														23	09
														24	09
														25	05
														26	06
														27	06
														28	05
														29	01
														30	01
														31	00
														32	00
														33	01
														34	01
														35	00
														36	00
														37	00
														38	00
														39	00
														40	00
														41	00
														42	00
														43	00
														44	00
														45	00
														46	00
														47	00
														48	00
														49	00
														50	00
														Total	200

Frecuencia de desviaciones



Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva

FACTOR DE CORRECCIÓN

Posición Inicial del Puntero:	25.00	<i>Espesor de pastilla</i> $e = 6.47 \text{ mm}$
Posición Final del Puntero:	11.00	
F.C. =	0.924	

ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Valor Máximo:	34	$D = 21.17$	IRI calculado según la ecuación de correlación del TRRL: $IRI = 0,593 + 0,0471 \times D$
Valor Mínimo:	01		
IRI =	5.20	m/km	

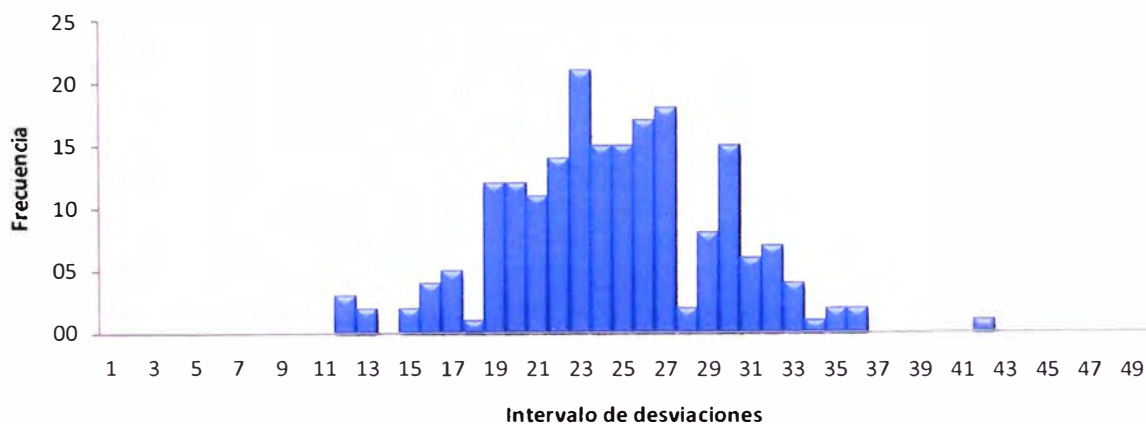


ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL

ENSAYO CON EQUIPO MERLIN - DATOS DE CAMPO

DATOS DEL ENSAYO Nº		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	desv.	cant.	
Proyecto:	Corredor Vial Nº 13	1	16	27	25	26	36	26	26	17	16	21	01	00
Sector:	Catahuasi - Chupaca	2	18	19	26	30	34	21	19	25	24	12	02	00
Tramo (km):	116+000 - 115+600	3	22	24	26	24	30	27	32	16	33	31	03	00
Fecha:	22 de Mayo del 2010	4	24	26	22	28	25	22	29	30	20	30	04	00
Sentido:	Descendente	5	23	25	25	24	22	32	19	25	21	20	05	00
Carril:	Izquierdo	6	27	26	25	23	31	33	31	13	21	17	06	00
Tipo de Sup.:	Monocapa	7	30	17	22	19	27	30	25	24	30	33	07	00
DATOS DEL OPERADOR		8	20	24	23	19	20	31	26	27	24	22	08	00
Nombre:	Mesias M.	9	23	29	23	23	20	19	30	24	27	26	09	00
DATOS DEL EQUIPO:		10	21	21	21	20	33	35	27	26	29	19	10	00
Serie:	541	11	26	22	30	20	20	29	32	15	22	29	11	03
SUPERVISADO POR :		12	30	29	29	23	24	32	17	24	21	32	12	02
Ing. Edwin Apolinario Morales		13	22	22	22	31	22	26	36	22	20	23	13	02
OBSERVACIONES:		14	23	23	30	28	27	25	30	27	31	24	14	00
		15	23	23	23	27	27	25	26	19	15	27	15	02
		16	23	20	24	19	16	25	30	12	25	23	16	04
		17	19	26	23	17	13	42	22	27	23	25	17	05
		18	21	21	27	20	24	27	23	12	19	30	18	01
		19	23	26	26	32	27	20	21	25	27	35	19	12
		20	29	25	24	23	30	26	19	32	23	27	20	12
													21	11
													22	14
													23	21
													24	15
													25	15
													26	17
													27	18
													28	02
													29	08
													30	15
													31	06
													32	07
													33	04
													34	01
													35	02
													36	02
													37	00
													38	00
													39	00
													40	00
													41	00
													42	01
													43	00
													44	00
													45	00
													46	00
													47	00
													48	00
													49	00
													50	00
													Total	200

Frecuencia de desviaciones



Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva

FACTOR DE CORRECCIÓN

Posición Inicial del Puntero:	25.00	Espesor de pastilla
Posición Final del Puntero:	11.00	e= 6.47 mm
F.C. =	0.924	

ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Valor Máximo:	42	D= 16.25	IRI calculado según la ecuación de correlación del TRRL:
Valor Mínimo:	12		
IRI= 4.13 m/km		IRI = 0,593 + 0,0471xD	

VALORES DEL IRI MONITOREO UNI

RESUMEN DE LOS VALORES DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL - IRI

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

CODIGO DEL ARCHIVO	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

RESUMEN DE LOS VALORES DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL - IRI

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

CODIGO DEL ARCHIVO	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 ARÍTMETICO

4.35

Rango IRI	Longitud (Km.)	%
0 - 2.800	0.00	0.00
2.801- 4.000	7.60	0.29
4.001- 5.000	14.40	0.55
>= 5.001	4.40	0.17
Total	26.40	1.00

RESUMEN DE LOS VALORES DEL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

TRAMO			IRI (m/km)								Variación		Nivel de Regularidad		
			LADO IZQUIERDO				LADO DERECHO				IRI (Mín-Máx)	IRI PROM (Izq-Der)			
P. INICIAL	-	P. FINAL	1ra	2da	3ra	PROM	1ra	2da	3ra	PROM					
90+000	-	90+400	5.2	5.6	5.5	5.4	4.2	4.6	3.9	4.2	1.6	1.2	medio		
90+400	-	90+800	6.4	6.1	5.6	6.0	5.2	4.7	4.1	4.7	2.3	1.4	alto		
90+800	-	91+200	5.6	5.2	5.1	5.3	5.1	5.1	5.3	5.2	0.6	0.1	bajo		
91+200	-	91+600	5.5	5.6	5.4	5.5	4.7	5.1	4.6	4.8	1.1	0.7	bajo		
91+000	-	91+400	4.5	4.2	4.4	4.4	3.7	3.9	3.9	3.8	0.8	0.6	bajo		
91+400	-	91+800	4.8	5.0	4.6	4.8	4.9	5.6	4.9	5.1	1.0	0.3	bajo		
91+800	-	92+200	4.3	4.6	4.1	4.3	4.5	3.8	4.1	4.1	0.8	0.2	bajo		
92+200	-	92+600	4.1	4.0	3.8	4.0	4.1	4.4	3.1	3.9	1.4	0.1	medio		
92+600	-	93+000	4.5	5.0	4.8	4.8	3.8	3.9	4.1	3.9	1.2	0.8	medio		
93+000	-	93+400	4.5	4.6	4.1	4.4	4.2	4.3	3.9	4.1	0.6	0.2	bajo		
93+400	-	93+800	3.6	3.9	4.0	3.8	4.2	3.7	3.5	3.8	0.6	0.1	bajo		
95+000	-	95+400	3.5	3.4	3.7	3.5	3.8	3.1	3.6	3.5	0.7	0.0	bajo		
95+400	-	95+800	4.1	4.0	3.3	3.8	3.9	4.0	3.8	3.9	0.8	0.1	bajo		
95+800	-	96+200	5.9	6.1	5.9	5.9	6.9	6.4	6.6	6.6	1.1	0.7	bajo		
96+200	-	96+600	5.7	5.3	5.2	5.4	5.4	4.8	5.0	5.1	1.0	0.3	bajo		
96+600	-	97+000	5.0	5.0	4.5	4.8	4.8	4.8	5.1	4.9	0.6	0.1	bajo		
97+100	-	97+500	4.4	3.8	4.6	4.3	5.8	5.0	4.6	5.1	2.0	0.9	alto		
97+500	-	97+900	4.7	4.7	4.9	4.8	5.2	5.1	5.1	5.2	0.5	0.4	bajo		
97+900	-	98+300	4.6	4.3	4.0	4.3	5.7	5.1	5.1	5.3	1.8	1.0	alto		
98+300	-	98+700	4.5	4.3	4.6	4.4	5.7	5.4	5.9	5.7	1.6	1.2	medio		
98+700	-	99+100	5.3	4.5	4.5	4.8	5.6	5.8	4.7	5.4	1.4	0.6	medio		
99+100	-	99+500	5.6	4.8	4.8	5.1	6.1	5.5	5.2	5.6	1.3	0.5	medio		
99+500	-	99+900	4.7	5.7	5.8	5.4	5.7	5.2	5.0	5.3	1.1	0.1	bajo		
99+900	-	100+300	4.4	4.5	3.9	4.3	5.5	5.1	4.5	5.1	1.6	0.8	medio		
100+300	-	100+700	4.5	4.1	4.1	4.2	5.3	4.6	4.4	4.8	1.2	0.5	medio		
100+700	-	101+100	5.2	5.1	5.9	5.4	6.3	5.1	5.3	5.6	1.3	0.2	medio		
101+100	-	101+500	5.3	5.2	4.7	5.1	5.1	5.4	4.7	5.0	0.7	0.0	bajo		
101+500	-	101+900	5.0	5.5	5.0	5.2	4.9	5.5	5.3	5.2	0.6	0.1	bajo		
101+900	-	102+300	4.9	4.8	4.5	4.7	5.2	5.3	5.4	5.3	0.9	0.6	bajo		
102+300	-	102+700	4.9	5.1	4.8	4.9	5.7	5.3	4.4	5.1	1.3	0.2	medio		
102+700	-	103+100	4.5	3.9	4.5	4.3	3.8	4.8	4.6	4.4	1.0	0.1	bajo		
103+100	-	103+500	4.4	5.0	5.2	4.9	4.6	4.2	4.8	4.5	1.0	0.3	bajo		
103+500	-	103+900	4.9	5.3	4.7	4.9	4.6	4.9	5.6	5.0	1.0	0.1	bajo		
103+900	-	104+300	4.8	5.0	4.8	4.9	4.8	5.2	4.7	4.9	0.5	0.1	bajo		
104+300	-	104+700	4.8	4.9	5.4	5.0	4.6	5.2	4.8	4.9	0.8	0.1	bajo		
104+700	-	105+100	4.8	4.6	5.1	4.9	4.5	4.2	4.5	4.4	0.9	0.5	bajo		
105+100	-	105+500	4.4	4.6	4.1	4.4	5.0	5.0	5.2	5.0	1.1	0.7	medio		
105+500	-	105+900	4.7	5.3	4.7	4.9	4.6	4.5	4.4	4.5	1.0	0.4	bajo		
105+900	-	106+300	4.8	4.3	4.4	4.5	4.9	4.4	5.2	4.8	0.9	0.3	bajo		
106+300	-	106+700	4.8	4.9	5.9	5.2	5.6	5.0	5.4	5.3	1.1	0.1	bajo		
106+700	-	107+100	5.6	5.1	5.1	5.3	5.1	6.8	5.7	5.9	1.7	0.6	alto		
107+100	-	107+500	5.4	5.2	5.6	5.4	5.2	4.9	4.8	5.0	0.8	0.5	bajo		
107+500	-	107+900	3.9	4.0	4.1	4.0	3.4	3.5	3.8	3.6	0.7	0.4	bajo		
107+900	-	108+300	3.8	4.2	4.6	4.2	3.9	3.8	3.8	3.8	0.8	0.4	bajo		
108+300	-	108+700	4.1	4.3	4.4	4.3	4.8	4.1	4.1	4.3	0.7	0.0	bajo		
108+700	-	109+100	5.2	5.2	5.0	5.2	5.2	5.6	4.9	5.2	0.8	0.1	bajo		
109+100	-	109+500	4.7	4.3	4.5	4.5	4.5	4.3	4.8	4.5	0.5	0.0	bajo		
109+500	-	109+900	5.3	5.4	5.3	5.3	4.7	4.6	4.8	4.7	0.9	0.7	bajo		
109+900	-	110+300	5.6	5.7	6.4	5.9	5.4	5.5	5.1	5.4	1.2	0.5	medio		
110+300	-	110+700	7.5	6.6	7.2	7.1	6.5	7.3	6.8	6.9	1.0	0.2	bajo		
110+700	-	111+100	4.7	5.3	4.4	4.8	4.2	5.0	4.9	4.7	1.1	0.1	bajo		
111+100	-	111+500	5.2	5.7	4.5	5.1	4.0	4.5	5.3	4.6	1.7	0.5	alto		
111+500	-	111+900	5.3	4.8	5.1	5.0	4.8	4.8	4.7	4.8	0.5	0.3	bajo		
111+900	-	112+300	4.8	4.0	5.4	4.7	4.5	5.4	4.5	4.8	1.4	0.1	medio		
112+300	-	112+700	6.5	6.8	6.5	6.6	6.0	5.2	5.0	5.4	1.9	1.2	alto		
112+700	-	113+100	6.3	6.4	5.1	5.9	5.4	6.0	6.2	5.9	1.2	0.1	medio		
			IRI Mínimo				3.53	IRI Mínimo				3.5	0.5	0.0	=MÍN
			IRI Máximo				7.11	IRI Máximo				6.9	2.3	1.4	=MÁX
			IRI Promedio				4.87	IRI Promedio				4.9			
			Desv.				0.70	Desv. Estandar				0.7			
			IRIc				6.02	IRI Característico				6.0			
			PSI				1.68								

ESTUDIO DEL TRÁFICO

TRÁFICO

1. GENERALIDADES

1.1 Ubicación

El Estudio de Tráfico de la carretera “Cañete-Dv. Yauyos-Chupaca (RN 22)”, se ubica geográficamente en la Región de Lima, provincias de Cañete y Yauyos y Región Junín-, Provincia de Chupaca

1.2 Objetivos

El Estudio de Tráfico, está orientado a proporcionar la información básica para determinar los indicadores de tráfico (composición y volumen vehicular) y nivel de servicio de los diferentes tramos homogéneos en que se secciono la Carretera “Cañete-Dv. Yauyos-Chupaca – RN 22”, para la evaluación de su funcionalidad en el tiempo.

1.3 Alcances

El Estudio de tráfico se realizará considerando lo siguiente:

- Identificación de “tramos homogéneos” de la demanda. Identificación de los nodos y su naturaleza, que generan estos tramos homogéneos,
- Conteos de tráfico en ubicaciones tomando como base la ramificación definida para las diferentes actividades de mantenimiento propuestas.
- Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo, durante 7 días continuos.
- Con los correspondientes factores de corrección (horario, diario, estacional), se obtendrá el Índice Medio Diario Anual (IMDA) de tráfico que corresponda al tramo o subtramo, por tipo de vehículo y total.
- Medición de velocidades y obtención de la velocidad media de operación por tipo de vehículo, por tramo homogéneo.
- El estudio de tráfico incluirá además, un Estudio peatonal, en aquellos puntos de mayor concentración de cruce de personas.

2.0 ESTUDIO VOLUMÉTRICO

El estudio volumétrico comprende la determinación de las características actuales y futuras del tráfico, estas características varían a lo largo de la carretera, existiendo tramos de características más o menos iguales llamados tramos homogéneos, como principales zonas generadoras y atractoras de viajes. No sería posible, ni necesario, determinar el volumen ni la composición del tráfico en cada uno de los tramos en los que existan pequeñas variaciones, solamente se determinarán los indicadores para los tramos en los que las variaciones en la composición y volumen sean significativas.

2.1 Tramos Homogéneos

Sobre la base de los antecedentes e información existente se determinaron los tramos homogéneos en la carretera comprendida en la carretera "Cañete-Dv. Yauyos-Ronchas", considerando que cada tramo contiene características más o menos homogéneas en volumen y composición del tráfico vehicular.

Estos tramos denominados tramos homogéneos de tráfico, no coinciden necesariamente con los tramos con características orográficas similares, sino que obedece al comportamiento del tráfico.

2.2 Estaciones de control

La programación de estaciones de control vehicular, se efectuó de acuerdo a i) los antecedentes entregados por el Consorcio Gestión de Carreteras 2, considerando las actividades de mantenimiento requeridas y según los tramos más o menos homogéneos en volumen y composición vehicular, en que se subdivide el Eje Vial en estudio, los cuales se indican en el cuadro siguiente:

El cuadro y Cronograma 2-1A y grafico 2-1, 2-2, muestran la ubicación de las Estaciones de Control vehicular.

CUADRO 2.-1 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE CONTROL

CÓDIGO	TRAMO	NOMBRE	TAREA
1.- Volumen y clasificación vehicular			
E 1	Cañete (Imperial)-Lunahuaná	Lunahuaná	Conteo Continuo
E 3	Lunahuaná-Pacarán-Zúñiga	Pacarán	Conteo Continuo
E 3	Zúñiga-Dv. Yauyos-San José de Quero	Zúñiga	Conteo Continuo
E4	San Jose de Quero-Ronchas	Yauyos	Conteo Continuo
E5	Ronchas-Chupaca	Ronchas	Conteo Continuo
2.- Encuesta Origen-Destino			
OD 1	Pacarán-Zúñiga	OD Pacarán	VL + Ómnibus y camiones
OD 2	Dv. Yauyos-Ronchas	OD Yauyos	VL + Ómnibus y camiones
3.- Estudio Peatonal			
	Zúñiga-Dv. Yauyos		Ronchas
	Dv. Yauyos-Ronchas		Magdalena
4, Estudio de Velocidad			
	Pacarán-Zúñiga		Km 212-km 239

Elaboración propia

CUADRO 2-1 A CRONOGRAMA DE ESTUDIO DE CAMPO

Código Estación	ESTACION	TRAMO	DIAS	CONTEO	
				UBICACIÓN	FECHA (2008)
CONTEO VEHICULAR					
E 1	Cañete	Cañete (Imperial)-Lunahuaná	7	Peaje Km. 12+730	12/15 y 23/25 Mayo
E 2	Lunahuana	Lunahuaná - Pacarán	7	Romani Km. 53	Del 21 al 27 de Abril
E 3	Pacaran	Pacarán – Zúñiga	7	Entrada Zúñiga KM. 58	Del 16 al 22 de Mayo
E 4	Dv. Yauyos	Zúñiga - Dv. Yauyos-San José de Quero	7	Salida de Magdalena Km. 127+400	Del 21 al 27 de Mayo
E 5	Roncha	San José de Quero – Roncha	7	Salida de Roncha Km. 25	Del 13 al 19 de Mayo
VELOCIDAD					
E 1	Cañete	Cañete (Imperial)-Lunahuaná	8 h	Peaje Km. 12+730	Caltopa Km. 20
E 2	Lunahuana	Lunahuaná - Pacarán	8 h	Romani Km. 53	Pte. Colgante Catapallan Km. 47
E 3	Pacaran	Pacaran - Zúñiga	8 h	Salida Zúñiga Km. 58	Entrada Pacaran Km. 55+500
E 4	Dv. Yauyos	Zúñiga - Dv. Yauyos-San José de Quero	8 h	Salida Magdalena Km. 121	Km. 127
E 5	Roncha	San José de Quero – Ronchas	8 h	Peaje Km. 12+730	Km. 32
PEATONAL					
E 4	Dv. Yauyos	Poblado Magdalena	12 h	Magdalena	25-May
E 5	Roncha	Poblado de Ronchas	12 h	Roncha	17-May

Elaboración propia

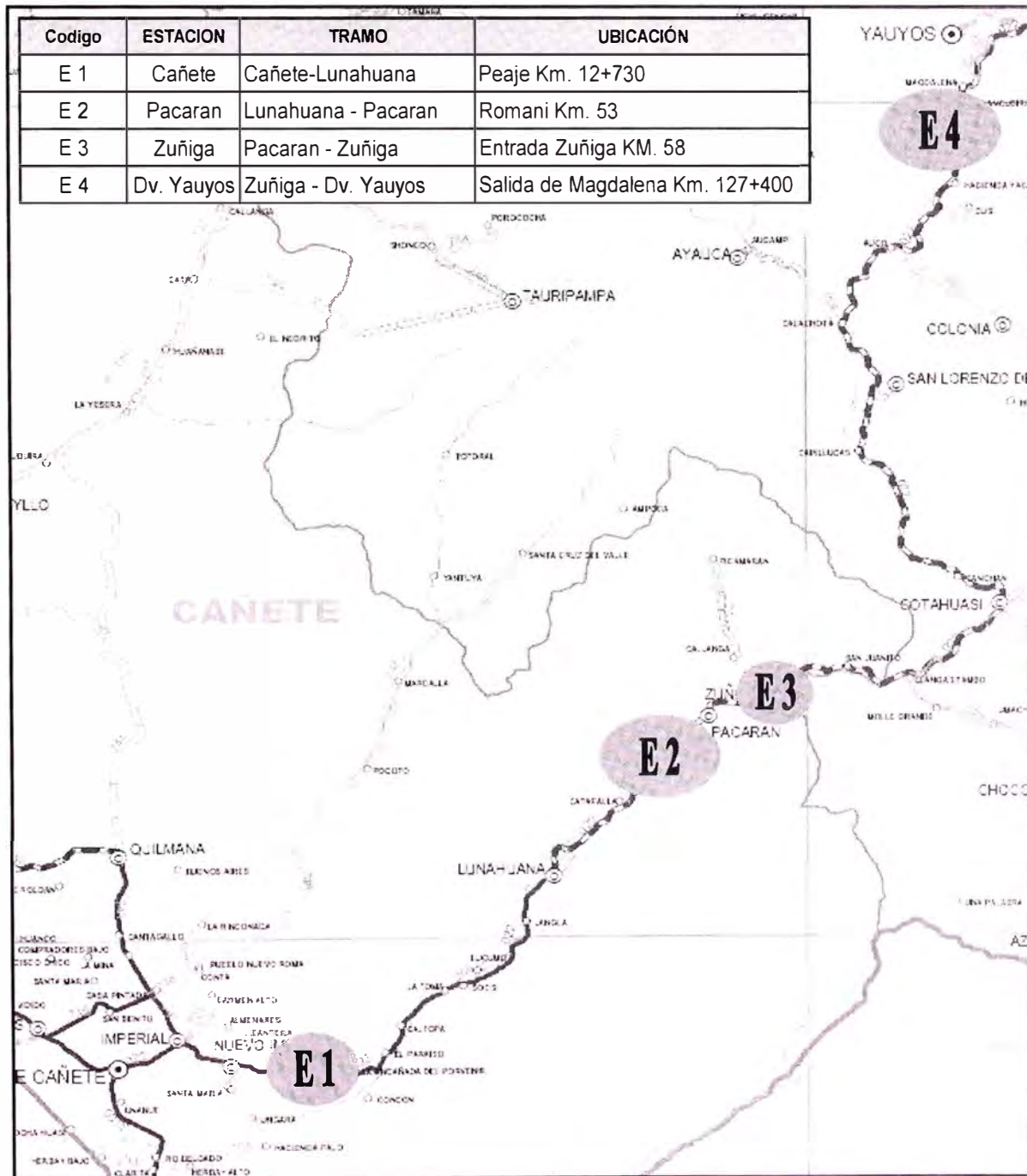
De acuerdo al cronograma de trabajo de campo, se iniciaron los Conteos vehiculares el día 21 de abril al 25 de mayo, según cuadro adjunto.

Cabe hacer mención que para el trabajo de campo, se asignó personal con amplia experiencia en conteos vehiculares y en conocimiento del área en estudio

Los Formatos de campo utilizados, son los aplicados para estas actividades por la OPP-MTC.

A continuación incluimos el Grafico de Ubicación de la Estación de Control.

GRAFICO 2-1 - GRAFICO DE UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE CONTROL REGION LIMA



Elaboración propia

GRAFICO 2-2 GRAFICO DE UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE CONTROL REGION JUNIN



Elaboración propia

2.3 Metodología para Hallar el Promedio Diario Anual (IMD)

La metodología para hallar el Índice Medio Diario anual (IMD), corresponde a la siguiente formula:

$$IMD = IMDs * FC m$$

$$IMDs = [(\sum VI+Vs+Vd)/7] \text{ (Estaciones de 7 días)}$$

Donde:

$$IMDs = \text{Volumen clasificado promedio de la semana}$$

$$VI = \text{Volumen clasificado día laboral (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes)}$$

$$VnI = \text{Volumen clasificado días no laborables (día sábado (Vs), domingo (Vd)),}$$

$$FC m = \text{Factor de corrección según el mes que se efectuó el aforo.}$$

2.4 Obtención de los Factores de Corrección Mensual

El factor de corrección estacional, se determina a partir de una serie anual de tráfico registrada por una unidad de Peaje, con la finalidad de hacer una corrección para eliminar las diversas fluctuaciones del volumen de tráfico por causa de las variaciones estacionales debido a factores recreacionales, climatológicas, las épocas de cosechas, las festividades, las vacaciones escolares, viajes diversos, etc.; que se producen durante el año.

Para el cálculo del factor de corrección mensual (FCm), se obtuvo de la información proporcionada por Provias Nacional – Gerencia de Operaciones Zonales del año 2006, de las Unidades de Peaje de Lunahuana ubicada en el tramo vial Cañete-Lunahuana” y Huacrapuquio, ubicada en la carretera Huancayo-Imperial; dichas Unidades de Peaje son representativas de las variaciones mensuales del volumen-vehicular en la carretera en estudio.

$$FC\ m = \frac{IMD\ anual}{IMD\ del\ mes\ del\ Estudio\ de\ la\ Unidad\ Peaje}$$

Donde:

FC m = factor de corrección mensual clasificado por cada tipo de vehículo

IMD = Volumen Promedio Diario Anual clasificado de la U. Peaje

IMD mes del Estudio = Volumen Promedio Diario, del mes en U. Peaje

El cuadro 2-2, presenta el factor de corrección mensual (FC m), hallado asumiendo el mismo Factor de Corrección para ambos sentidos.

CUADRO 2-2 FACTOR DE CORRECCIÓN DEL MES DE MAYO– AÑO 2006

PUNTO DE CONTROL	UNIDAD DE PEAJE ASUMIDA	CÓDIGO	MES	F.C.. VEH. LIGEROS	F.C. VEH. PESADOS
Cañete-Dv. Yauyos	Lunahuaná	E1-E2-E3	Mayo	0.99655	0.81409
Dv. Yauyos-Ronchas	Huacrapuquio	E4 y E5	Mayo	1.04545	0.96032

Fuente: Gerencia de Operaciones Zonales – Provias Nacional

El resultado alcanzado en el cuadro 2-2, establece los Factores de Corrección, por cada gran tipo de vehículo, tomando como base para los factores de corrección mensual, la información de las Unidades de Peaje de Lunahuana y Huacrapuquio

3. CONTEOS CONTINUOS DE 24 HORAS

3.1 Puntos de Aforo

Para el relevamiento de los datos de campo se considero el trabajo simultáneo de dos Brigadas de Trafico, compuesta cada una por un Jefe de Brigada que efectuó simultáneamente, funciones de Conteo y clasificación. Los turnos fueron rotativos.

La ubicación de los conteos se indica en el cuadro 3-1

CUADRO 3.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE AFORO

CÓDIGO	UBICACIÓN	RUTA	NOMBRE
E 1	Cañete (Imperial)-Lunahuaná	RN 22	Lunahuana
E 2	Lunahuaná-Pacarán-Zúñiga	RN 22	Pacaran
E 3	Zúñiga-Dv. Yauyos-San José de Quero	RN 22	Zúñiga
E 4	San José de Quero-Ronchas	RN 22	Yauyos
E 5	Ronchas-Chupaca	RN 22	Ronchas

Elaboración propia

La clasificación vehicular correspondió a: autos-camionetas, camioneta rural, micros, ómnibus de 2 ejes, ómnibus de 3 o más ejes, camiones de dos ejes, camiones de tres ejes, camiones de cuatro ejes camiones, vehículos articulados de 3 ejes, cuatro ejes, de cinco ejes, de seis ejes y siete eje desagregados en traylers y semitraylers.

Se utilizaron contómetros manuales para el control vehicular.

3.2 Resultados de los Conteos Vehiculares

Aplicando la metodología indicada en el acápite 2.2, se obtiene el IMDs, el cual será afectado por el factor de corrección mensual (FCm), indicado en el cuadro 2.2, obteniendo el IMDa

En el Anexo "1", presentamos por cada Estación de Control vehicular, el volumen y clasificación horaria por sentido de circulación y por día de conteo del Estudio de Campo.

Los resultados obtenidos, indican que el mayor volumen vehicular, se da en el tramo Imperial-Lunahuana", con 1,010 veh/día; sigue el "Chupaca-Ronchas", con 454 veh/día, "Lunahuana-Pacaran" y Pacaran-Zúñiga con casi similar trafico de 417 y 418 veh/día, respectivamente" y "San José de Quero-Ronchas", con 317 veh/día y por ultimo el trafico de larga distancia entre Zuñiga-San José de Quero con 53 veh/día. Cabe hacer mención al Trafico Temporal que se presenta en el Tramo "San Juan-Capilluca", debido a la construcción de la Hidroeléctrica del Platanal, con un volumen vehicular entre 569 y 461 veh/día.

El transporte de carga de vehículos acoplados, en el tramo "Chupaca-Ronchas-Dv. Yauyos", corresponde esencialmente al servicio de las minas de su área de influencia física, hacia las provincias de Concepción, Huancayo y Lima. Los cuadros siguientes desde 3-2 al 3-8, contienen el resumen del volumen clasificado diario de las Estaciones de control vehicular comprendidas E1 a E 7.

**CUADRO 3-2 VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO – ESTACIÓN E1
TRAMO IMPERIAL-LUNAHUANA**

Tipo de Vehículo	Imperial-Lunahuaná	Lunahuaná-Imperial	Ambos	%
Auto	177	124	301	30%
Camioneta	203	203	406	40%
C.R.	104	105	209	21%
Micro	6	5	11	1%
Ómnibus 2	6	5	11	1%
Ómnibus +2	0	0	0	0%
Camión 2 Ejes	23	22	45	4%
Camión 3 Ejes	4	4	8	1%
Camión 4 Ejes	0	0	0	0%
Semitraylers	10	9	19	2%
Traylers	0	0	0	0%
TOTAL	533	477	1010	100%
% sentido	53%	47%	100%	

Fuente: Estudio de tráfico 2008

**CUADRO 3-3 VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO – ESTACIÓN (E 2)
TRAMO LUNAHUANA-PACARAN**

Tipo de Vehículo	Lunahuaná-Pacarán	Pacarán-Lunahuaná	Ambos	%
Auto	12	9	21	5%
Camioneta	93	96	189	45%
C.R.	62	58	120	29%
Micro	5	7	12	3%
Ómnibus 2	5	5	10	2%
Ómnibus +2	0	0	0	0%
Camión 2 Ejes	22	22	44	11%
Camión 3 Ejes	3	2	5	1%
Camión 4 Ejes	0	0	0	0%
Semitraylers	9	7	16	4%
Traylers	0	0	0	0%
TOTAL	211	206	417	100%
% sentido	51%	49%	100%	

Fuente: Estudio de tráfico 2008

**CUADRO 3-4 VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO – ESTACIÓN (E 3)
TRAMO PACARAN-ZUÑIGA**

Tipo de Vehiculo	Pacarán-Zúñiga	Zúñiga-Pacarán	Ambos	%
Auto	35	41	76	18%
Camioneta	73	74	147	35%
C.R.	52	53	105	25%
Micro	9	8	17	4%
Ómnibus 2	4	4	8	2%
Ómnibus +2	0	0	0	0%
Camión 2 Ejes	18	18	36	9%
Camión 3 Ejes	4	4	8	2%
Camión 4 Ejes	1	1	2	0%
Semitraylers	9	10	19	5%
Traylers	0	0	0	0%
TOTAL	205	213	418	100%
% sentido	49%	51%	100%	

Fuente: Estudio de trafico 2008

**CUADRO 3-5 VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO – ESTACIÓN (E 4)
ZUÑIGA-DV. YAUYOS—SAN JOSE DE QUERO (TRAFICO NORMAL DE LARGA DISTANCIA)**

Tipo de Vehiculo	Zúñiga-Dv. Yauyos-San José de Quero	San José de Quero-Dv, Yauyos-Zúñiga	Ambos	%
Auto	0	1	1	2%
Camioneta	10	10	20	38%
C.R.	2	2	4	8%
Micro	0	0	0	0%
Ómnibus 2	4	4	8	15%
Ómnibus +2	0	0	0	0%
Camión 2 Ejes	4	5	9	17%
Camión 3 Ejes	7	4	11	21%
Camión 4 Ejes	0	0	0	0%
Semitraylers	0	0	0	0%
Traylers	0	0	0	0%
TOTAL	27	26	53	100%
% sentido	51%	49%	100%	

Fuente: Estudio de trafico 2008

**CUADRO 3-6 VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO – ESTACIÓN (E 5)
- TRAMO SAN JOSE DE QUERO-RONCHAS**

Tipo de Vehiculo	San José de Quero-Roncha	Roncha-San José de Quero	Ambos	%
Auto	5	4	9	3%
Camioneta	106	102	208	60%
C.R.	19	18	37	11%
Micro	3	2	5	1%
Ómnibus 2	4	4	8	2%
Ómnibus +2				
Camión 2 Ejes	19	18	37	11%
Camión 3 Ejes	3	4	7	2%
Camión 4 Ejes				
Semitraylers	25	11	36	10%
Traylers				
TOTAL	184	163	347	100%
% sentido	53%	47%	100%	

Fuente: Estudio de trafico 2008

**CUADRO 3-7 VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO – ESTACIÓN (E 6)
TRAMO RONCHAS-CHUPACA**

Tipo de Vehiculo	Chupaca-Ronchas	Ronchas-Chupaca	Ambos	%
Auto	8	9	17	4%
Camioneta	164	155	319	70%
C.R.	18	15	33	7%
Micro	3	2	5	1%
Ómnibus 2	6	3	9	2%
Ómnibus +2				
Camión 2 Ejes	20	16	36	8%
Camión 3 Ejes	3	2	5	1%
Camión 4 Ejes				
Semitraylers	9	21	30	7%
Traylers				
TOTAL	231	223	454	100%
% sentido	51%	49%	100%	

Fuente: Estudio de trafico 2008

Los gráficos y tablas incluidas a continuación, contiene el resumen por grandes tipos de vehiculos, la curva de variación horaria por sentido de circulación y el porcentaje de participación de cada gran grupo de vehiculos en el IMDa, para cada punto de control vehicular y el resumen del volumen diario clasificado, por sentido de circulación, por cada Estación de Control

CUADRO 3-7 RESUMEN CLASIFICADO POR GRANDES GRUPOS DE VEHICULOS DEL IMDA POR ESTACION DE CONTROL (veh/día)

Tramo	Cañete-Lunahuaná	Lunahuaná-Pacarán	Pacarán-Zúñiga	Zúñiga-Dv. Yauyos-San José de Quero	San José de Quero-Ronchas	Ronchas-Chupaca	Chichicay-Pueblo Nuevo	Pueblo Nuevo-San Juan	Chichicay-Capilluca
Tipo Vehículo	E1	E 2	E 3	E 4	E5	E6	E7	E 8	E 7A
VL (Auto+SW+Camioneta)	707	210	223	21	217	336	292	200	60
Camioneta Rural+Micro	220	132	122	4	42	38	129	122	26
Ómnibus	11	10	8	8	8	9	14	16	14
Camión Unitario (2,3,4 Ejes)	53	49	46	20	44	41	48	57	34
Camión Acoplado	19	16	19	0	36	30	86	66	98
IMDa (Veh/día)	1010	417	418	53	347	454	569	461	232

Fuente: Estudio de tráfico 2008

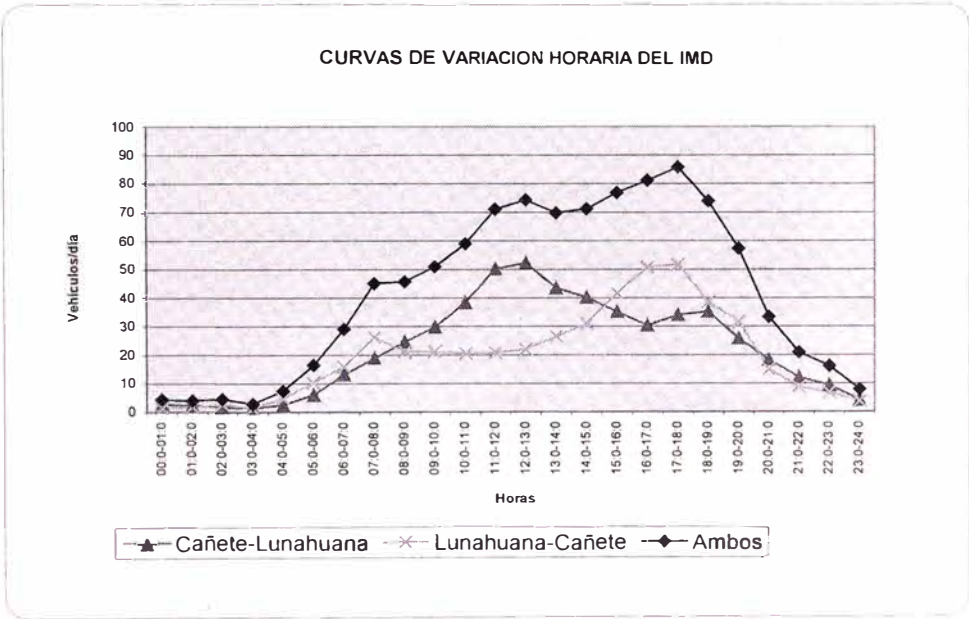
CUADRO 3-8 RESUMEN DEL PORCENTAJE DESAGREGADO DEL IMDA POR ESTACION DE CONTROL (veh/día)

Tramo	Cañete-Lunahuaná	Lunahuaná-Pacarán	Pacarán-Zúñiga	Zúñiga-Dv. Yauyos-San José de Quero	San Jose de Quero-Ronchas	Ronchas-Chupaca	Chichicay-Pueblo Nuevo	Pueblo Nuevo-San Juan	Chichicay-Capilluca
Tipo Vehículo	E1	E 2	E 3	E 4	E5	E6	E7	E 8	E 7A
VL (Auto+SW+Camioneta)	70%	50%	53%	40%	63%	74%	51%	43%	26%
Camioneta Rural+Micro	22%	32%	29%	8%	12%	8%	23%	26%	11%
Ómnibus	1%	2%	2%	15%	2%	2%	2%	3%	6%
Camión Unitario (2,3,4 Ejes)	5%	12%	11%	38%	13%	9%	8%	12%	15%
Camión Acoplado	2%	4%	5%	0%	10%	7%	15%	14%	42%

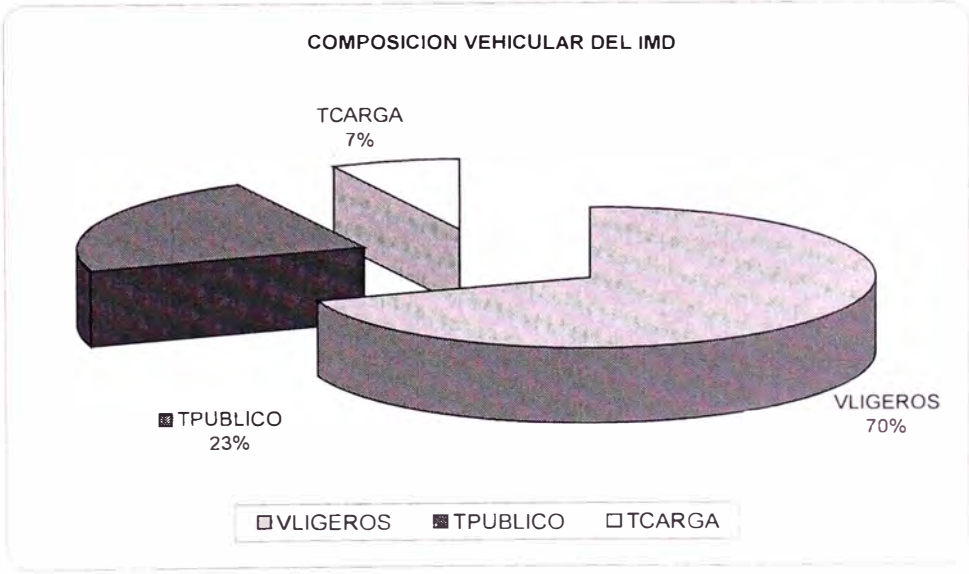
Fuente: Estudio de tráfico 2008

Los gráficos y tablas incluidas a continuación, contienen la curva de variación horaria por sentido de circulación y el porcentaje de participación de cada gran grupo de vehículos en el IMDa, para cada punto de control vehicular y el resumen del volumen diario clasificado, por sentido de circulación, por cada Estación de Control.

ESTACION LUNAHUANA - E1

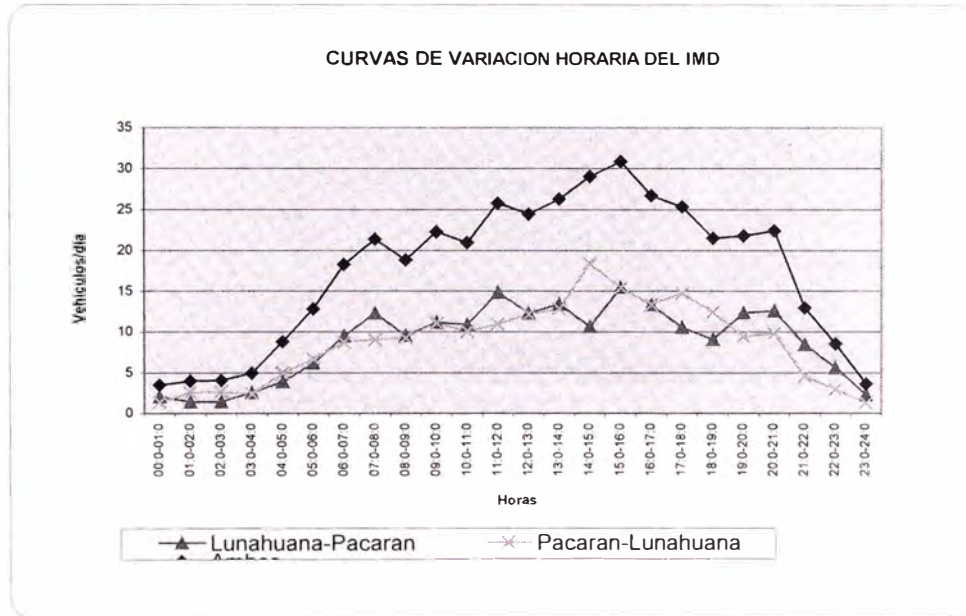


Fuente: Aforo vehicular (mayo 2008)

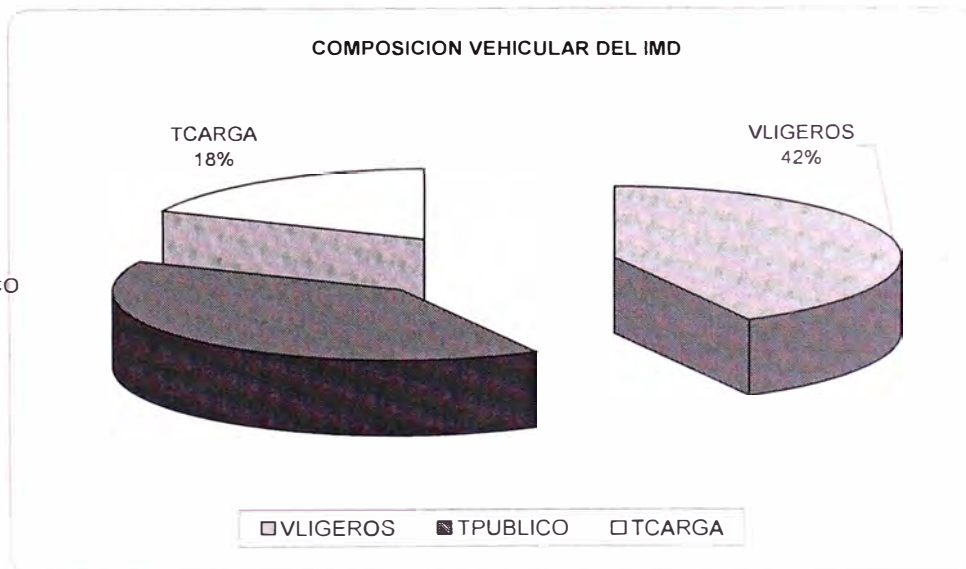


Fuente: Aforo vehicular (mayo 2008)

ESTACION PACARAN - E2

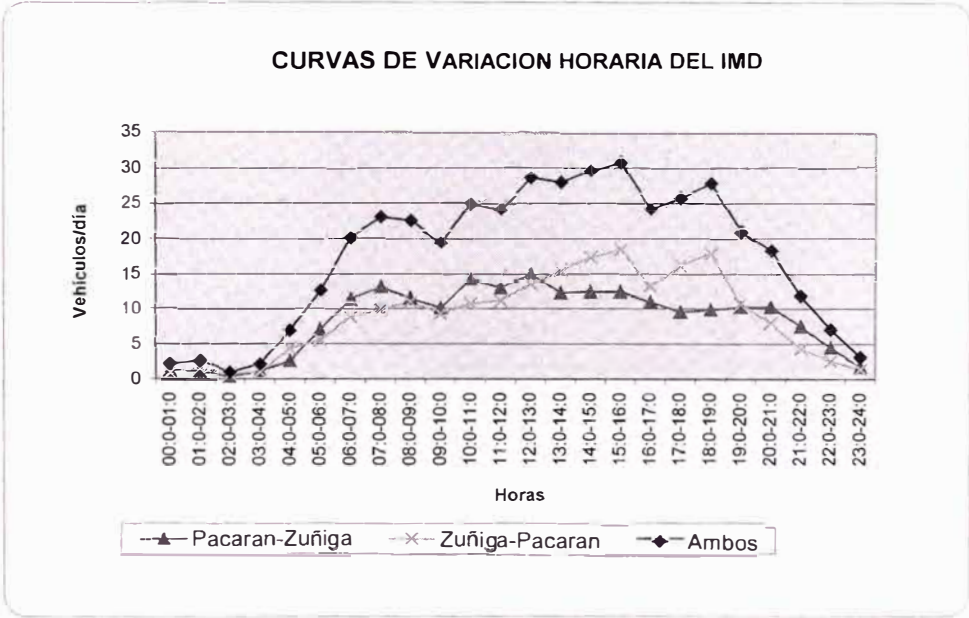


Fuente: Aforo vehicular (abril 2008)

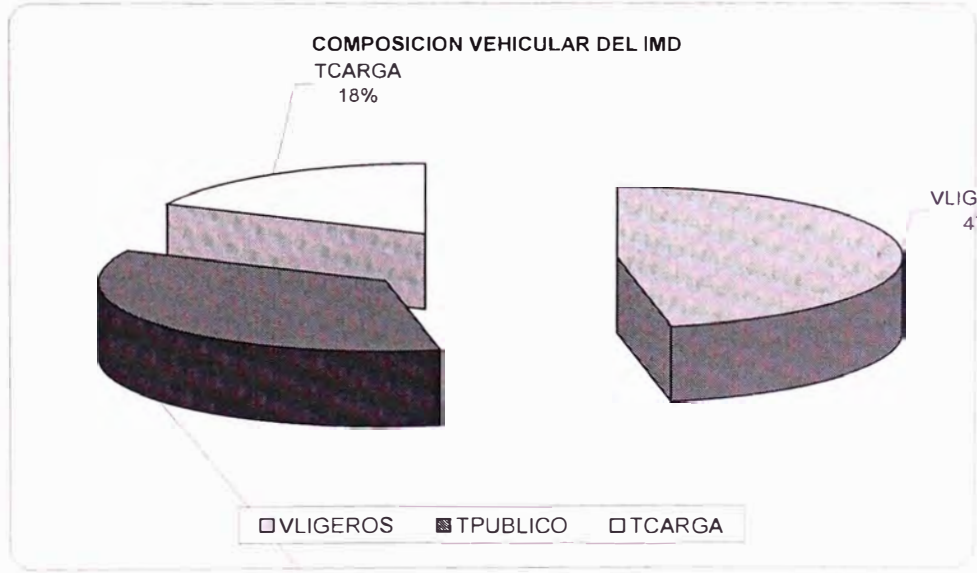


Fuente: Aforo vehicular (abril 2008)

ESTACION ZUÑIGA - E3

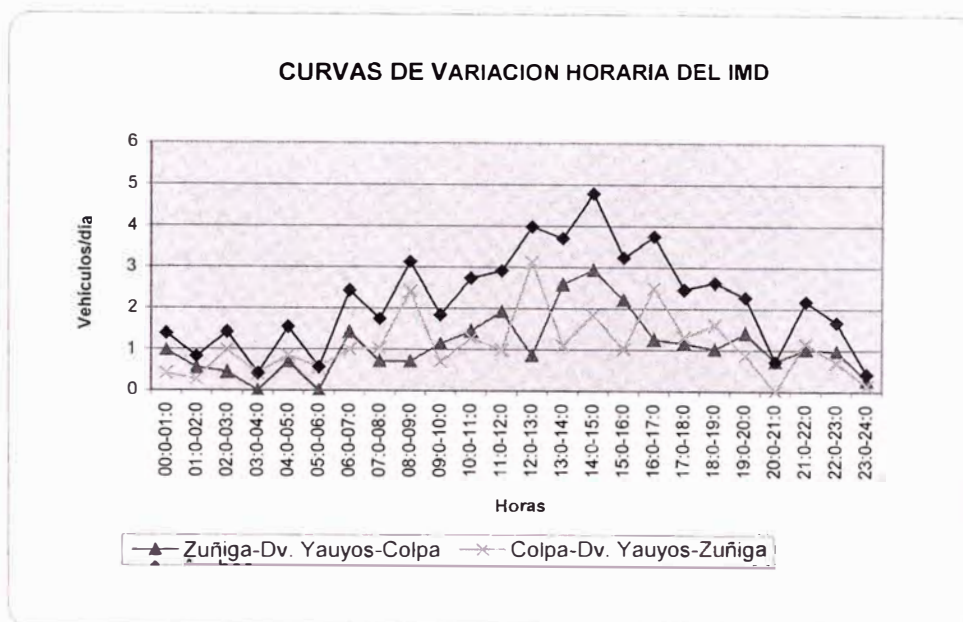


Fuente: Aforo vehicular (mayo 2008)

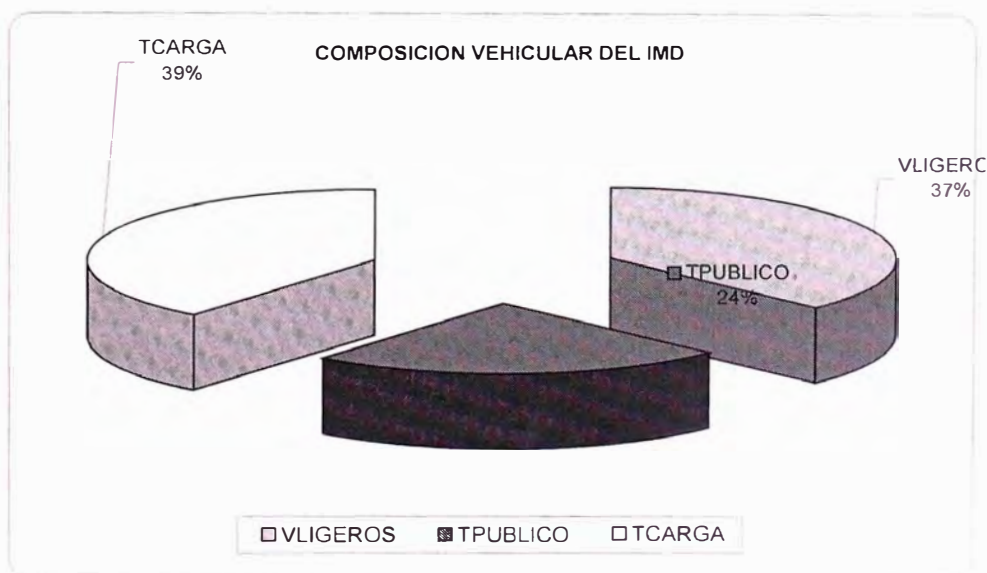


Fuente: Aforo vehicular (mayo 2008)

ESTACION YAUYOS E4

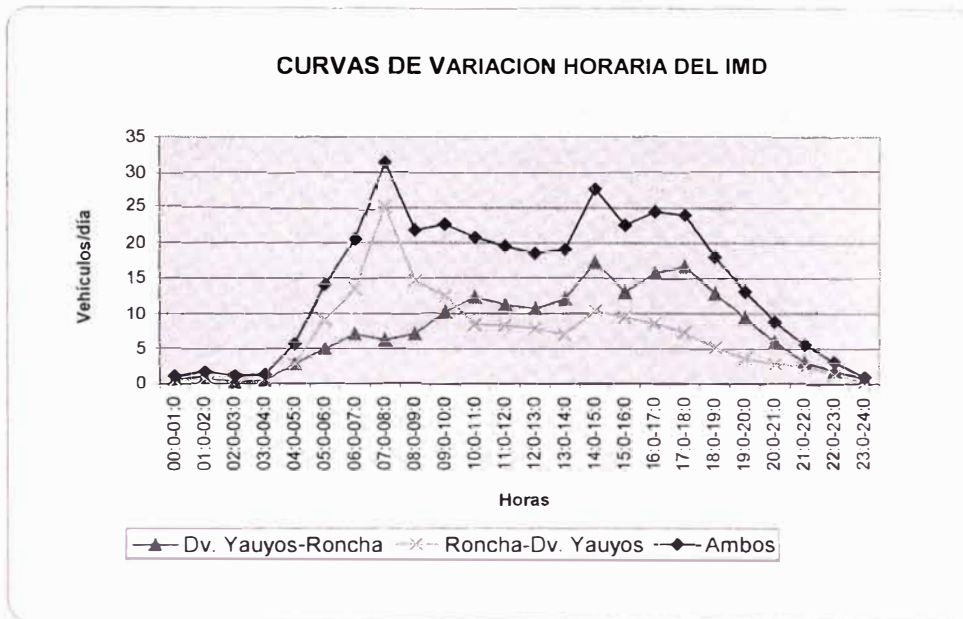


Fuente: Aforo vehicular (mayo2008)

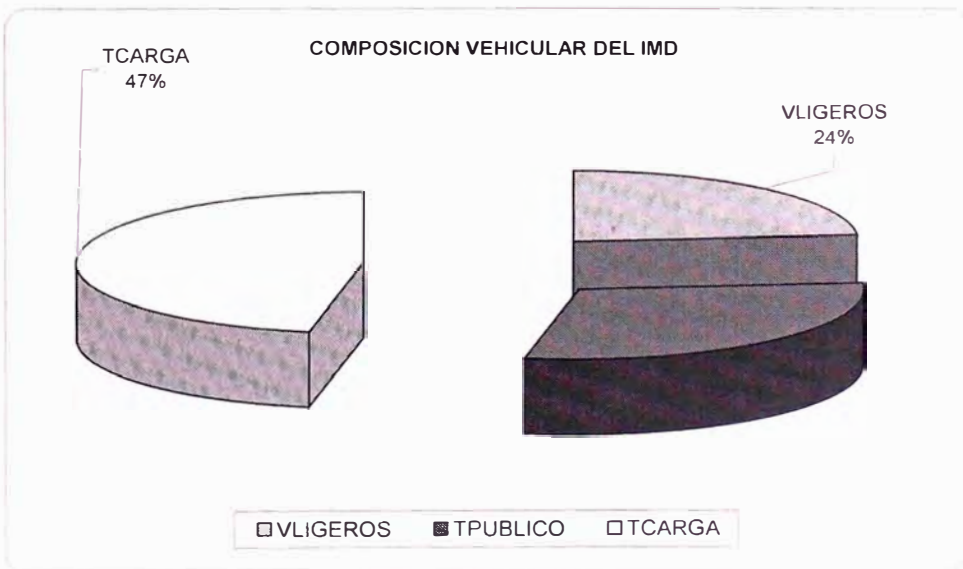


Fuente: Aforo vehicular (mayo2008)

ESTACION RONCHAS E5



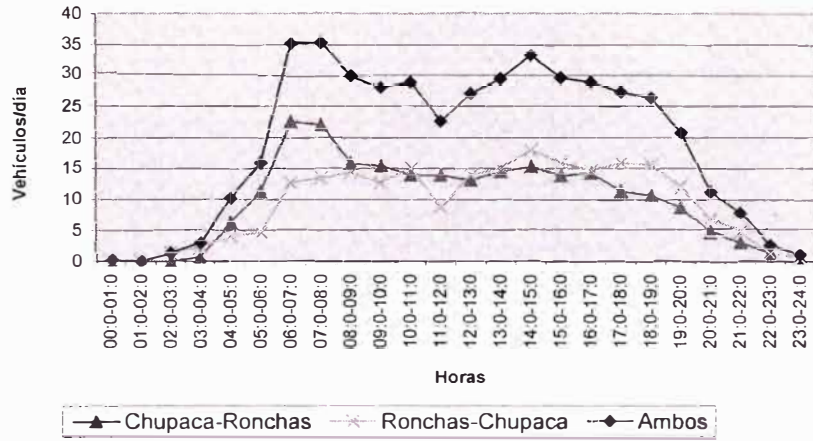
Fuente: Aforo vehicular (mayo 2008)



Fuente: Aforo vehicular (mayo 2008)

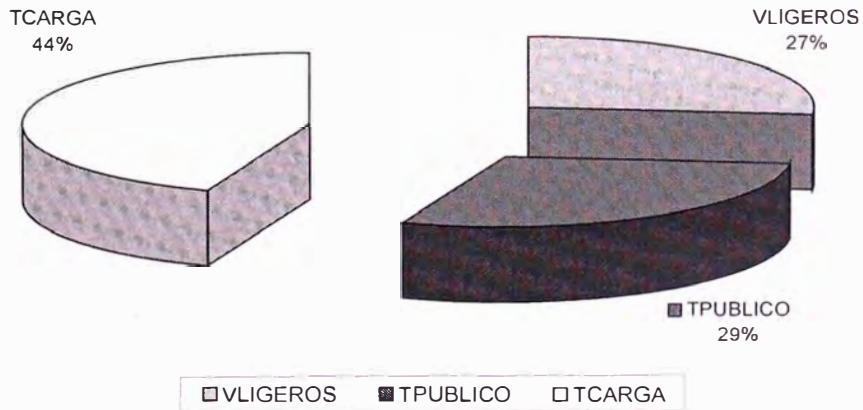
ESTACION HUARISCA - E6

CURVAS DE VARIACION HORARIA DEL IMD



Fuente: Aforo vehicular mayo 2008

COMPOSICION VEHICULAR DEL IMD



Fuente: Aforo vehicular mayo 2008

CUADRO 3-9 RESUMEN DEL VOLUMEN VEHICULAR ESTACION E 1 TRAMO "IMPERIAL-LUNAHUANA" – RN 22

Día	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camion 2 Ejes	Camion 3 Ejes	Camion 4 Ejes	Semitrayer				Trayler				C 7 Ejes	TOTAL	%	
												2S1/2 S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
Lunes	Cañete-Lunahuana	70	119	65	133	8	6	0	26	3	2	0	1	2	5	0	0	0	0	0	0	440	50.5%
	Lunahuana-Cañete	67	150	49	125	8	4	0	24	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	432	49.6%
	Ambos	137	269	114	258	16	10	0	50	6	2	0	1	3	5	0	0	0	0	0	0	871	100.1%
Martes	Cañete-Lunahuana	66	94	65	87	0	5	0	27	5	0	1	6	0	5	0	0	0	0	0	0	361	49.8%
	Lunahuana-Cañete	54	103	58	101	5	4	0	23	1	0	1	3	0	10	0	0	1	0	0	0	364	50.2%
	Ambos	120	197	123	188	5	9	0	50	6	0	2	9	0	15	0	0	1	0	0	0	725	100.0%
Miercoles	Cañete-Lunahuana	79	88	85	80	7	12	1	34	5	0	1	6	2	9	0	0	0	0	0	0	409	53.1%
	Lunahuana-Cañete	50	94	74	89	1	6	0	31	5	1	2	3	1	5	0	0	0	0	0	0	362	47.0%
	Ambos	129	182	159	169	8	18	1	65	10	1	2	9	3	14	0	0	0	0	0	0	770	100.1%
Jueves	Cañete-Lunahuana	701	252	103	111	11	3	0	28	2	0	1	2	0	9	0	0	0	0	0	0	1223	59.1%
	Lunahuana-Cañete	364	210	105	119	4	4	0	22	5	1	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	839	40.6%
	Ambos	1065	462	208	230	15	7	0	50	7	8	3	2	1	11	0	0	0	0	0	0	2069	99.7%
Viernes	Cañete-Lunahuana	58	97	80	99	3	9	0	34	8	0	2	6	0	5	0	0	0	0	0	0	401	47.6%
	Lunahuana-Cañete	59	106	96	99	6	8	1	46	9	0	1	2	2	7	0	0	0	0	0	0	442	52.4%
	Ambos	117	203	176	198	9	17	1	80	17	0	3	8	2	12	0	0	0	0	0	0	843	100.0%
Sabado	Cañete-Lunahuana	154	127	70	105	9	9	0	33	6	0	1	3	4	6	0	0	0	0	0	0	527	57.3%
	Lunahuana-Cañete	78	111	65	84	4	4	0	24	5	0	2	3	4	9	0	0	0	0	0	0	393	42.7%
	Ambos	232	238	135	189	13	13	0	57	11	0	3	6	8	15	0	0	0	0	0	0	920	100.0%
Domingo	Cañete-Lunahuana	113	133	46	113	15	9	0	17	4	0	0	1	0	6	0	0	0	0	0	0	457	43.7%
	Lunahuana-Cañete	202	145	62	122	16	11	0	19	3	0	0	2	0	6	0	0	0	0	0	0	588	56.3%
	Ambos	315	278	108	235	31	20	0	36	7	0	0	3	0	12	0	0	0	0	0	0	1045	100.0%

Fuente: Elaboracion Propia

VOLUMEN Y CLASIFICACION VEHICULAR - IMD (Veh/ía)

IMD	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camion 2 Ejes	Camion 3 Ejes	Camion 4 Ejes	Semitrayer				Trayler				C 7 Ejes	TOTAL	%	
												2S1/2 S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
IMD	Cañete-Lunahuana	177	130	73	104	6	6	0	23	4	0	1	3	1	5	0	0	0	0	0	0	533	53%
	Lunahuana-Cañete	124	131	72	105	5	5	0	22	4	0	1	2	1	5	0	0	0	0	0	0	477	47%
	Ambos	301	261	145	209	11	11	0	45	8	0	2	5	2	10	0	0	0	0	0	0	1010	100%

Elaboración propia

CUADRO 3-10 RESUMEN DEL VOLUMEN VEHICULAR ESTACION E2 –LUNAHUANA-PACARAN – RN 22

Día	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camion 2 Ejes	Camion 3 Ejes	Camion 4 Ejes	Semitrayler				Trayler				C 7 Ejes	TOTAL	%	
												2S1/2 S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
Lunes	Lunahuana-Pacaran	9	31	52	65	12	8	1	21	1	0	1	9	1	5	0	0	0	0	0	0	216	49.7%
	Pacaran-Lunahuana	6	52	55	62	16	5	0	14	3	0	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	219	50.3%
	Ambos	15	83	107	127	28	13	1	35	4	0	2	13	1	6	0	0	0	0	0	0	435	100.0%
Martes	Lunahuana-Pacaran	11	25	69	46	3	5	0	27	6	0	0	4	0	3	0	0	0	0	0	0	199	52.8%
	Pacaran-Lunahuana	6	28	53	49	5	5	0	21	2	0	0	2	2	5	0	0	0	0	0	0	178	47.2%
	Ambos	17	53	122	95	8	10	0	48	8	0	0	6	2	8	0	0	0	0	0	0	377	100.0%
Miercoles	Lunahuana-Pacaran	8	19	85	49	10	7	0	30	2	1	0	8	4	7	0	0	1	0	0	0	231	50.7%
	Pacaran-Lunahuana	6	35	78	48	10	9	0	27	2	0	0	6	1	2	0	0	1	0	0	0	225	49.3%
	Ambos	14	54	163	97	20	16	0	57	4	1	0	14	5	9	0	0	2	0	0	0	456	100.0%
Jueves	Lunahuana-Pacaran	6	25	56	53	5	8	0	18	8	0	0	6	1	2	0	0	0	0	0	0	188	47.4%
	Pacaran-Lunahuana	4	28	58	44	9	7	0	36	5	0	0	5	5	8	0	0	0	0	0	0	209	52.6%
	Ambos	10	53	114	97	14	15	0	54	13	0	0	11	6	10	0	0	0	0	0	0	397	100.0%
Viernes	Lunahuana-Pacaran	8	28	58	66	0	5	0	34	3	0	0	3	2	5	0	0	0	0	0	0	212	45.7%
	Pacaran-Lunahuana	5	30	76	65	11	7	0	42	3	0	1	3	2	7	0	0	0	0	0	0	252	54.3%
	Ambos	13	58	134	131	11	12	0	76	6	0	1	6	4	12	0	0	0	0	0	0	464	100.0%
Sabado	Lunahuana-Pacaran	17	24	78	76	6	9	0	30	3	0	0	2	2	4	0	0	0	0	0	0	251	55.0%
	Pacaran-Lunahuana	6	22	66	68	3	5	0	27	3	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	205	45.0%
	Ambos	23	46	144	144	9	14	0	57	6	0	1	3	3	6	0	0	0	0	0	0	456	100.0%
Domingo	Lunahuana-Pacaran	23	35	68	80	11	5	0	29	3	0	0	2	0	8	0	0	0	0	0	0	264	52.6%
	Pacaran-Lunahuana	28	23	74	72	6	8	0	19	2	0	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	238	47.4%
	Ambos	51	58	142	152	17	13	0	48	5	0	0	4	0	12	0	0	0	0	0	0	502	100.0%

Fuente: Elaboracion Propia

VOLUMEN Y CLASIFICACION VEHICULAR - IMD (Veh/ia)

IMD	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camion 2 Ejes	Camion 3 Ejes	Camion 4 Ejes	Semitrayler				Trayler				C 7 Ejes	TOTAL	%	
												2S1/2 S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
IMD	Lunahuana-Pacaran	12	27	66	62	5	5	0	22	3	0	0	4	1	4	0	0	0	0	0	0	211	51%
	Pacaran-Lunahuana	9	31	65	58	7	5	0	22	2	0	0	3	1	3	0	0	0	0	0	0	206	49%
	Ambos	21	58	131	120	12	10	0	44	5	0	0	7	2	7	0	0	0	0	0	0	417	100%

Elaboración propia

CUADRO 3-11 RESUMEN DEL VOLUMEN VEHICULAR ESTACION E3 – “PACARAN-ZUÑIGA” – RN 22

Día	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camion 2 Ejes	Camion 3 Ejes	Camion 4 Ejes	Semitrayler				Trayler				C 7 Ejes	TOTAL	%
												2S1/2 S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
Viernes	Pacaran-Zuñiga	105	47	58	64	10	3	0	25	4	6	0	3	0	5	0	0	0	0	0	330	50.2%
	Zuñiga-Pacaran	65	49	61	78	9	6	2	35	5	6	0	3	2	6	0	0	0	0	0	327	49.8%
	Ambos	170	96	119	142	19	9	2	60	9	12	0	6	2	11	0	0	0	0	0	657	100.0%
Sabado	Pacaran-Zuñiga	58	30	56	60	11	9	1	31	6	0	0	3	1	6	0	0	0	0	0	272	47.7%
	Zuñiga-Pacaran	102	33	60	57	7	3	0	23	5	0	1	0	0	7	0	0	0	0	0	298	52.3%
	Ambos	160	63	116	117	18	12	1	54	11	0	1	3	1	13	0	0	0	0	0	570	100.0%
Domingo	Pacaran-Zuñiga	22	25	22	67	10	6	1	11	5	0	0	1	1	4	0	0	0	0	0	175	39.1%
	Zuñiga-Pacaran	76	32	48	67	14	11	0	11	4	0	0	3	1	5	0	0	0	0	0	272	60.9%
	Ambos	98	57	70	134	24	17	1	22	9	0	0	4	2	9	0	0	0	0	0	447	100.0%
Lunes	Pacaran-Zuñiga	7	18	47	67	14	3	1	15	4	0	1	2	1	8	0	0	0	0	0	188	53.3%
	Zuñiga-Pacaran	6	17	31	61	12	4	1	19	4	0	0	3	1	6	0	0	0	0	0	165	46.7%
	Ambos	13	35	78	128	26	7	2	34	8	0	1	5	2	14	0	0	0	0	0	353	100.0%
Martes	Pacaran-Zuñiga	17	15	55	42	6	4	0	19	5	0	0	4	2	7	0	0	0	0	0	176	51.5%
	Zuñiga-Pacaran	11	14	56	39	10	3	0	16	4	0	2	2	1	8	0	0	0	0	0	166	48.5%
	Ambos	28	29	111	81	16	7	0	35	9	0	2	6	3	15	0	0	0	0	0	342	100.0%
Miercoles	Pacaran-Zuñiga	19	23	48	30	16	4	0	25	4	0	0	7	0	10	0	0	0	0	0	186	54.7%
	Zuñiga-Pacaran	12	21	37	32	9	2	0	25	3	0	0	4	2	7	0	0	0	0	0	154	45.3%
	Ambos	31	44	85	62	25	6	0	50	7	0	0	11	2	17	0	0	0	0	0	340	100.0%
Jueves	Pacaran-Zuñiga	15	16	48	35	8	3	0	25	6	0	1	0	1	9	0	0	0	0	0	167	47.0%
	Zuñiga-Pacaran	19	14	47	36	12	4	0	25	8	0	2	4	1	16	0	0	0	0	0	188	53.0%
	Ambos	34	30	95	71	20	7	0	50	14	0	3	4	2	25	0	0	0	0	0	355	100.0%

Fuente: Elaboracion Propia

VOLUMEN Y CLASIFICACION VEHICULAR - IMD (Veh/ía)

IMD	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camion 2 Ejes	Camion 3 Ejes	Camion 4 Ejes	Semitrayler				Trayler				C 7 Ejes	TOTAL	%
												2S1/2 S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
IMD	Pacaran-Zuñiga	35	25	48	52	9	4	0	18	4	1	0	2	1	6	0	0	0	0	0	205	49%
	Zuñiga-Pacaran	41	26	48	53	8	4	0	18	4	1	1	2	1	6	0	0	0	0	0	213	51%
	Ambos	76	51	96	105	17	8	0	36	8	2	1	4	2	12	0	0	0	0	0	418	100%

Elaboración propia

CUADRO 3-12 RESUMEN DEL VOLUMEN VEHICULAR ESTACION E4 – ZUÑIGA-DV. YAUYOS-SAN JOSE DE QUERO” – RN 22

Día	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camion 2 Ejes	Camion 3 Ejes	Camion 4 Ejes	Semitrayer				Trayler				C 7 Ejes	TOTAL	%	
												2S1/2 S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
Miercoles	Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa	0	0	14	2	0	3	0	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	50.9%
	Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga	2	2	8	3	0	4	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	49.1%
	Ambos	2	2	22	5	0	7	0	8	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	100.0%
Jueves	Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa	2	0	10	1	1	4	0	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	35.4%
	Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga	1	1	18	6	1	4	0	14	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	64.6%
	Ambos	3	1	28	7	2	8	0	19	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	100.0%
Viernes	Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa	0	0	10	0	0	4	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	49.1%
	Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga	1	0	16	1	0	4	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	50.9%
	Ambos	1	0	26	1	0	8	0	10	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	100.0%
Sabado	Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa	0	2	5	5	0	4	0	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	53.8%
	Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga	1	0	4	1	0	3	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	36.5%
	Ambos	1	2	9	6	0	7	0	9	13	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	90.4%
Domingo	Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa	1	1	5	1	0	6	0	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	53.2%
	Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga	2	2	3	3	0	5	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	46.8%
	Ambos	3	3	8	4	0	11	0	8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	100.0%
Lunes	Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa	0	0	7	2	0	3	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	59.5%
	Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga	1	0	3	0	0	3	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	40.5%
	Ambos	1	0	10	2	0	6	0	6	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	100.0%
Martes	Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa	0	1	8	1	0	5	0	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	57.4%
	Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga	0	1	8	0	0	3	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	42.6%
	Ambos	0	2	16	1	0	8	0	7	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	100.0%

Fuente: Elaboracion Propia

VOLUMEN Y CLASIFICACION VEHICULAR - IMD (Veh/ia)

IMD	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camion 2 Ejes	Camion 3 Ejes	Camion 4 Ejes	Semitrayer				Trayler				C 7 Ejes	TOTAL	%	
												2S1/2 S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
IMD	Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa	0	1	9	2	0	4	0	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	51%
	Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga	1	1	9	2	0	4	0	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	49%
	Ambos	1	2	18	4	0	8	0	9	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	100%

Elaboración propia

CUADRO 3-13 RESUMEN DEL VOLUMEN VEHICULAR ESTACION E5 – “SAN JOSE DE QUERO-RONCHAS” – RN 22

Dia	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camion 2 Ejes	Camion 3 Ejes	Camion 4 Ejes	Semitrayler				Trayler				C 7 Ejes	TOTAL	%
												2S1/2 S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
Martes	Dv. Yauyos-Roncha	5	79	15	14	2	0	0	18	4	0	0	9	1	21	0	0	0	0	0	168	48.7%
	Roncha-Dv. Yauyos	4	96	24	15	0	0	0	18	4	1	1	5	2	7	0	0	0	0	0	177	51.3%
	Ambos	9	175	39	29	2	0	0	36	8	1	1	14	3	28	0	0	0	0	0	345	100.0%
Miercoles	Dv. Yauyos-Roncha	5	69	17	12	1	1	0	16	2	0	3	7	1	23	0	0	0	0	0	157	53.0%
	Roncha-Dv. Yauyos	4	70	16	11	1	0	0	21	4	0	2	1	0	9	0	0	0	0	0	139	47.0%
	Ambos	9	139	33	23	2	1	0	37	6	0	5	8	1	32	0	0	0	0	0	296	100.0%
Jueves	Dv. Yauyos-Roncha	3	67	17	12	1	1	0	20	4	0	0	5	0	23	0	0	0	0	0	153	50.5%
	Roncha-Dv. Yauyos	3	75	12	14	2	3	0	19	5	1	0	6	0	10	0	0	0	0	0	150	49.5%
	Ambos	6	142	29	26	3	4	0	39	9	1	0	11	0	33	0	0	0	0	0	303	100.0%
Viernes	Dv. Yauyos-Roncha	2	117	25	33	11	5	0	42	1	0	0	6	0	11	0	0	0	0	0	253	51.0%
	Roncha-Dv. Yauyos	6	112	22	33	7	7	0	33	2	0	0	2	0	7	0	0	0	0	0	231	46.6%
	Ambos	8	229	47	66	18	12	0	75	3	12	0	8	0	18	0	0	0	0	0	496	97.6%
Sabado	Dv. Yauyos-Roncha	11	96	14	25	2	14	0	18	7	0	0	6	0	21	0	0	0	0	0	214	55.7%
	Roncha-Dv. Yauyos	5	83	10	21	3	16	0	18	6	0	1	0	0	7	0	0	0	0	0	170	44.3%
	Ambos	16	179	24	46	5	30	0	36	13	0	1	6	0	28	0	0	0	0	0	384	100.0%
Domingo	Dv. Yauyos-Roncha	3	81	11	18	1	5	1	8	1	0	0	3	1	19	0	0	0	0	0	152	57.8%
	Roncha-Dv. Yauyos	1	71	5	16	3	0	0	7	1	0	0	1	0	6	0	0	0	0	0	111	42.2%
	Ambos	4	152	16	34	4	5	1	15	2	0	0	4	1	25	0	0	0	0	0	263	100.0%
Lunes	Dv. Yauyos-Roncha	3	90	13	14	1	5	0	13	1	0	0	6	0	20	0	0	0	0	0	166	53.4%
	Roncha-Dv. Yauyos	3	84	6	10	2	2	0	18	6	0	1	3	3	7	0	0	0	0	0	145	46.6%
	Ambos	6	174	19	24	3	7	0	31	7	0	1	9	3	27	0	0	0	0	0	311	100.0%

Fuente: Elaboracion Propia

VOLUMEN Y CLASIFICACION VEHICULAR - IMD (Veh/ia)

IMD	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camion 2 Ejes	Camion 3 Ejes	Camion 4 Ejes	Semitrayler				Trayler				C 7 Ejes	TOTAL	%
												2S1/2 S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
IMD	Dv. Yauyos-Roncha	5	89	17	19	3	4	0	19	3	0	0	6	0	19	0	0	0	0	0	184	53%
	Roncha-Dv. Yauyos	4	88	14	18	2	4	0	18	4	0	1	2	1	7	0	0	0	0	0	163	47%
	Ambos	9	177	31	37	5	8	0	37	7	0	1	8	1	26	0	0	0	0	0	347	100%

Elaboración Propia

CUADRO 3-12 RESUMEN DEL VOLUMEN VEHICULAR ESTACION E6 – RONCHAS-CHUPACA” – RN 22

Día	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camion 2 Ejes	Camion 3 Ejes	Camion 4 Ejes	Semitrayler				Trayler				C 7 Ejes	TOTAL	%	
												2S1/2 S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
Jueves	Chupaca-Ronchas	5	106	19	14	4	5		21	4					7							185	51.0%
	Ronchas-Chupaca	5	110	13	11	2	2		16	2	1			4	12							178	49.0%
	Ambos	10	216	32	25	6	7		37	6	1			4	19							363	100.0%
Viernes	Chupaca-Ronchas	5	131	16	23	5	7		31	3	1			2	2	10						236	50.0%
	Ronchas-Chupaca	7	133	16	17	4	6		19	1		1	6	2	26							238	50.4%
	Ambos	10	264	32	40	9	13		50	4	1	1	8	4	36							472	100.4%
Sabado	Chupaca-Ronchas	13	211	10	29	3	16		23					1	8							314	52.5%
	Ronchas-Chupaca	11	189	9	23	3	9		22	2	1			1	2	12						284	47.5%
	Ambos	24	400	19	52	6	25		45	2	1			1	3	20						598	100.0%
Domingo	Chupaca-Ronchas	13	152	6	16	1	1		6	1		1	3		5							205	49.0%
	Ronchas-Chupaca	17	147	3	13	1	5		11	4			4	1	7							213	51.0%
	Ambos	30	299	9	29	2	6		17	5		1	7	1	12							418	100.0%
Lunes	Chupaca-Ronchas	9	138	14	9	3	5		16	2				3	1	11						211	52.0%
	Ronchas-Chupaca	8	133	8	14				13	3				2		14						195	48.0%
	Ambos	17	271	22	23	3	5		29	5				5	1	25						406	100.0%
Martes	Chupaca-Ronchas	2	121	17	13	2	7		25	7				2		7						203	49.2%
	Ronchas-Chupaca	6	119	19	13	2	1		22	2		2	4	1	19							210	50.8%
	Ambos	8	240	36	26	4	8		47	9		2	6	1	26							413	100.0%
Miercoles	Chupaca-Ronchas	9	148	15	19	1	3		25	2					6							228	52.5%
	Ronchas-Chupaca	7	126	11	12		2		16	3				5	1	23						206	47.5%
	Ambos	16	274	26	31	1	5		41	5				5	1	29						434	100.0%

Fuente: Elaboracion Propia

VOLUMEN Y CLASIFICACION VEHICULAR - IMD (Veh/ia)

IMD	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camion 2 Ejes	Camion 3 Ejes	Camion 4 Ejes	Semitrayler				Trayler				C 7 Ejes	TOTAL	%	
												2S1/2 S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
IMD	Chupaca-Ronchas	8	150	14	18	3	6		20	3				1	1	7						231	51%
	Ronchas-Chupaca	9	143	12	15	2	3		16	2				4	1	16						223	49%
	Ambos	17	293	26	33	5	9		36	5				5	2	23						454	100%

PANEL FOTOGRÁFICO

Foto N° 1: Se observa el punto de inicio del tramo evaluado progresiva Km 114+000.



Fuente: Elaboración propia.

Foto N° 2: Se observa la plataforma de la vía que se encuentra a media ladera.



Fuente: Elaboración propia.

Foto N° 3: Se observa el talud de corte, la cual está conformado por material aluvional desde la progresiva Km 114+000 a Km.114+040.



Fuente: Elaboración propia.

Foto N° 4: Se observa un macizo rocoso, que pertenece al batolito andino de la costa; desde la progresiva Km.114+040 a Km.114+480. Este punto constituye un potencial peligro de desprendimiento de rocas.



Fuente: Elaboración propia.

Foto N° 5: Se puede apreciar un badén de concreto, ubicada en la progresiva Km.114+240.



Fuente: Elaboración propia.

Foto N° 6: Se aprecia la jibá. Se nota el desgaste de la superficie de rodadura producto del frenado de los vehículos.



Fuente: Elaboración propia.

Foto N° 7: Cartel de señalización el cual se encuentra en mal estado, ubicado en la progresiva Km. 114+540.



Fuente: Elaboración propia.

Foto N° 8: Se observa una jiba al final del poblado Puente Auco, ubicada en la progresiva Km. 114+750.



Fuente: Elaboración propia.

Foto N° 9: Evaluación de la rugosidad con el equipo MERLIN en el subtramo Km. 116+00 al Km. 115+600.



Fuente: Elaboración propia.

Foto N° 10: Evaluación de la rugosidad con el equipo MERLIN en el subtramo Km. 115+200 al Km. 114+800.



Fuente: Elaboración propia.