

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



**EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD CON EQUIPO MERLIN
CARRETERA CAÑETE – CHUPACA
MODELO DE DETERIORO Y CONTRASTACIÓN EN CAMPO**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ALBERTO ISAÍAS RAMÍREZ YALÁN

Lima - Perú

2011

*Dedicado a mi padre por su apoyo incondicional
y a mi madre que desde el cielo me da su amor .*

ÍNDICE

RESUMEN	04
LISTA DE CUADROS	06
LISTA DE FIGURAS	08
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	10
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	13
1.1 ANTECEDENTES	13
1.1.1 Programa Proyecto Perú	13
1.1.2 Convenio MTC – UNI	14
1.2 UBICACIÓN, GEOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA	15
1.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	18
CAPÍTULO II: ESTADO DEL ARTE	20
2.1 MÉTODOS PARA MEDIR LA RUGOSIDAD	20
2.2 CLASE DE EQUIPOS	20
2.2.1 Clase 1: Perfiles de precisión	20
2.2.2 Clase 2: Otros métodos perfilométricos	21
2.2.3 Clase 3: Estimaciones del IRI mediante correlaciones	21
2.2.4 Clase 4: Valorizaciones subjetivas y medidas sin calibrar	21
2.3 RUGOSÍMETRO MERLIN	22
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO	25
3.1 DEFINICIONES	25
3.2 ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)	25
3.3 SERVICIABILIDAD Y EL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)	28
3.3.1 Serviabilidad	28
3.3.2 Índice de Serviabilidad Presente (PSI)	30
3.4 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS	30
CAPÍTULO IV: MODELOS DE COMPORTAMIENTO Y DETERIORO DE LOS PAVIMENTOS	32
4.1 DEFINICIONES	32
4.1.1 Aplicación Estadística en los Modelos de Comportamiento y de Deterioro	33

4.2 MODELO DE COMPORTAMIENTO DE PAVIMENTOS	34
4.2.1 Modelos de comportamiento empíricos y mecanicistas	34
4.3 MODELO DE DETERIORO DE LOS PAVIMENTOS	35
4.3.1 Los modelos de deterioro y su relación con la gestión de pavimentos	35
4.3.2 Requerimientos de un modelo de deterioro	35
4.3.3 Modelos de deterioro de primera y segunda fase	37
4.3.4 Modelos de deterioro agregados e incrementales	37
4.3.5 Formas funcionales para los modelos	38
CAPÍTULO V: MODELOS DE CORRELACIÓN Y DETERIORO EN LA CARRETERA	40
5.1 DATOS DE EVALUACIÓN EN CAMPO CON EQUIPO MERLIN Y CONVERSIÓN DEL IRI AL PSI	40
5.1.1 Datos con equipo MERLIN: 29 de junio del 2009 – Tramo del Km 79+000 al Km 84+000	42
5.1.2 Datos con equipo MERLIN: 03 de julio del 2009 – Tramo del Km 74+000 al Km 79+000	42
5.1.3 Datos con equipo MERLIN: 02 de octubre del 2009 – Tramo del Km 79+000 al Km 84+000	43
5.1.4 Datos con equipo MERLIN automatizado: 27 de noviembre del 2010 – Tramos del Km 74+000 al Km 79+000 y del Km 79+000 al Km 84+000 (Solo carril derecho)	43
5.1.5 Datos con equipo MERLIN y MERLIN automatizado: 27 de noviembre del 2010 – Tramos del Km 74+000 al Km 79+000 y del Km 79+000 al Km 84+000 (Promedio de los dos carriles)	44
5.1.6 Datos con equipo Bump Integrator: 17 de mayo del 2010 – Tramos Del Km 74+000 al Km 79+000 y del Km 79+000 al Km 84+000	45
5.1.7 Resumen de datos	46
5.2 MODELOS DE CORRELACIÓN DE LOS DATOS IRI CON RELACIÓN A LAS FALLAS SUPERFICIALES DEL PAVIMENTO	47
5.2.1 Tramo con tratamiento Slurry Seal	47
5.2.2 Tramo con tratamiento monocapa + Slurry Seal	48
5.2.3 Fotografías de las fallas superficiales	49
5.3 MODELOS DE DETERIORO EN FUNCIÓN AL PSI Y AL PERIODO DE DISEÑO DEL PAVIMENTO	52
5.3.1 Modelo de deterioro en el tramo con tratamiento Slurry Seal	54

5.3.2 Modelo de deterioro en el tramo con tratamiento monocapa	58
5.4 ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE CORRELACIÓN Y DETERIORO	61
5.4.1 Tratamiento superficial Slurry Seal	61
5.4.2 Tratamiento superficial monocapa	62
5.4.3 Tratamiento superficial monocapa + Slurry Seal	63
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES	65
BIBLIOGRAFÍA	66
ANEXOS	67

RESUMEN

La carretera Cañete – Chupaca forma parte del programa Proyecto Perú, a cargo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, quien en convenio con la Universidad Nacional de Ingeniería pretende realizar un monitoreo de los trabajos del servicio de conservación vial por niveles de servicio.

Como aporte a este convenio, el presente informe se basa en las medidas halladas de la rugosidad de la vía con el equipo MERLIN y éstas transformadas al índice de serviciabilidad presente (PSI), en el tramo estudiado de la vía, correspondiente a las progresivas Km 74+000 hasta el Km 84+000.

Con la rugosidad obtenida (IRI) y los valores de PSI se obtienen modelos de deterioro, los cuales se necesitan para conocer el tiempo de vida útil o el tiempo de vida en que esta carretera necesita un mantenimiento para no perder la serviciabilidad.

Dentro de éstas progresivas se obtienen dos tramos, correspondientes al tratamiento superficial realizado en la vía. El primer tramo correspondiente a las progresivas desde el Km 74+000 al Km 79+000, es un tratamiento superficial con Slurry Seal, el cual, en noviembre del 2010 presenta un IRI de 3.41 m/km y un PSI de 2.69.

El segundo tramo, correspondiente a las progresivas desde el Km 79+000 al Km 84+000, se realizó un tratamiento superficial monocapa, sin embargo, debido al bajo resultado obtenido, este tratamiento monocapa fue reforzado con una capa de Slurry Seal. Según las mediciones realizadas en noviembre del 2010, en donde ya presenta una tratamiento monocapa + Slurry Seal, este tramo presenta un IRI de 3.89 m/km y un PSI de 2.46.

Estos resultados medidos en noviembre del 2010, se contrastan e interrelacionan con valores IRI obtenidos a lo largo del tiempo para analizar el comportamiento del pavimento y su relación con las fallas superficiales que se presentan.

En cuanto a los modelos de deterioro que se presentan, el primer tramo con tratamiento Slurry Seal, tiene una capacidad de vida útil, en parámetros de serviciabilidad de aproximadamente 12.5 años.

Para el segundo tramo, se ha realizado el estudio de la serviciabilidad a través del tiempo solo con el tratamiento monocapa y no como se encuentra actualmente. Para el caso de un tratamiento superficial monocapa, en parámetros de serviciabilidad, la vía tendría una capacidad de vida útil menor a 20 meses.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1.1: Tipos de superficie de rodadura	19
Cuadro N° 3.1: Escala de calificación de la serviciabilidad según AASHO	29
Cuadro N° 5.1: IRI del tramo Km 79+000 – Km 84+000 medido con equipo MERLIN	42
Cuadro N° 5.2: IRI del tramo Km 74+000 – Km 79+000 medido con equipo MERLIN	42
Cuadro N° 5.3: IRI del tramo Km 79+000 – Km 84+000 medido con equipo MERLIN	43
Cuadro N° 5.4: IRI del tramo Km 74+000 – Km 79+000 medido con equipo MERLIN automatizado	43
Cuadro N° 5.5: IRI del tramo Km 79+000 – Km 84+000 medido con equipo MERLIN automatizado	44
Cuadro N° 5.6: IRI del tramo Km 74+000 – Km 79+000 medidos con los dos equipos MERLIN	44
Cuadro N° 5.7: IRI del tramo Km 79+000 – Km 84+000 medidos con los dos equipos MERLIN	45
Cuadro N° 5.8: IRI del tramo Km 74+000 – Km 79+000 medido con el Bump Integrator	45
Cuadro N° 5.9: IRI del tramo Km 79+000 – Km 84+000 medido con el Bump Integrator	46
Cuadro N° 5.10: Resumen de datos a través del tiempo y por tratamiento superficial empleado	47
Cuadro N° 5.11: Modelo de correlación de IRI vs fallas superficiales preponderantes en el tramo 74+000 – 79+000 con tratamiento Slurry Seal	48
Cuadro N° 5.12: Modelo de correlación de IRI vs fallas superficiales preponderantes en el tramo 79+000 – 84+000 con tratamiento monocapa + Slurry Seal	49
Cuadro N° 5.13: Resumen de datos con equipo MERLIN a través del tiempo en el tramo Km 74+000 al Km 79+000 empleado en el carril derecho	54
Cuadro N° 5.14: Modelo de comportamiento IRI vs tiempo en el tratamiento con Slurry Seal, basándose en la medición de dos datos con equipo MERLIN	54

Cuadro N° 5.15: Resumen de datos con equipo MERLIN y Bump Integrator a través del tiempo en el tramo Km 74+000 al Km 79+000 y valores asumidos entre estos datos	55
Cuadro N° 5.16: Modelo de comportamiento IRI vs tiempo en el tratamiento con Slurry Seal, basándose en la medición de tres datos y asumiendo valores IRI el cual va aumentando en el tiempo	56
Cuadro N° 5.17: Modelo de deterioro del PSI vs tiempo en el tratamiento con Slurry Seal, basándose en la medición de dos datos con equipo MERLIN	57
Cuadro N° 5.18: Modelo de deterioro del PSI vs tiempo en el tratamiento con Slurry Seal. Transformación de IRI a PSI, basándose en la medición de tres datos y asumiendo valores IRI que van aumentando en el tiempo	57
Cuadro N° 5.19: Resumen de datos con equipo MERLIN a través del del tiempo en el tramo Km 79+000 al Km 84+000 empleado en el carril derecho	58
Cuadro N° 5.20: Modelo de comportamiento IRI vs tiempo en el tratamiento con monocapa, basándose en la medición de dos datos con equipo MERLIN	58
Cuadro N° 5.21: Resumen de datos con equipo MERLIN y Bump Integrator a través del tiempo en el tramo Km 79+000 al Km 84+000 y valores asumidos entre estos datos	59
Cuadro N° 5.22: Modelo de comportamiento IRI vs tiempo en el tratamiento con monocapa, basándose en la medición de tres datos y asumiendo valores IRI el cual va aumentando en el tiempo	59
Cuadro N° 5.23: Modelo de deterioro del PSI vs tiempo en el tratamiento con monocapa, basándose en la medición de dos datos con equipo MERLIN	60
Cuadro N° 5.24: Modelo de deterioro del PSI vs tiempo en el tratamiento con monocapa. Transformación de IRI a PSI, basándose en la medición de tres datos y asumiendo valores IRI que van aumentando en el tiempo	60
Cuadro N° 5.25: Gráfica de los dos modelos de deterioro del PSI vs tiempo superpuestos, en el tratamiento superficial Slurry Seal	61
Cuadro N° 5.26: Gráfica de los dos modelos de deterioro del PSI vs tiempo superpuestos, en el tratamiento superficial monocapa	62

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1.1: Plano en planta de la carretera Cañete - Chupaca	16
Figura N° 1.2: Perfil longitudinal de la carretera Cañete - Chupaca	17
Figura N° 2.1: Esquema del rugosímetro MERLIN	23
Figura N° 2.2: Principio de operación del equipo MERLIN	24
Figura N° 3.1: Modelo de cuarto carro para el cálculo del IRI	26
Figura N° 3.2: Valores típicos de IRI en distintas estructuras de pavimentos	27
Figura N° 3.3: Histograma de distribución de frecuencias de 200 mediciones con equipo MERLIN	31
Figura N° 4.1: Curva de comportamiento de un pavimento	32
Figura N° 4.2: Esquema de deterioro de primera y segunda fase	37
Figura N° 4.3: Formas de progresión de distintos deterioros en el pavimento	39
Figura N° 5.1: Distribución de tratamientos superficiales empleados en la carretera y sus años de aplicación	40
Figura N° 5.2: Fotografía de la progresiva Km 74+000, vista hacia Cañete en el inicio del tramo estudiado	50
Figura N° 5.3: Fotografía de la progresiva Km 74+800, vista hacia Catahuasi, tratamiento con Slurry Seal en donde se observan fisuras longitudinales y peladuras	50
Figura N° 5.4: Fotografía de la progresiva 75+200, vista hacia Catahuasi, se aprecian levantamientos y ondulaciones debido al paso de una tubería de drenaje de pvc	50
Figura N° 5.5: Fotografía de la progresiva 78+000, vista hacia Catahuasi, tratamiento con Slurry Seal en donde se observan peladuras	51
Figura N° 5.6: Fotografía de la progresiva 78+400, vista hacia Cañete en donde se ven fisuras longitudinales	51
Figura N° 5.7: Fotografía de la progresiva 79+600, vista hacia Catahuasi, tratamiento monocapa + Slurry Seal en donde existe peladuras y desintegración superficial	51
Figura N° 5.8: Fotografía de la progresiva 80+000, vista hacia Chupaca, se aprecian peladuras y desintegración superficial	52

Figura N° 5.9: Fotografía de la progresiva 80+600, tratamiento monocapa + Slurry Seal, en donde se observa ondulaciones de la vía debido a la existencia de un sistema de drenaje

52

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

AASHO:	American Association of State Highways Officials
D:	Rugosidad en unidades MERLIN
Dv:	Desvío
IRI:	Índice de Rugosidad Internacional o Internacional Roughness Index
IRRE:	Experimento Internacional de Rugosidad de Caminos o International Road Roughness Experiment
Km:	Kilómetro
MERLIN:	Machine for Evaluating Roughness using Low cost Instrumentation
MTC:	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
PSI:	Índice de Serviciabilidad Presente o Present Serviciability Index
PSR:	Radio Presente de Serviciabilidad o Present Serviciability Rating
R:	Coeficiente de correlación
RARS:	Razón entre el movimiento acumulado de la suspensión y la distancia recorrida "Reference Average Rectified Slope"
RQCS:	Simulación del Modelo del Cuarto Carro o Reference Quarter Car Simulation
T:	Tiempo
TRRL:	Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos
UNI:	Universidad Nacional de Ingeniería

INTRODUCCIÓN

El presente Informe de Suficiencia tiene como objetivo desarrollar un modelo de deterioro en base a las mediciones realizadas con el equipo MERLIN, el cual da valores de rugosidad, que pueden ser transformados a un índice de serviciabilidad denominado PSI. Debido a esto, las conclusiones y recomendaciones están en función a la relación entre el PSI y el tiempo de vida útil de la carretera y los valores IRI obtenidos en relación con las fallas superficiales que se presentan.

En el capítulo I, se describe las generalidades de la carretera, como sus antecedentes, ubicación, geografía, topografía y características técnicas de la carretera, en donde se hace énfasis al tramo estudiado, correspondiente a las progresivas desde el Km 74+000 al Km 79+000, en donde se realizó un tratamiento superficial con Slurry Seal, y la progresiva correspondiente al tramo desde el Km 79+000 al Km 84+000, en donde en un inicio se realizó un tratamiento superficial monocapa y posteriormente se agregó un recubrimiento con Slurry Seal.

En el capítulo II, se comenta del estado del arte del rugosímetro MERLIN, enfocado desde los métodos que se tienen para medir la rugosidad y la clase de equipos existentes.

El capítulo III, contiene el marco teórico, en donde se presenta definiciones del índice de rugosidad internacional (IRI), la serviciabilidad y el índice de serviciabilidad presente (PSI). Finalmente en este capítulo se muestra la metodología para la determinación de la rugosidad con el equipo MERLIN.

En el capítulo IV, se describen los conceptos, alcances y aplicaciones de los modelos de comportamiento y deterioro de los pavimentos.

Finalmente, el capítulo V presenta los datos recolectados a través del tiempo de los valores IRI medidos con el equipo MERLIN y otros equipos, así como también los datos obtenidos en la visita de campo realizado el 27 de noviembre del 2010. Con estos valores se obtienen modelos de correlación entre el IRI y las

fallas superficiales del pavimento y modelos de deterioro entre el PSI y el periodo de diseño del pavimento. En la última parte de este capítulo se presenta un análisis de los modelos realizados de acuerdo a los tratamientos superficiales realizados en la carretera.

De los resultados obtenidos, se observa la degradación del pavimento en el tiempo, así como modelos totalmente diferentes para cada tratamiento realizado en la vía.

Se resalta que los modelos obtenidos no son modelos de fallas, pues solo miden la serviciabilidad del pavimento, la cual se describe en el capítulo III.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

El contexto en el que se desarrolla el presente Informe de Suficiencia está ligado a un convenio firmado entre la Universidad Nacional de Ingeniería y el Estado Peruano, en base a esto se tiene los antecedentes del presente trabajo.

1.1.1 PROGRAMA PROYECTO PERÚ¹

El Estado Peruano tiene el compromiso de promover la inversión privada y la inversión pública en infraestructura a efectos de incentivar la competitividad y la integración nacional y regional, asegurando la cobertura, la calidad y el mantenimiento de los servicios en el tiempo, con precios adecuados. Asimismo, tiene el compromiso de desarrollar en forma específica la infraestructura vial, portuaria, aeroportuaria, de saneamiento, de telecomunicaciones y de energía, con inversiones tanto privadas como públicas.

Las políticas del sector transportes, en lo que se refiere a vialidad, se orientan a potenciar y expandir los impactos positivos que conlleva la mejora de la transitabilidad de las redes viales y la recuperación del patrimonio vial del país, a partir de una visión de conjunto. El propósito es mejorar y alcanzar niveles razonables de transitabilidad y gestión en los tres tipos de redes viales: nacional, departamental y vecinal.

En ese contexto, en el año 2007, se crea en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones: "Proyecto Perú", como un programa de conservación y desarrollo de Infraestructura Vial que implementa un nuevo sistema de gestión vial en el país; entendiéndose por gestión vial, la construcción, rehabilitación, mejoramiento, conservación, atención de emergencias viales, relevamiento de información y operación de la red vial nacional.

El programa "Proyecto Perú" fue diseñado para poner en servicio y asegurar el

¹ Extraído de la página del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú

funcionamiento permanente de las carreteras de alto y bajo volumen de tránsito, buscando la consolidación de “corredores económicos”, a través de la intervención en Corredores Viales que favorezcan el desarrollo sostenido y la mejora en el nivel de competitividad de las diversas poblaciones del interior del país en carreteras.

En cuanto a las carreteras de bajo volumen de tránsito, Proyecto Perú ha tercerizado los trabajos de gestión y conservación de las carreteras mediante contratos de mediano plazo, supervisados por niveles de servicio, siendo este un nuevo negocio en el país para la industria de la construcción, aunque no se trata de ejecución de obras, la realización de los servicios están bastante ligados con los servicios de ingeniería (ingeniería de conservación), y así mismo se trata de una nueva forma de gerenciar las carreteras en Perú.

En las carreteras de bajo volumen de tránsito, se impulsa el desarrollo de la innovación tecnológica con el uso de estabilizadores en las actividades de colocación de pavimentos básicos en protección del afirmado.

1.1.2 CONVENIO MTC-UNI

El convenio firmado entre el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y la Universidad Nacional de Ingeniería, denominado como un sistema de acompañamiento y monitoreo de los trabajos del servicio de conservación vial por niveles de servicio, del corredor vial N° 13: Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Chupaca, tiene como objetivos los siguientes puntos:

1. El acompañamiento y monitoreo de los trabajos en el corredor vial N° 13.
2. Realizar una Norma Técnica de Diseño que contemple el comportamiento en el tiempo de los pavimentos básicos, soluciones tecnológicas, soluciones básicas o sea cual fuera la denominación final que se adopte.
3. Uso y difusión de las nuevas tecnologías empleadas.
4. Formación de especialistas en la materia a través de maestrías y/o doctorados.

En base a estos objetivos y lo que se quiere alcanzar con el programa Proyecto Perú, el presente informe forma parte de una base para conseguir todos estos objetivos.

1.2 UBICACIÓN, GEOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

La carretera en estudio corresponde a una vía de tercer orden, del corredor vial N° 13, Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Chupaca, la cual une los departamentos de Lima y Junín, atravesando por las provincias de Cañete, Yauyos, Concepción y Chupaca; y tiene una longitud de 271.73 km.

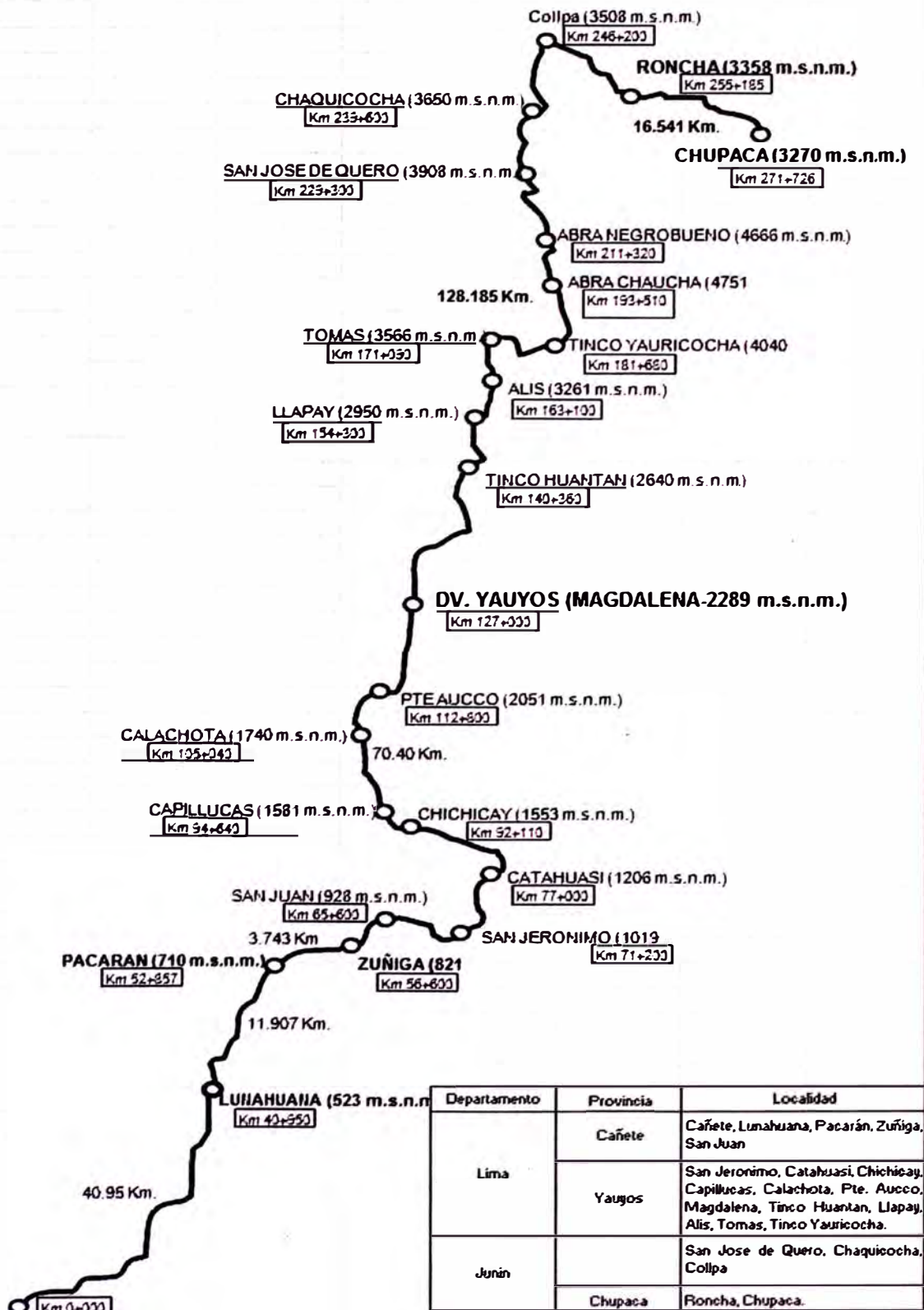
La carretera en el plano geográfico une la región de la costa con la sierra, inicia en los 71 m.s.n.m. (Cañete) hasta los 3270 m.s.n.m. (Chupaca), siendo la parte más alta el abra Chaucha, ubicado en el Km 193+510 y alcanzando una altura de 4751 m.s.n.m.

Por las descripciones realizadas anteriormente se puede apreciar que la vía tiene una variada geografía por la cual transita, con diversos climas que pueden variar desde los -4°C hasta los 32°C, y en muy raras ocasiones se pueden exceder estas temperaturas límites. Además, la carretera tiene un recorrido que une localidades importantes como Cañete, Lunahuaná, Roncha y Chupaca que son de gran atractivo turístico y también, localidades en vías de desarrollo, con productos de su flora y fauna que son de interés nacional.

El tramo evaluado, en este informe corresponde desde la progresiva 74+000 hasta la progresiva 84+000, alrededor de la localidad de Catahuasi, a un altitud promedio aproximada de 1270 m.s.n.m., correspondiente a la región quechua de la sierra. El clima es templado con temperaturas que generalmente varían entre los 14°C y 29°C.

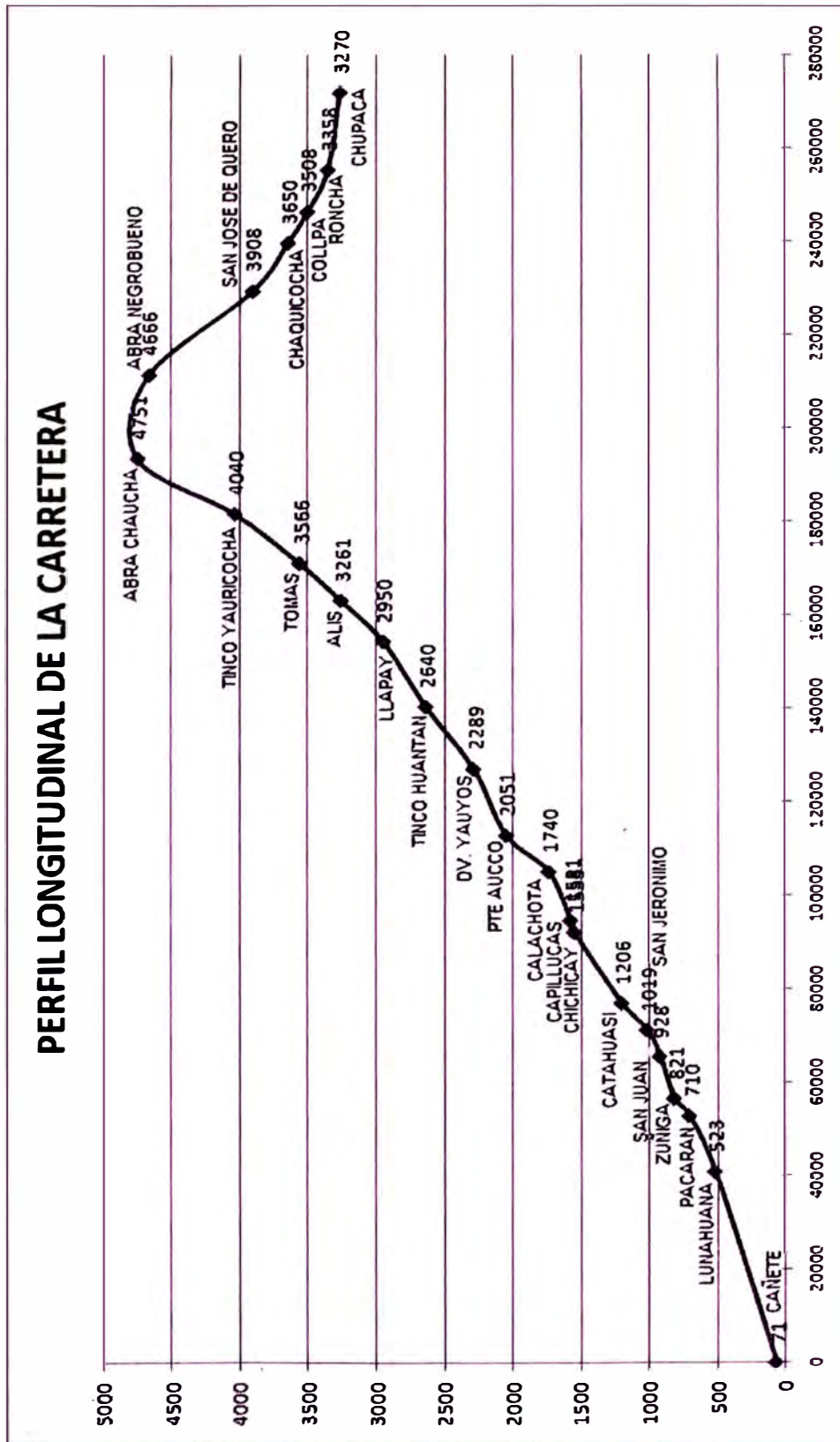
Figura N° 1.1: Plano en planta de la carretera Cañete – Chupaca

CARRETERA CAÑETE-LUNAHUANA-PACARAN-ZUÑIGA-DV. YAUYOS-RONCHA-CHUPACA



Fuente: Portal del Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Figura N° 1.2: Perfil Longitudinal de la Carretera Cañete – Chupaca



Fuente: Conferencia Norma Técnica para Pavimentos Básicos en Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito – Ing. Edwin Apolinario Morales

1.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

La carretera en estudio hace tres años atrás se encontraba asfaltada en el tramo Cañete – Pacarán y el tramo restante de la carretera se encontraba solo con material afirmado.

En la actualidad, lo que se viene realizando en esta carretera, es la conservación del tramo asfaltado, y en el tramo que no se encontraba asfaltado, realizar tratamientos monocapa con Slurry Seal o solamente el uso del sellante Slurry Seal para la superficie de rodadura. Debido a esto se puede apreciar en la vía distintas estructuras del pavimento.

El tratamiento superficial simple o monocapa consiste en un recubrimiento bituminoso en donde se aplica una capa continua de ligante asfáltico sobre la superficie de la carretera, seguida de la extensión y compactación de una sola capa de agregado. Este tratamiento se pensaba en un inicio que sería el único a aplicar sobre un tramo de la vía, sin embargo, debido a los malos resultados dados, sobre este tratamiento monocapa se ha utilizado un sellante slurry seal.

El tratamiento con Slurry Seal consiste en una mezcla líquida homogénea de agua, emulsión asfáltica, filler mineral y un agregado bien graduado, cuya finalidad es la de ser un sellante asfáltico.

El tramo de estudio de la carretera fue desde la progresiva Km 74+000 a la progresiva Km 84+000. En esta zona se dividió en dos tramos para un mejor estudio, de acuerdo a los tratamientos superficiales empleados.

El primer tramo de estudio hasta la localidad de Catahuasi (Km 74+000 al Km 79+000) corresponde a un solo tratamiento de Slurry Seal, realizado en el mes de junio del 2009, el cual hasta la actualidad no ha sufrido ninguna variación o reparación fuerte en este tramo de vía.

El segundo tramo de estudio, correspondiente a las progresivas desde el Km 79+000 al Km 84+000, se trata de un tratamiento monocapa realizado en marzo

del 2009, sin embargo, posterior a esta fecha y a finales de ese año, se realizó sobre el tratamiento monocapa una capa de Slurry Seal aplicado como sellante.

Cuadro N° 1.1: Tipos de Superficie de Rodadura

TIPOS DE SUPERFICIE DE RODADURA		
Tramo (Progresivas)	Tipo de Superficie (Antes)	Tipo de Superficie (Actual)
74+000 – 79+000	Afirmado	Slurry Seal
79+000 – 84+000	Afirmado	Monocapa + Slurry Seal (*)

(*) En un principio solo se tenía un tratamiento de la superficie tipo monocapa y posteriormente se realizó el tratamiento con Slurry Seal.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II: ESTADO DEL ARTE

2.1 MÉTODOS PARA MEDIR LA RUGOSIDAD

Los diversos métodos existentes para medir la rugosidad se pueden agrupar 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).

En el Perú, la mayor experiencia está relacionada con el uso del rugosímetro MERLIN, desarrollado por el TRRL de Gran Bretaña y el Bump Integrator. El MERLIN es un equipo simple que mide la variabilidad de las deformaciones, basado en el principio que a mayor variabilidad, mayor resulta la magnitud de la rugosidad.

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 del perfilómetro estático y por la exactitud de sus resultados podemos considerarlo de clase 2.

2.2 CLASE DE EQUIPOS

En la actualidad se tienen cuatro clases de equipos, las cuales son las siguientes:

- Clase 1: Perfiles de precisión
- Clase 2: Otros métodos perfilométricos
- Clase 3: Estimaciones del IRI mediante correlaciones
- Clase 4: Valorizaciones subjetivas y medidas sin calibrar

2.2.1 CLASE 1: PERFILES DE PRECISIÓN

Representan los más altos niveles de precisión para medir el IRI. La rugosidad se establece a través de la determinación muy exacta del perfil longitudinal del

pavimento, con medidas espaciadas cada 0.25 m. y cotas con una precisión de 0.5 mm. A esta clase pertenecen los métodos de mira y nivel, viga y nivel (barra TRL).

2.2.2 CLASE 2: OTROS MÉTODOS PERFILOMÉTRICOS

Se basan también en la medida del perfil longitudinal, pero no tienen la exactitud de los métodos de clase 1. Estos métodos comprenden medidas tanto con perfilómetros de alta velocidad como métodos estáticos que no tienen la suficiente precisión y exactitud para ser considerados de clase 1. Entre los perfilómetros de alta velocidad se tienen el APR Trailer y el GMR Type Inertial Profilometer.

En el Perú, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) considera el equipo MERLIN como de clase 2, debido a su precisión para estimar valores IRI.

2.2.3 CLASE 3: ESTIMACIONES DEL IRI MEDIANTE CORRELACIONES

Los de esta clase recurren al uso de una ecuación de correlación para la estimación del IRI. Los equipos de esta clase establecen la rugosidad basado en la detección del movimiento relativo que experimenta el sistema de suspensión de un vehículo al transitar sobre la vía.

Los equipos que se emplean en esta clase son el Mays Meter (Norteamericano), Bump Integrator (Inglés), NAASTA Meter (Australiano), etc.

2.2.4 CLASE 4: VALORIZACIONES SUBJETIVAS Y MEDIDAS SIN CALIBRAR

Existen ocasiones en las que sólo se necesita conocer aproximadamente el estado de la uniformidad superficial de un pavimento; sin embargo, es deseable relacionar las medidas a la escala del IRI. Para estos 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 tipo respuesta.

2.3 RUGOSÍMETRO MERLIN

El Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos (TRRL) desarrolló el rugosímetro MERLIN (*Machine for Evaluating Roughness using Low-Cost Instrumentation*), basándose en el principio del perfilómetro estático, con el objetivo de obtener un instrumento versátil, sencillo y económico con un análisis simple de resultados confiables.

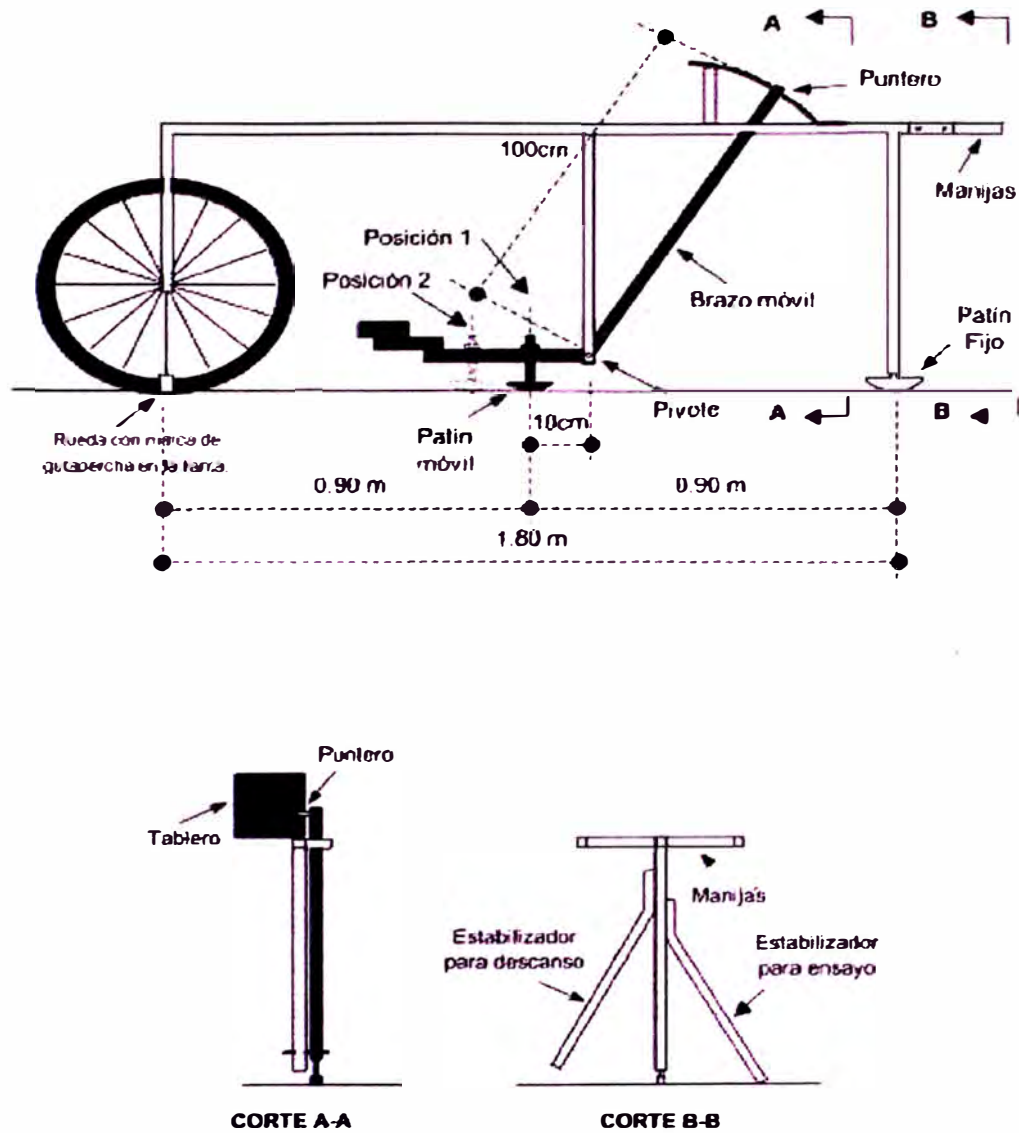
El MERLIN consta de un marco formado por dos elementos verticales y uno horizontal. Por facilidad, el elemento vertical delantero es una rueda, mientras que el trasero tiene adosados dos soportes inclinados, uno para fijar el equipo en el suelo y otro para descansar el instrumento. El elemento horizontal se proyecta, hacia la parte trasera con dos manijas que permite levantar y movilizar el equipo, haciéndolo rodar sobre la rueda delantera.

Aproximadamente en la parte central del elemento horizontal se proyecta hacia abajo una barra vertical que no debe llegar al piso, en el extremo de ésta pivotea un brazo móvil (encontrándose en contacto con el piso mediante un patín empernado y ajustable). En la parte superior de la barra vertical se tiene un puntero que se desliza sobre el borde de un tablero, de acuerdo a la posición que adopta el patín del extremo inferior.

La relación de brazos entre los segmentos del extremo inferior del patín móvil – pivote y pivote – puntero es 1 a 10, de tal manera que un movimiento vertical de 1 mm., en el extremo inferior del patín móvil, produce un desplazamiento de 1 cm. en el puntero del tablero.

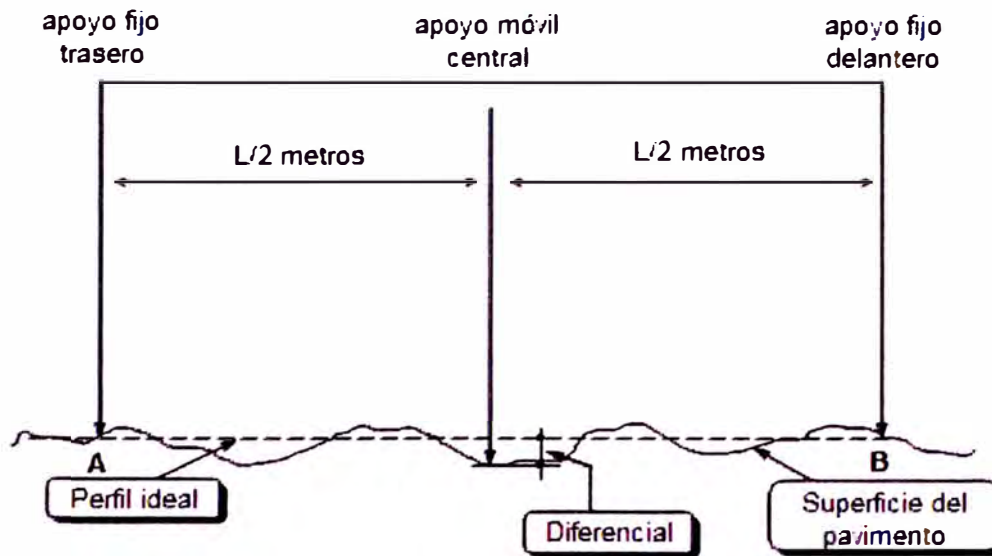
El objetivo del equipo MERLIN consiste en medir la rugosidad de una vía en base a la información recolectada de las lecturas realizadas en el tablero, relacionado con el extremo inferior del instrumento. Para determinar esta rugosidad, el equipo MERLIN se basa en el concepto de usar la distribución de las desviaciones de la superficie respecto a una línea promedio (Ver Figura N° 2.2)

Figura N° 2.1: Esquema del rugosímetro 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° 2.2: Principio de operación del equipo MERLIN



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

Actualmente, el Perú ya tiene un equipo MERLIN automatizado, el cual utiliza un sensor de desplazamiento colocado justo encima del patín de prueba que nos da una lectura del desplazamiento y permite su visualización y almacenamiento. Existe otro sensor que avisará cada vez que la rueda haya completado exactamente una vuelta, avisando al operador del equipo que pulse un botón para aceptar la medida detectada en el brazo móvil.

De esta forma el MERLIN automatizado elimina el uso del tablero y de una persona que anote los valores de éste, así como también nos da los resultados de IRI en forma inmediata, pues la automatización permite realizar los trabajos de gabinete (cálculos matemáticos) directamente en el campo. Sin embargo, el principio de funcionamiento de medir la rugosidad mediante la distribución de las desviaciones de la superficie respecto a una línea promedio no cambia.

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1 DEFINICIONES

La rugosidad se define como las irregularidades en la superficie del pavimento que afectan adversamente a la calidad de rodado, seguridad y costos de operación del vehículo.¹

Para relacionar la rugosidad determinada con el equipo MERLIN y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) se hace uso de dos ecuaciones:

- a) $IRI = 0.593 + 0.0471 \times D$; cuando $2.4 < IRI < 15.9$
- b) $IRI = 0.0485 \times D$; cuando $IRI < 2.4$

En donde "D" es la rugosidad del pavimento en unidades MERLIN

3.2 ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

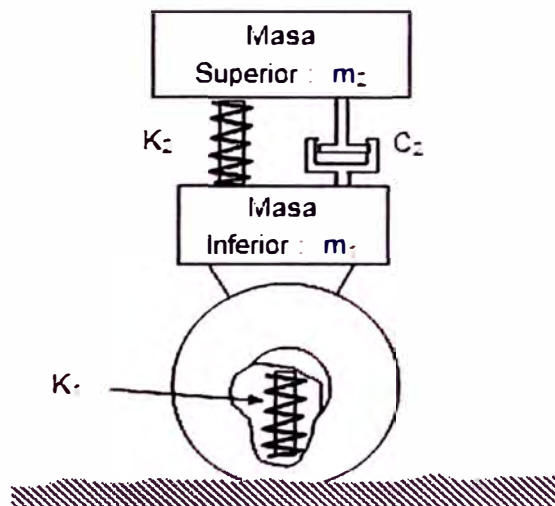
El Índice de Rugosidad Internacional es un indicador estadístico de la irregularidad superficial del pavimento, consistente en la diferencia entre el perfil longitudinal teórico y el perfil longitudinal real existente en el momento de la medida.

Peterson, en 1986, definió el IRI de la siguiente manera: "el IRI resume matemáticamente el perfil longitudinal de la superficie del camino en una huella, representando las vibraciones inducidas por la rugosidad del camino en un auto de pasajeros típico, está definido por el valor de referencia de la pendiente rectificadas (RARS, Reference Average Rectified Slope, razón entre el movimiento acumulado de la suspensión y la distancia recorrida) producto de la simulación del modelo del cuarto carro, (RQCS, Reference Quarter Car Simulation) para una velocidad de desplazamiento de 80 km/h. Es calculado a partir de las elevaciones de la superficie medidas mediante un levantamiento topográfico o mediante perfilometría."

¹ Extraído del libro "Gestión de Infraestructura Vial", Autor: Hernán de Solminihac

La definición del IRI se establece a partir de conceptos asociados a la mecánica vibratoria de sistemas dinámicos; en base a esto un vehículo se puede modelar por un conjunto de masas ligadas entre sí y con la superficie de la carretera mediante resortes y amortiguadores (Ver Figura N° 3.1)

Figura N° 3.1: Modelo de cuarto carro para el cálculo del IRI



Fuente: Desarrollo de la ecuación de correlación para la determinación del IRI en pavimentos asfálticos nuevos usando el rugosímetro MERLIN – Ing. Pablo del Águila

El movimiento sobre el perfil de la carretera produce desplazamientos, velocidades y aceleraciones en las masas, quedando el sistema regido por la primera ley de Newton (Fuerza = Masa x Aceleración).

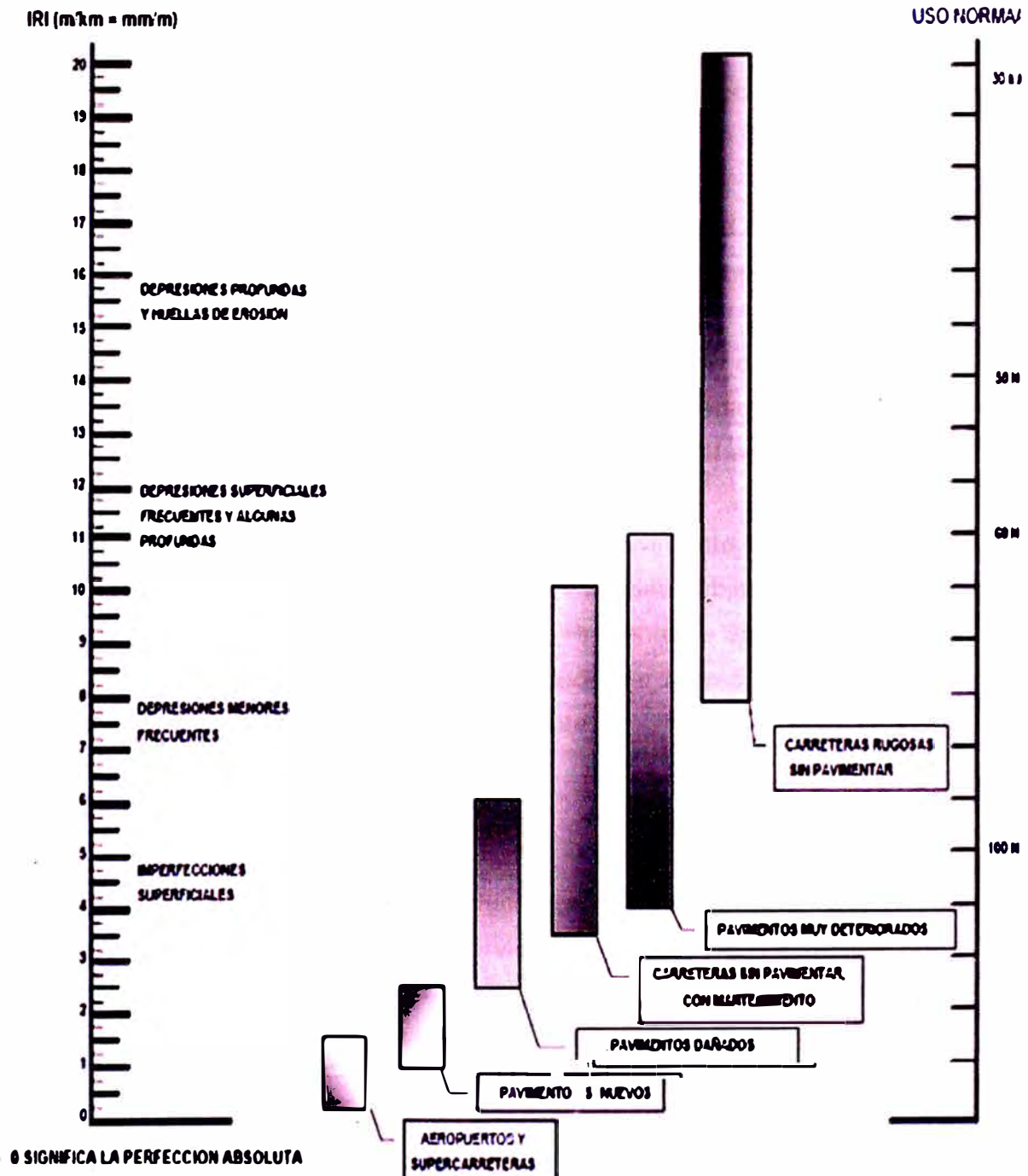
Entre las consideraciones a tomar en cuenta para el IRI se tiene las siguientes:

- Su principal ventaja reside en que es un modelo matemático cuyo resultado es independiente de la técnica o equipo con el que se haya obtenido el perfil.
- Para hallar el IRI se debe de considerar la confiabilidad de la técnica o equipo con el que se obtiene el perfil y la frecuencia del muestreo del mismo.
- La precisión de los equipos de medida de la irregularidad es uno de los temas más delicados y complejos de decidir y valorar.

El IRI se creó con la intención de unificar los parámetros que se utilizaban anteriormente para determinar la rugosidad, por esto, en Brasil, en 1982, se

realizó el Proyecto Internacional Road Roughness Experiment (IRRE), en donde se seleccionó como parámetro de medición de la rugosidad superficial el denominado Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

Figura N° 3.2: Valores típicos de IRI en distintas estructuras de pavimentos



Fuente: Adaptado de UMTRI Research Review, Vol 33, Número 1. Enero – Febrero 2002

3.3 SERVICIABILIDAD Y EL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)

Medir la calidad de un pavimento presenta una dificultad conceptual, debido a que depende de para qué se está evaluando, si lo que se necesita saber es la capacidad estructural o bien la condición funcional de la vía.

Para resolver esta dificultad, los investigadores Carey e Irick, desarrollaron para la prueba AASHO, en 1959, un procedimiento cuyas suposiciones básicas son las siguientes:

- El pavimento debe proporcionar confort y seguridad al usuario.
- El confort y la calidad de rodado es un aspecto subjetivo o de opinión del usuario.
- La serviciabilidad puede determinarse a partir del promedio de las evaluaciones de todos los usuarios. Éste promedio origina el Índice de Radio Presente de Serviciabilidad (PSR), el cual solo tiene un carácter subjetivo.
- Algunas características físicas del pavimento se pueden medir objetivamente y relacionadas con las medidas subjetivas permite obtener un índice objetivo denominado Índice Presente de Serviciabilidad (PSI).
- El comportamiento del pavimento puede ser representado por la historia de la serviciabilidad de dicho pavimento.

3.3.1 SERVICIABILIDAD

Por lo anterior expuesto, se puede deducir que la serviciabilidad es la percepción que tiene los usuarios del nivel de servicio del pavimento. Se definió entonces una escala de 0 a 5 (Ver Cuadro N° 3.1), en donde una evaluación 5 significa una superficie perfecta, mientras que una nota 0, significa intransitable.

Cuadro N° 3.1: Escala de calificación de la serviciabilidad según AASHO

ESCALA DE CALIFICACIÓN DE LA SERVICIABILIDAD		
Calificación		Descripción
5.0 4.0	Muy buena	Sólo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son lo suficientemente suaves y sin deterioro para clasificar en esta categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpeteados durante el año de inspección normalmente se clasifican como muy buenos.
4.0 3.0	Buena	Los pavimentos de esta categoría, si bien no son tan suaves como los muy bueno, entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria. Los pavimentos rígidos pueden estar empezando a mostrar evidencias de un leve deterioro superficial, como desconches y fisuras menores.
3.0 2.0	Regular	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos, y puede presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamiento, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamiento, escalonamiento y pumping.
2.0 1.0	Mala	Los pavimentos en esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde pueden afectar la velocidad de tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas, el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamiento, y ocurre en un 50% o más de la superficie. El deterioro en pavimentos rígidos incluye desconche de juntas, escalonamiento, parches, agrietamiento y bombeo.
1.0 0.0	Muy mala	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75% o más de la superficie.

Fuente: AASHO, 1962

3.3.2 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)

La relación entre la serviciabilidad y la rugosidad se establece a partir del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y los resultados de PSR. Cuando se establecen ecuaciones que predicen los valores de PSR a partir de mediciones objetivas como las de rugosidad, entonces se habla del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI).

En el Perú se utiliza el modelo empleado por Paterson (1987):

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

En donde el IRI se expresa en m/km.

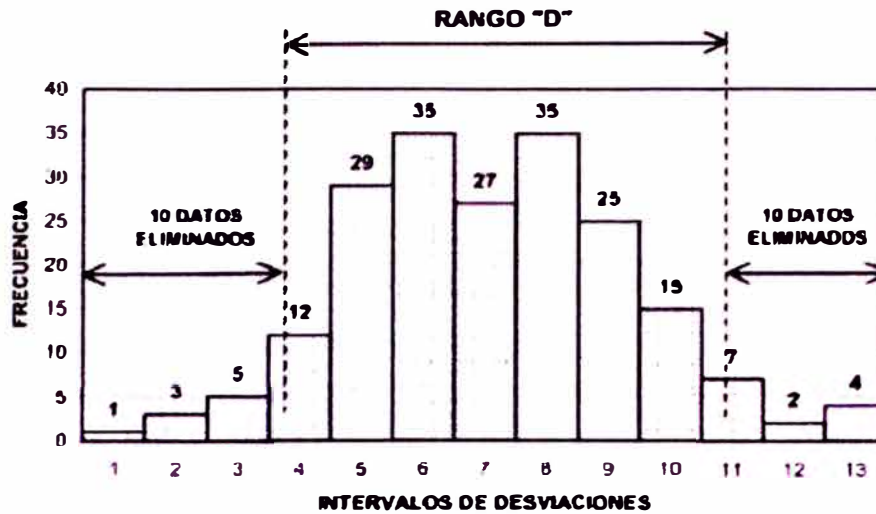
3.4 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS

Para determinar el valor de rugosidad con el equipo MERLIN se deben de efectuar 200 observaciones de las irregularidades que presenta el pavimento cada 2 m. y así tomar 400 m. de un determinado carril de la vía.

Para la generación de los 200 datos que se requieren para determinar un valor de rugosidad, se emplea una escala arbitraria de 50 unidades colocada en el tablero del equipo, en donde, la división número 25 debe ser tal que corresponda a la posición central del puntero y coincide con la línea o cuerda promedio. Si se define el histograma de la distribución de frecuencias de las 200 mediciones, es posible medir la dispersión de las desviaciones y correlacionarla con la escala estándar de la rugosidad (Ver Figura N° 3.3). El parámetro estadístico que establece la magnitud de la dispersión es el rango de la muestra (D), determinado luego de efectuar la depuración del 10% de las observaciones, se obtiene el valor D, que es la rugosidad en unidades MERLIN.

Una vez obtenido el D, se puede hallar el IRI en base a las ecuaciones definidas en el subcapítulo 3.1, y posteriormente relacionarlo con la serviciabilidad utilizando la ecuación descrita en el subcapítulo anterior.

Figura N° 3.3: Histograma de distribución de frecuencias de 200 mediciones con equipo MERLIN



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

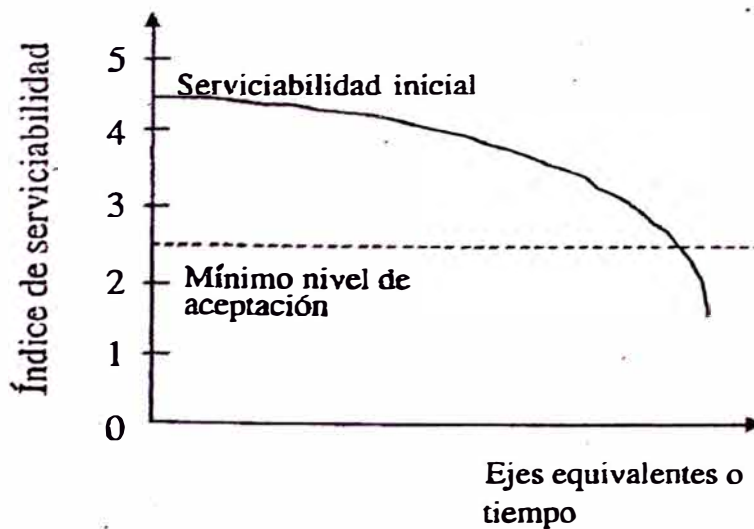
Adicionalmente, debido al equipo propiamente, a su desgaste o a la variación de relación de los brazos, se emplea un factor de corrección para el ajuste de "D"; en consecuencia, para corregir los resultados se verifica la relación de brazos actual del instrumento, y se determina un factor de corrección con el uso de un disco circular de bronce de aproximadamente 5 cm. de diámetro y 6 mm. de espesor, realizando una medida en el tablero sobre la superficie y otra sobre el disco.

CAPÍTULO IV: MODELOS DE COMPORTAMIENTO Y DETERIORO DE LOS PAVIMENTOS

4.1 DEFINICIONES

La evaluación del comportamiento y deterioro de un pavimento implica estudiar la respuesta funcional de un tramo de vía. Para analizar este comportamiento funcional se necesita información de la calidad de rodadura durante un tiempo o periodo de estudio, ésta historia del deterioro de la calidad de rodadura o nivel de servicio es lo que se define como curva de comportamiento del pavimento.

Figura N° 4.1: Curva de comportamiento de un pavimento



Fuente: Gestión de Infraestructura Vial – Hernán de Solminihaç

Existen también otros modelos en este caso de correlación, que solo se abocan a un momento en el tiempo de la evaluación realizada, relacionando dos o más parámetros de análisis funcional de una vía en un tiempo real.

Los modelos de correlación permiten, en este caso, relacionar el IRI de la vía con las fallas superficiales que se aprecian en la misma, para dar un modelo objetivo en base a estimaciones subjetivas y objetivas.

4.1.1 APLICACIÓN ESTADÍSTICA EN LOS MODELOS DE COMPORTAMIENTO Y DE DETERIORO

En los modelos de comportamiento y deterioro del presente informe se han aplicado parámetros estadísticos que es necesario explicar en este capítulo.

Un modelo que busca una expresión matemática (ecuación) con datos que se tienen en el tiempo, lo hace creando una curva o línea de tendencia para los puntos que tiene, mediante el método de ajuste de mínimos cuadrados, el cual consiste en hallar una curva que haga mínima la suma de los cuadrados de las desviaciones.

Una vez creada la ecuación con el ajuste de mínimos cuadrados, se procede a hallar el cuadrado del coeficiente de correlación (r^2), el cual está definido de la siguiente manera:

$$r = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \cdot \sigma_Y}$$

Donde:

r: coeficiente de correlación

σ_{XY} : covarianza de (X,Y) y,

σ_X y σ_Y : desviaciones típicas de las distribuciones marginales

El coeficiente de correlación (r) es un índice cuyo valor absoluto varía entre 0 y 1, en donde el si el coeficiente es más cercano a 1 existe una mayor correlación entre los valores x e y de las gráficas.

El valor de r^2 , sin embargo nos da un valor más cabal de la magnitud de la correlación entre las variables, pues expresa en porcentaje la relación o varianza compartida entre x e y.

4.2 MODELO DE COMPORTAMIENTO DE PAVIMENTOS

Con la finalidad de predecir el deterioro que puedan sufrir los pavimentos a largo de su vida útil, se utilizan diversos tipos de modelo de comportamiento, éstos generalmente corresponden a expresiones matemáticas que permiten predecir la evolución del estado del pavimento en el tiempo; para esto se requiere conocer las condiciones del pavimento por lo menos en la época de realización del análisis y en algún momento anterior, aunque se recomienda que esta sea al momento de su puesta en servicio.

El objetivo de realizar estos modelos de comportamiento es realizar estimaciones razonables de la necesidad de llevar a cabo alguna conservación y/o mantenimiento de la carretera, mediante la realización de un modelo de deterioro.

4.2.1 MODELOS DE COMPORTAMIENTO EMPÍRICOS Y MECANICISTAS

Los modelos de comportamiento pueden ser del tipo empíricos y/o mecanicistas. El primero, un modelo de comportamiento empírico, tiene su origen en base a datos reales conformados a partir de pavimentos existentes, en donde se ha registrado una gran cantidad de información a través del tiempo, para luego determinar las variables más relevantes en la formación de cada deterioro, para que mediante un análisis estadístico se pueda originar un modelo que prediga el comportamiento futuro del pavimento, en base a una ecuación matemática generada. La desventaja de este modelo es que no puede ser aplicado a pavimentos en condiciones diferentes de aquellas en las que se tomaron toda la información.

Los modelos mecanicistas, por su parte, se basan no solo en datos de pavimentos existentes, sino que particularmente en características del comportamiento de las diversas capas y materiales que conforman los pavimentos, como las propiedades físicas y mecánicas de la sub base, base y del propio pavimento.

4.3 MODELO DE DETERIORO DE LOS PAVIMENTOS

Un modelo de deterioro parte de uno o más modelos de comportamientos del pavimento, así como también toma en consideración algún modelo de correlación que pueda existir en un tiempo dado de una carretera.

Mediante un modelo de deterioro, se puede analizar la parte funcional y estructural de un pavimento, aunque en el caso del presente informe, solo se analizará la parte funcional debido a que la serviciabilidad sólo permite este tipo de análisis.

4.3.1 LOS MODELOS DE DETERIORO Y SU RELACIÓN CON LA GESTIÓN DE PAVIMENTOS

Un modelo de deterioro puede servir para los siguientes casos:

- 1) La creación de un sistema de gestión de pavimentos, que se basa en los modelos de deterioro para predecir los futuros deterioros de las vías y evaluar los resultados de las diversas alternativas de mantenimiento; de esta forma elegir la mejor planificación para la conservación de un camino, de modo que la relación costo – beneficio sea de lo mejor.
- 2) La creación o generación de políticas y estándares de mantenimiento basados en condiciones de deterioro relevantes del pavimento. Conociendo los deterioros en el tiempo es posible generar una política de mantenimiento adecuada y coherente que permita mantener el nivel de servicio requerido de la vía.
- 3) La evaluación del efecto relativo de algunas características del diseño con respecto a otras.

4.3.2 REQUERIMIENTOS DE UN MODELO DE DETERIORO

Se necesitan para una correcta administración de mantenimiento y conservación de carreteras modelos de deterioro confiables, bien cuantificados y

adecuadamente validados, por eso, entre sus requerimientos que deben de cumplir se tiene los siguientes:

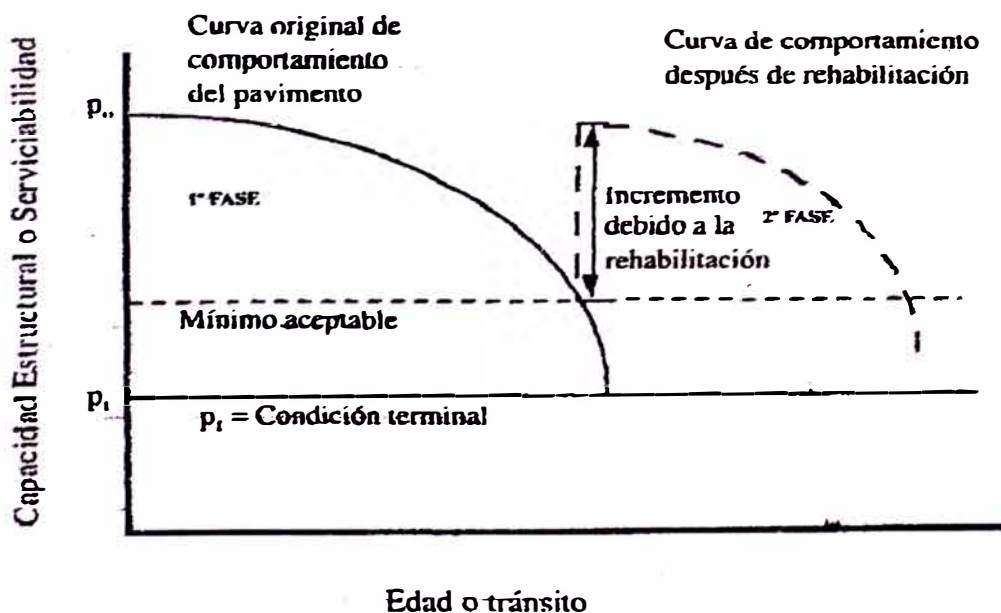
- 1) Los modelos matemáticos deben predecir la condición de la vía en el tiempo, además de permitir conocer los efectos a corto, mediano y largo plazo de las actividades de mantenimiento y estimar el momento más adecuado para realizarlo.
- 2) La calidad del nivel de servicio de la vía y la tendencia de su condición debe ser cuantificada de modo que tenga una directa relación con los factores que provocan su cambio y con la decisión de la parte de ingeniería de intervenir mediante un mantenimiento de la carretera.
- 3) Los modelos de deterioro deben de utilizar sólo parámetros que puedan ser medidos físicamente y obtenidos con facilidad en base a recursos humanos y materiales con que se cuenten.
- 4) Para ser válidas, las predicciones deben tener una bien cuantificada base empírica.
- 5) Los modelos de deterioro deben ser aplicables a la región de interés, cada una con sus características propias como el tránsito, el medio ambiente, clima, topografía, materiales, etc.
- 6) Se debe de tener siempre en cuenta los conceptos estadísticos de probabilidad y confiabilidad asociados a las predicciones que realizan los modelos, esto debido a que la confiabilidad de las predicciones es dependiente de tres fuentes de variación, la primera es el comportamiento aleatorio de los materiales bajo condiciones naturales; la segunda, la incapacidad de representar todos los factores que influyen en el comportamiento del pavimento; y finalmente, los errores surgidos de las diferencias entre el comportamiento observado al momento de originar los modelos y el comportamiento actual del mismo.

4.3.3 MODELOS DE DETERIORO DE PRIMERA Y SEGUNDA FASE

El pavimento puede presentar dos fases de deterioro, la primera fase, es aquella etapa que se produce inmediatamente después de su construcción o puesta en servicio y el momento en que se lleva a cabo una reparación de importancia, es decir, aquella que genere un mejoramiento en el nivel de servicio de la vía.

La segunda fase de deterioro, es a partir de una reparación de importancia en adelante. Al realizarse una rehabilitación se reduce el deterioro existente y/o se afecta la progresión del mismo para el futuro, por ende, el comportamiento del pavimento en esta segunda fase es diferente a la primera.

Figura N° 4.2: Esquema de deterioro de primera y segunda fase



Fuente: Gestión de Infraestructura Vial – Hernán de Solminihac

4.3.4 MODELOS DE DETERIORO AGREGADOS E INCREMENTALES

Los modelos de deterioros, agregados e incrementales se basan en la forma de predicción que presentan. Los modelos de deterioro agregados (acumulados), son aquellos que para predecir un deterioro futuro requieren conocer por completo la historia previa del comportamiento de la carretera, sin embargo, en muchos casos esto no es posible ya que solo se tienen datos parciales.

Los modelos de deterioro tipo incremental, no necesitan información histórica para predecir los comportamientos futuros, sino que permiten conocer el futuro en base a ecuaciones y operaciones lógicas, necesitando conocer solo el estado actual del pavimento.

Para este informe, se necesita realizar un modelo de deterioro agregado, que luego, al obtener una ecuación lógica, pueda funcionar como un modelo de deterioro tipo incremental.

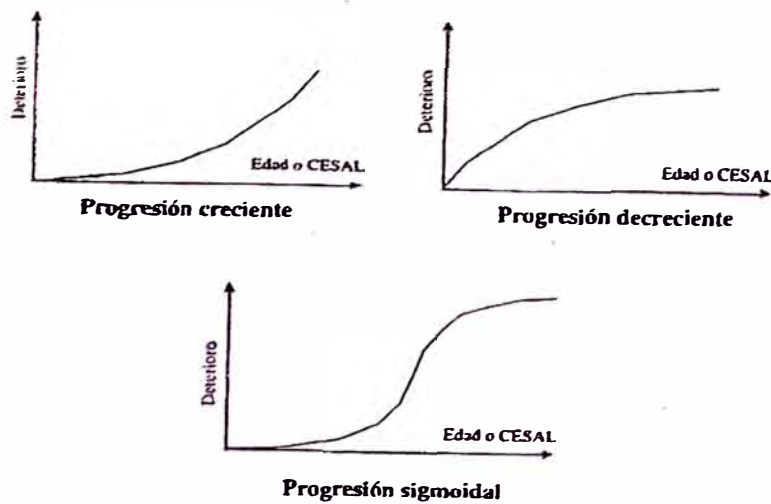
4.3.5 FORMAS FUNCIONALES PARA LOS MODELOS

Por forma funcional de un modelo se debe de entender a la estructura funcional de las ecuaciones y su representación gráfica con respecto a la variable del tiempo. En la definición de la forma funcional de un modelo corresponde señalar si el deterioro se presenta como una progresión continua a partir del inicio de la vida útil del pavimento, o si en caso contrario existe un punto de inicio del deterioro, en donde anterior a este no se manifiesta y posterior a este o de la primera falla, el deterioro progresa en forma más o menos acelerada.

Investigaciones anteriores han estudiado la forma funcional de las ecuaciones para los distintos tipos de deterioro en pavimentos, de acuerdo a éstos, los diversos tipos de deterioro pueden darse de tres formas generales:

- Progresión creciente: curva de tipo exponencial
- Progresión decreciente: curva de tipo logarítmica
- Progresión sigmoideal: una primera etapa de progresión creciente y otra de progresión decreciente.

Figura N° 4.3: Formas de progresión de distintos deterioros en el pavimento



Fuente: Gestión de Infraestructura Vial – Hernán de Solminihac

Para la rugosidad, que es un deterioro de tipo funcional, generalmente progresan en forma continua y no presentan fase de inicio, por lo que el modelo de deterioro se representa como una progresión continua, en donde, a medida que el tiempo avanza, el deterioro crece de manera exponencial.¹

¹ Extraído del libro "Gestión de Infraestructura Vial", Autor: Hernán de Solminihac, páginas 232 y 233.

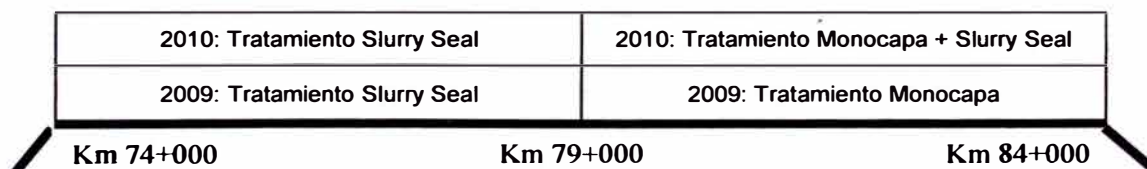
CAPÍTULO V: MODELOS DE CORRELACIÓN Y DETERIORO EN LA CARRETERA

5.1 DATOS DE EVALUACIÓN EN CAMPO CON EQUIPO MERLIN Y CONVERSIÓN DEL IRI AL PSI

El tramo estudiado en la carretera corresponde desde la progresiva Km 74+000 hasta la progresiva Km 84+000, en donde se realizó una visita a campo el día 27 de noviembre del 2010, para obtener medidas de la rugosidad con el equipo MERLIN. Para esta fecha, se utilizó dos equipos MERLIN, uno, el convencional (carril izquierdo) y el MERLIN automatizado (carril derecho).

En la carretera se conoce que el tramo entre las progresivas Km 74+000 y Km 79+000 tiene un tratamiento con Slurry Seal, mientras que desde la progresiva Km 79+000 hasta la progresiva Km 84+000 es un tratamiento monocapa y posteriormente se aplicó una capa de Slurry Seal.

Figura N° 5.1: Distribución de tratamientos superficiales empleados en la carretera y sus años de aplicación



Fuente: elaboración propia

Además, para la recopilación de los datos se ha realizado una investigación para hallar todos los valores IRI posibles de las progresivas en estudio a través del tiempo y de diversas fuentes.

Los cuadros que se muestran a continuación, presentan el tramo estudiado, pudiendo ser estos del Km 74+000 al Km 79+000 o del Km 79+000 al Km 84+000, el tratamiento realizado, sea este un tratamiento superficial con Slurry Seal (tramo del Km 74+000 al Km 79+000), con monocapa o una combinación de monocapa + Slurry Seal (tramo del Km 79+000 al Km 84+000, para ambos casos). También muestran el carril medido, que en este caso es el carril derecho o en su defecto un promedio de la medición realizada en los dos carriles, la fecha de realización de éstas medidas y el equipo o instrumento empleado.

Cabe mencionar, que los datos que figuran en cada tramo solo corresponden a las medidas tomadas en los sub tramos de las progresivas del Km 74+000 al Km 77+000 (tratamiento con Slurry Seal), y a los datos tomados de las progresivas Km 79+000 al Km 81+000 (tratamiento con monocapa y posteriormente una adición de Slurry Seal), debido a que en estos sub tramos se tiene una mayor cantidad de datos en el tiempo y por lo tanto se toma como parte representativa del tramo en estudio.

Los cuadros también presentan, los valores IRI de 400 m. de lecturas con un equipo MERLIN o Bump Integrator, dentro de un tramo en estudio y en una fecha dada, en donde para obtener el IRI del tramo se procedió a sacar el promedio aritmético de los valores IRI en 400 m. de medición.

$$IRI = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} IRI_i}{n} \dots\dots\dots (a)$$

En donde:

IRI: es el IRI del tramo en estudio.

IRI i: es el IRI dado por el equipo MERLIN o Bump Integrator en 400 m. de medición, dentro del tramo en estudio.

n: número de mediciones de 400 m. realizados con el equipo MERLIN o Bump Integrator para algún tramo en estudio.

Con este IRI y mediante el empleo de la fórmula de Paterson (1987), explicada en el ítem 3.3.2 se obtiene el PSI del tramo.

$$PSI = 5 \times e^{(-IRI/5.5)} \dots\dots\dots (b)$$

5.1.1 DATOS CON EQUIPO MERLIN: 29 DE JUNIO DEL 2009 – TRAMO DEL KM 79+000 AL KM 84+000

Cuadro N° 5.1: IRI del tramo Km 79+000 – Km 84+000 medido con equipo MERLIN

Tramo:	79+000 al 84+000	
Tratamiento:	Monocapa	
Carril:	Derecho	
Fecha:	29/06/2009	
Equipo:	MERLIN	
Progresivas		IRI
Inicial	Final	
79+500	79+900	4.64
79+900	80+300	3.51
80+300	80+700	3.49
80+700	81+100	3.74

IRI =	3.85
PSI =	2.48

Fuente: Convenio MTC - UNI

5.1.2 DATOS CON EQUIPO MERLIN: 03 DE JULIO DEL 2009 – TRAMO DEL KM 74+000 AL KM 79+000

Cuadro N° 5.2: IRI del tramo Km 74+000 – Km 79+000 medido con equipo MERLIN

Tramo:	74+000 al 79+000	
Tratamiento:	Slurry Seal	
Carril:	Derecho	
Fecha:	03/07/2009	
Equipo:	MERLIN	
Progresivas		IRI
Inicial	Final	
74+400	74+800	3.51
75+000	75+400	3.57
76+300	76+700	3.51

IRI =	3.53
PSI =	2.63

Fuente: Convenio MTC - UNI

5.1.3 DATOS CON EQUIPO MERLIN: 02 DE OCTUBRE DEL 2009 – TRAMO DEL KM 79+000 AL KM 84+000

Cuadro N° 5.3: IRI del tramo Km 79+000 – Km 84+000 medido con equipo MERLIN

Tramo:	79+000 al 84+000	
Tratamiento:	Monocapa	
Carril:	Derecho	
Fecha:	02/10/2009	
Equipo:	MERLIN	
Progresivas		IRI
Inicial	Final	
80+100	80+500	3.94

IRI =	3.94
PSI =	2.44

Fuente: Informes de suficiencia varios - 2009

5.1.4 DATOS CON EQUIPO MERLIN AUTOMATIZADO: 27 DE NOVIEMBRE DEL 2010 – TRAMOS DEL KM 74+000 AL KM 79+000 Y DEL KM 79+000 AL KM 84+000 (SOLO CARRIL DERECHO)

Cuadro N° 5.4: IRI del tramo Km 74+000 – Km 79+000 medido con equipo MERLIN automatizado

Tramo:	74+000 al 79+000	
Tratamiento:	Slurry Seal	
Carril:	Derecho	
Fecha:	27/11/2010	
Equipo:	MERLIN	
Progresivas		IRI
Inicial	Final	
74+000	74+400	4.16
74+400	74+800	3.27
74+800	75+200	3.76
75+200	75+600	3.15
75+600	76+000	3.76
76+000	76+400	3.53
76+400	76+800	3.65

IRI =	3.61
PSI =	2.59

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.5: IRI del tramo Km 79+000 – Km 84+000 medido con equipo MERLIN automatizado

Tramo:	79+000 al 84+000	
Tratamiento:	Monocapa + Slurry Seal	
Carril:	Derecho	
Fecha:	27/11/2010	
Equipo:	MERLIN	
Progresivas		IRI
Inicial	Final	
79+000	79+400	4.36
79+400	79+800	3.70
79+800	80+200	3.88
80+200	80+600	4.31
80+600	81+000	3.62

IRI =	3.97
PSI =	2.43

Fuente: Elaboración propia

5.1.5 DATOS CON EQUIPO MERLIN Y MERLIN AUTOMATIZADO: 27 DE NOVIEMBRE DEL 2010 – TRAMOS DEL KM 74+000 AL KM 79+000 Y DEL KM 79+000 AL KM 84+000 (PROMEDIO DE LOS DOS CARRILES)

Cuadro N° 5.6: IRI del tramo Km 74+000 – Km 79+000 medidos con los dos equipos MERLIN

Tramo:	74+000 al 79+000	
Tratamiento:	Slurry Seal	
Carril:	Promedio	
Fecha:	27/11/2010	
Equipo:	MERLIN	
Progresivas		IRI
Inicial	Final	
74+000	74+400	3.93
74+400	74+800	3.28
74+800	75+200	3.53
75+200	75+600	3.00
75+600	76+000	3.53
76+000	76+400	3.60
76+400	76+800	3.46
76 800	77+200	3.15
77+200	77+600	3.13
77+600	78+000	3.46
78+000	78+400	3.10
78+400	78+800	3.72

IRI =	3.41
PSI =	2.69

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.7: IRI del tramo Km 79+000 – Km 84+000 medidos con los dos equipos MERLIN

Tramo:		79+000 al 84+000
Tratamiento:		Monocapa + Slurry Seal
Carril:		Promedio
Fecha:		27/11/2010
Equipo:		MERLIN
Progresivas		IRI
Inicial	Final	
79+000	79+400	4.32
79+400	79+800	3.48
79+800	80+200	3.80
80+200	80+600	3.98
80+600	81+000	3.88

IRI =	3.89
PSI =	2.46

Fuente: Elaboración propia

5.1.6 DATOS CON EQUIPO BUMP INTEGRATOR: 17 DE MAYO DEL 2010 – TRAMOS DEL KM 74+000 AL KM 79+000 Y DEL KM 79+000 AL KM 84+000

Cuadro N° 5.8: IRI del tramo Km 74+000 – Km 79+000 medido con el Bump Integrator

Tramo:		74+000 al 79+000
Tratamiento:		Slurry Seal
Carril:		Promedio
Fecha:		17/05/2010
Equipo:		Bump Integrator
Progresivas		IRI
Inicial	Final	
74+200	74+600	3.56
74+600	75+000	3.59
75+000	75+400	3.57
75+400	75+800	3.57
75+800	76+200	3.68
76+200	76+600	3.59
76+600	77+000	3.56

IRI =	3.59
PSI =	2.60

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.9: IRI del tramo Km 79+000 – Km 84+000 medido con el Bump Integrator

Tramo:	79+000 al 84+000	
Tratamiento:	Monocapa	
Carril:	Promedio	
Fecha:	17/05/2010	
Equipo:	Bump Integrator	
Progresivas		IRI
Inicial	Final	
79+000	79+400	4.01
79+400	79+800	4.98
79+800	80+200	4.28
80+200	80+600	3.57
80+600	81+000	4.01

IRI =	4.17
PSI =	2.34

Fuente: Elaboración propia

5.1.7 RESUMEN DE DATOS

A continuación se muestra el siguiente cuadro resumen de los cuadros mostrados anteriormente, con los valores IRI y PSI a través del tiempo (expresado en meses), ordenados de acuerdo a los tramos descritos anteriormente y a su respectivo tratamiento superficial empleado en la carretera, los cuales sirven de base para los modelos de correlación y deterioro que se presentan posteriormente.

Se menciona, que los datos de este cuadro corresponden a los medidos con un instrumento MERLIN (convencional o automatizado), salvo los datos recolectados en mayo del 2010, en donde se utilizó el Bump Integrator, los cuales se han considerado en este informe para tener una mayor cantidad de datos de la rugosidad en la vía y con éstos se obtienen modelos de deterioro de mayor confianza.

Cuadro N° 5.10: Resumen de datos a través del tiempo y por tratamiento superficial empleado

RESUMEN DE DATOS DE EVALUACIÓN EN CAMPO						
Progresiva		Tipo de Tratamiento	Fecha	Número de mes	IRI	PSI
Inicial	Final					
Progresiva: 74+000 al 79+000 - Slurry Seal						
74 + 000	77 + 000	Slurry Seal	jun-09	0	---	---
74 + 000	77 + 000	Slurry Seal	jul-09	1	3.53	2.63
74 + 000	77 + 000	Slurry Seal	may-10	11	3.59*	2.60
74 + 000	77 + 000	Slurry Seal	nov-10	17	3.61	2.59
Progresiva: 79+000 al 84+000 – Monocapa						
79 + 000	81 + 000	Monocapa	mar-09	0	---	---
79 + 000	81 + 000	Monocapa	jun-09	3	3.85	2.48
79 + 000	81 + 000	Monocapa	oct-09	7	3.94	2.44
79 + 000	81 + 000	Monocapa	may-10	14	4.17*	2.34
Progresiva: 79+000 al 84+000 - Monocapa + Slurry seal						
79 + 000	84 + 000	Monocapa + Slurry Seal	nov-10	---	3.97	2.43

*Datos tomados con el equipo Bump Integrator

Fuente: Elaboración propia

5.2 MODELOS DE CORRELACIÓN DE LOS DATOS IRI CON RELACIÓN A LAS FALLAS SUPERFICIALES DEL PAVIMENTO

La rugosidad es un parámetro para poder medir la serviciabilidad de un pavimento, es decir, el aspecto funcional de éste. A manera de tratar de relacionar el aspecto funcional del pavimento con el aspecto estructural se elabora estos modelos de correlación del IRI con las fallas superficiales del pavimento, los cuales fueron elaborados en base a una inspección visual.

5.2.1 TRAMO CON TRATAMIENTO SLURRY SEAL

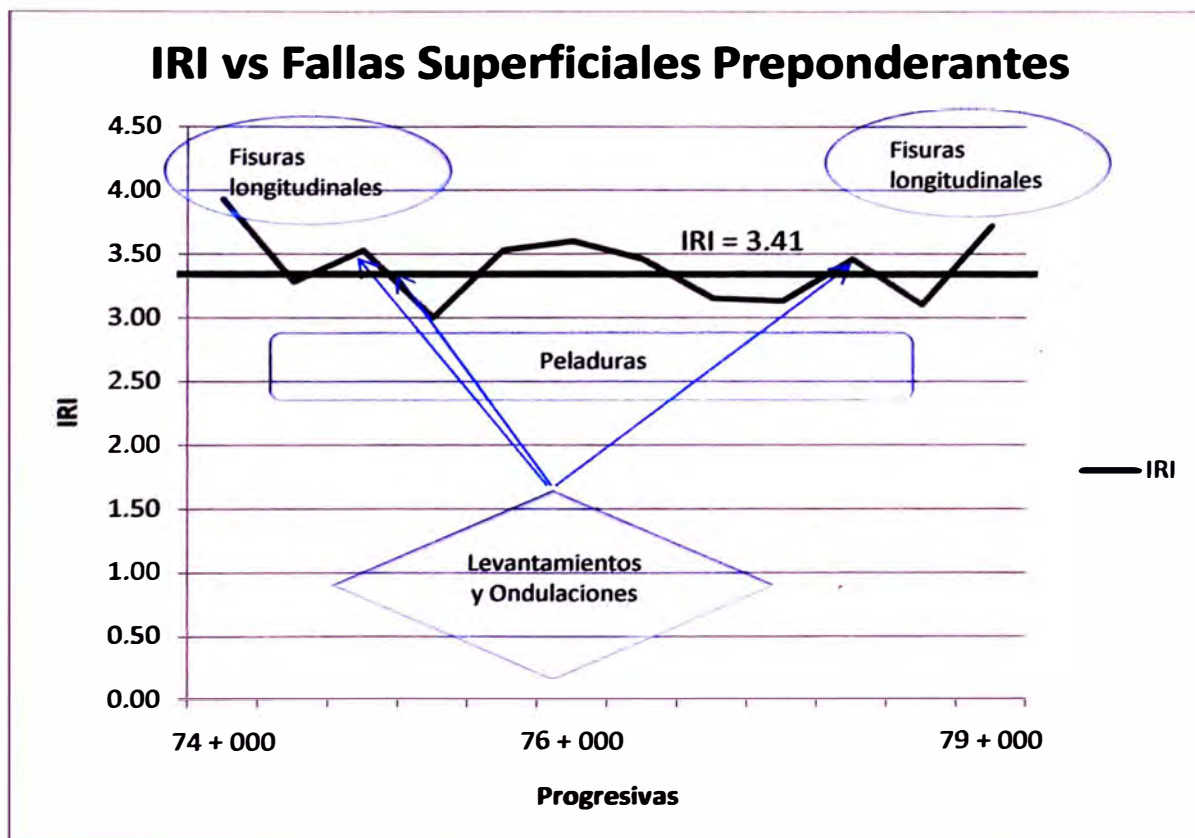
El tramo en donde se ha realizado el tratamiento con Slurry Seal estudiado, corresponde a las progresivas que se encuentran entre el Km 74+000 y el Km 79+000.

Las fallas que se presentan y afectan la serviciabilidad del pavimento son fisuras longitudinales muy finas, ondulaciones y/o levantamientos localizados en zonas críticas y puntuales, generalmente debido al paso de tuberías o canales por debajo de la vía, y algunas peladuras (muy ligeras) que no afectan la marcha de los vehículos. De todas estas, la más preponderante son las peladuras, ya que

las dos primeras se dan sólo en sitios puntuales y son de baja densidad en relación a la superficie de la vía.

En el cuadro adjunto se presenta el modelo de correlación del IRI con relación a las fallas superficiales del pavimento con tratamiento Slurry Seal.

Cuadro N° 5.11: Modelo de correlación de IRI vs fallas superficiales preponderantes en el tramo 74+000 – 79+000 con tratamiento Slurry Seal



Fuente: Elaboración propia

5.2.2 TRAMO CON TRATAMIENTO MONOCAPA + SLURRY SEAL

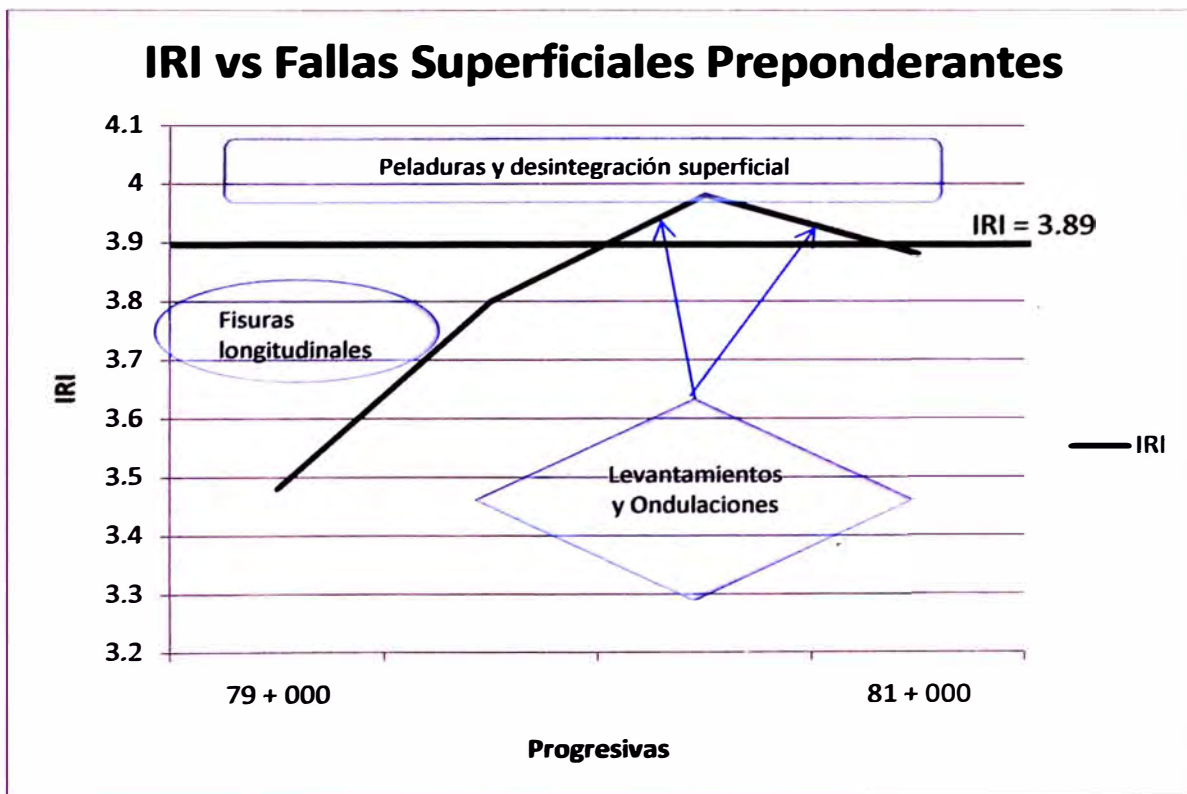
El tramo en donde se ha realizado el tratamiento monocapa y posteriormente un sellado con Slurry Seal estudiado, corresponde a las progresivas que se encuentran entre el Km 79+000 y el Km 81+000.

Las fallas que se observan en este tramo de la carretera afectando la serviciabilidad del pavimento son fisuras longitudinales muy finas, levantamientos y ondulaciones localizados en zonas críticas y puntuales, así como peladuras y la desintegración superficial debido a la falta de adherencia en

porciones medias. Ésta última falla (peladuras y desintegración superficial), es la que más se presenta y la que influye en los valores IRI en comparación con las dos primeras.

En el cuadro adjunto se presenta el modelo de correlación del IRI con relación a las fallas superficiales del pavimento con tratamiento monocapa + Slurry Seal.

Cuadro N° 5.12: Modelo de correlación de IRI vs fallas superficiales preponderantes en el tramo 79+000 – 84+000 con tratamiento monocapa + Slurry Seal



Fuente: Elaboración propia

5.2.3 FOTOGRAFÍAS DE LAS FALLAS SUPERFICIALES

A continuación se presentan algunas fotografías del tramo en estudio de la carretera en donde se pueden apreciar las fallas superficiales preponderantes mostradas en los gráficos de correlación de éstos con el IRI (Cuadros N° 5.9 y 5.10).

Las fotografías muestran su progresiva y la vista hacia donde está orientado, así como una breve descripción de la misma

Figura N° 5.2: Fotografía de la progresiva Km 74+000, vista hacia Cañete en el inicio del tramo estudiado.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 5.3: Fotografía de la progresiva Km 74+800, vista hacia Catahuasi, tratamiento con Slurry Seal en donde se observan fisuras longitudinales y peladuras



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 5.4: Fotografía de la progresiva 75+200, vista hacia Catahuasi, se aprecian levantamientos y ondulaciones debido al paso de una tubería de drenaje de pvc



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 5.5: Fotografía de la progresiva 78+000, vista hacia Catahuasi, tratamiento con Slurry Seal en donde se observan peladuras



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 5.6: Fotografía de la progresiva 78+400, vista hacia Cañete en donde se ven fisuras longitudinales



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 5.7: Fotografía de la progresiva 79+600, vista hacia Catahuasi, tratamiento monocapa + Slurry Seal en donde existe peladuras y desintegración superficial



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 5.8: Fotografía de la progresiva 80+000, vista hacia Chupaca, se aprecian peladuras y desintegración superficial



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 5.9: Fotografía de la progresiva 80+600, tratamiento monocapa + Slurry Seal, en donde se observa ondulaciones de la vía debido a la existencia de un sistema de drenaje



Fuente: Elaboración propia

5.3 MODELOS DE DETERIORO EN FUNCIÓN AL PSI Y AL PERIODO DE DISEÑO DEL PAVIMENTO

Los modelos de deterioro en función al PSI y al periodo de diseño del pavimento son de tipo empírico, en donde se ha recolectado información en el tiempo (datos presentados en el primer ítem del presente capítulo).

Se indica también que los modelos de deterioro presentados son de la segunda fase de una carretera, es decir, que han sido hechos después de una reparación importante de la vía y no al inicio de su vía útil.

Se mencionó anteriormente que el modelo de deterioro, en este caso, que se presenta en función de la serviciabilidad (PSI), que se encuentra en función de la rugosidad, es una progresión continua.

Como se explicó también en el capítulo 3, los modelos de comportamiento de la rugosidad pueden ser de manera exponencial o logarítmica, sin embargo, se toman los que crecen de manera exponencial porque en función al tiempo dan ecuaciones más confiables y reales que las que crecen de manera logarítmica.

En resumen, el modelo de correlación del IRI en función del tiempo está dado de la siguiente forma:

$$IRI = A e^{Bt} \dots\dots\dots (c)$$

En donde:

IRI: es el Índice de Rugosidad Internacional

t: tiempo o edad del pavimento

A,B: coeficientes

Los modelos de comportamiento en función al IRI y el tiempo se muestran primero con los datos obtenidos con el equipo MERLIN. Como sólo se tienen dos datos en el tiempo con éste equipo, se hace uso de los datos medidos por el convenio UNI-MTC con el equipo Bump Integrator, tomados en mayo del 2010. Con estos tres datos, se procede a asumir valores del IRI entre éstos tres datos en base a que a medida que pasa el tiempo el IRI va aumentando.

Para hallar los modelos de deterioro en función al PSI, se hacen en base a los modelos de comportamiento de la rugosidad (IRI), los cuales crecen de manera exponencial¹, y la ecuación de relación entre estos dos (ecuación b, del presente capítulo).

1 Explicado en el ítem 4.3.5 del presente informe de suficiencia. En donde por estudios anteriores se sugiere que la rugosidad crece de manera exponencial

5.3.1 MODELO DE DETERIORO EN EL TRAMO CON TRATAMIENTO SLURRY SEAL

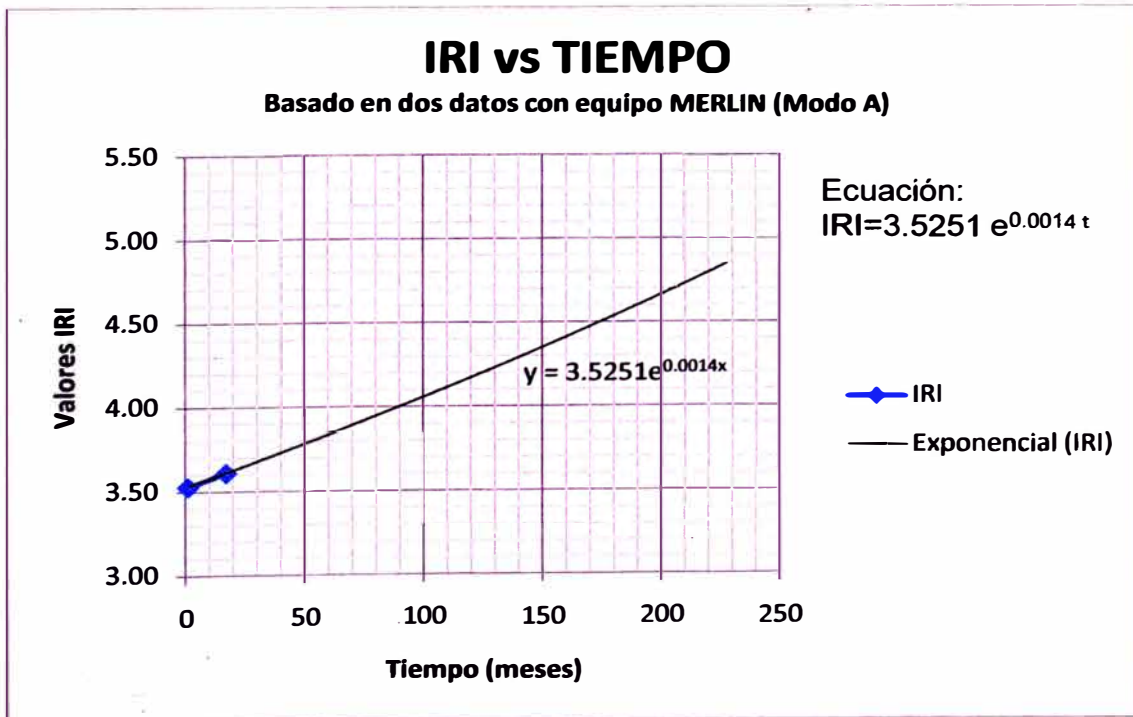
En base a los datos resumen emitidos en el primer ítem de este capítulo, se puede elaborar una curva de comportamiento del pavimento del IRI vs tiempo, y obtener una ecuación exponencial relativamente confiable, con los dos datos que se tienen en el tiempo y expresados en el cuadro N° 5.13., así como el uso de la ecuación (c), presentado en este capítulo.

Cuadro N° 5.13: Resumen de datos con equipo MERLIN a través del tiempo en el tramo Km 74+000 al Km 79+000 empleado en el carril derecho

CUADRO DE DATOS CON EQUIPO MERLIN		
TRAMO: KM 74+000 AL KM 79+000		
Fecha	Tiempo (meses)	Valores IRI
jun-09	0	---
jul-09	1	3.53
nov-10	17	3.61

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.14: Modelo de comportamiento IRI vs tiempo en el tratamiento con Slurry Seal, basándose en la medición de dos datos con equipo MERLIN



Ecuación: $IRI = 3.5251 e^{0.0014 t}$

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.15: Resumen de datos con equipo MERLIN y Bump Integrator a través del tiempo en el tramo Km 74+000 al Km 79+000 y valores asumidos entre estos datos

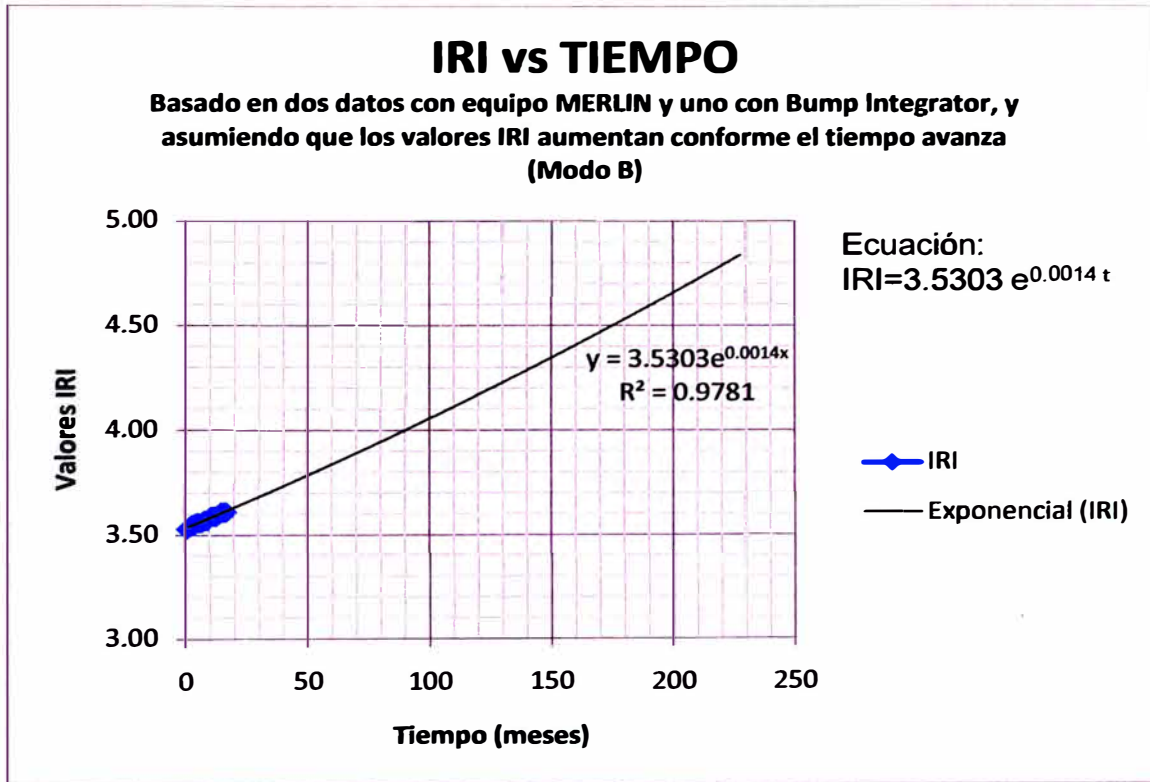
CUADRO DE DATOS - IRI		
TRAMO: KM 74+000 AL KM 79+000		
Fecha	Tiempo (meses)	Valores IRI
jun-09	0	---
jul-09	1	3.53
ago-09	2	3.54
sep-09	3	3.55
oct-09	4	3.55
nov-09	5	3.56
dic-09	6	3.56
ene-10	7	3.56
feb-10	8	3.57
mar-10	9	3.57
abr-10	10	3.58
may-10	11	3.59
jun-10	12	3.59
jul-10	13	3.59
ago-10	14	3.60
sep-10	15	3.61
oct-10	16	3.61
nov-10	17	3.61

Datos con equipo MERLIN y Bump Integrator

Datos asumidos en base a los datos reales con los equipos mencionados anteriormente, en donde se asume que los IRI van aumentando conforme el tiempo avanza

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.16: Modelo de comportamiento IRI vs tiempo en el tratamiento con Slurry Seal, basándose en la medición de tres datos y asumiendo valores IRI el cual va aumentando en el tiempo

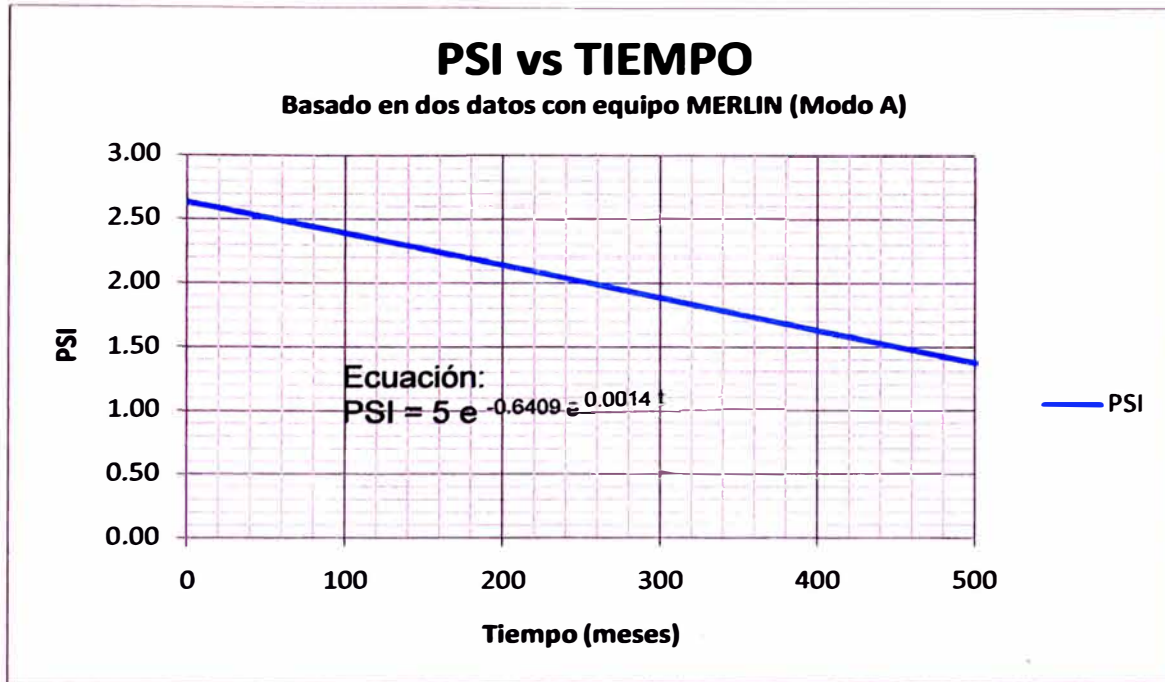


Ecuación: $IRI = 3.5303 e^{0.0014 t}$

Fuente: Elaboración propia

También para medir la serviciabilidad del pavimento, se elabora la curva de deterioro en función al PSI y una ecuación matemática que parte de la relación que tiene este indicador con el IRI (ecuación b, del presente capítulo).

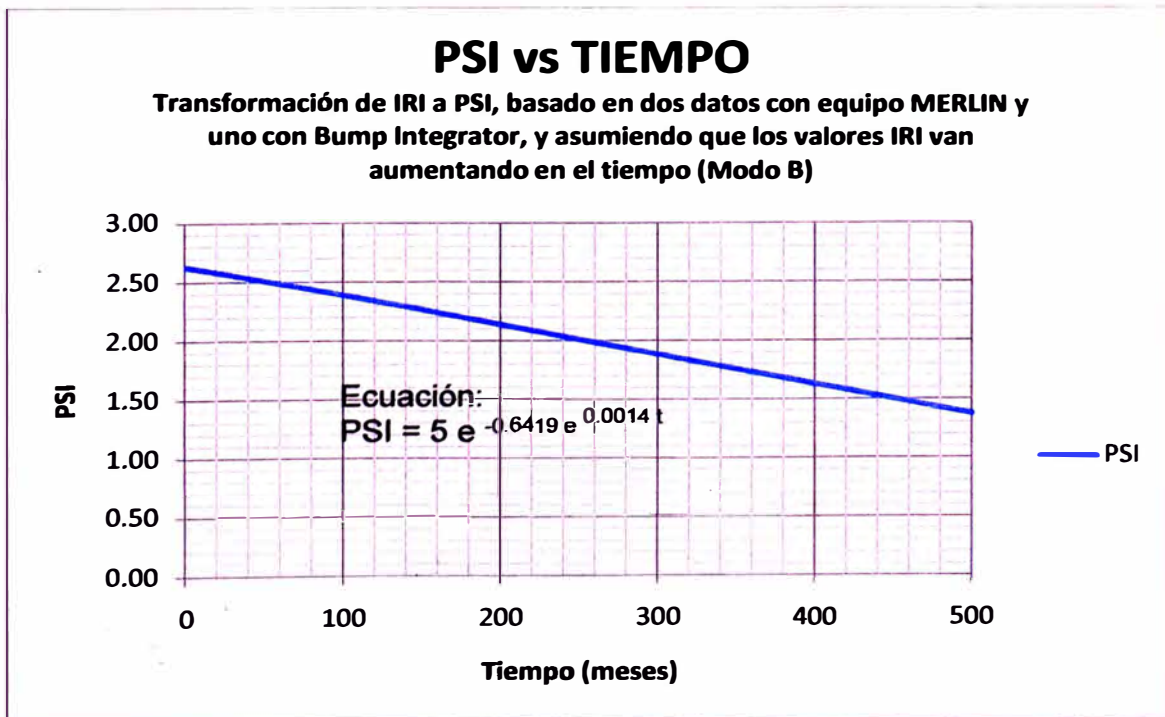
Cuadro N° 5.17: Modelo de deterioro del PSI vs tiempo en el tratamiento con Slurry Seal, basándose en la medición de dos datos con equipo MERLIN



Ecuación: $PSI = 5 e^{-0.6409 e^{0.0014 t}}$

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.18: Modelo de deterioro del PSI vs tiempo en el tratamiento con Slurry Seal. Transformación de IRI a PSI, basándose en la medición de tres datos y asumiendo valores IRI que van aumentando en el tiempo



Ecuación: $PSI = 5 e^{-0.6419 e^{0.0014 t}}$

Fuente: Elaboración propia

5.3.2 MODELO DE DETERIORO EN EL TRAMO CON TRATAMIENTO MONOCAPA

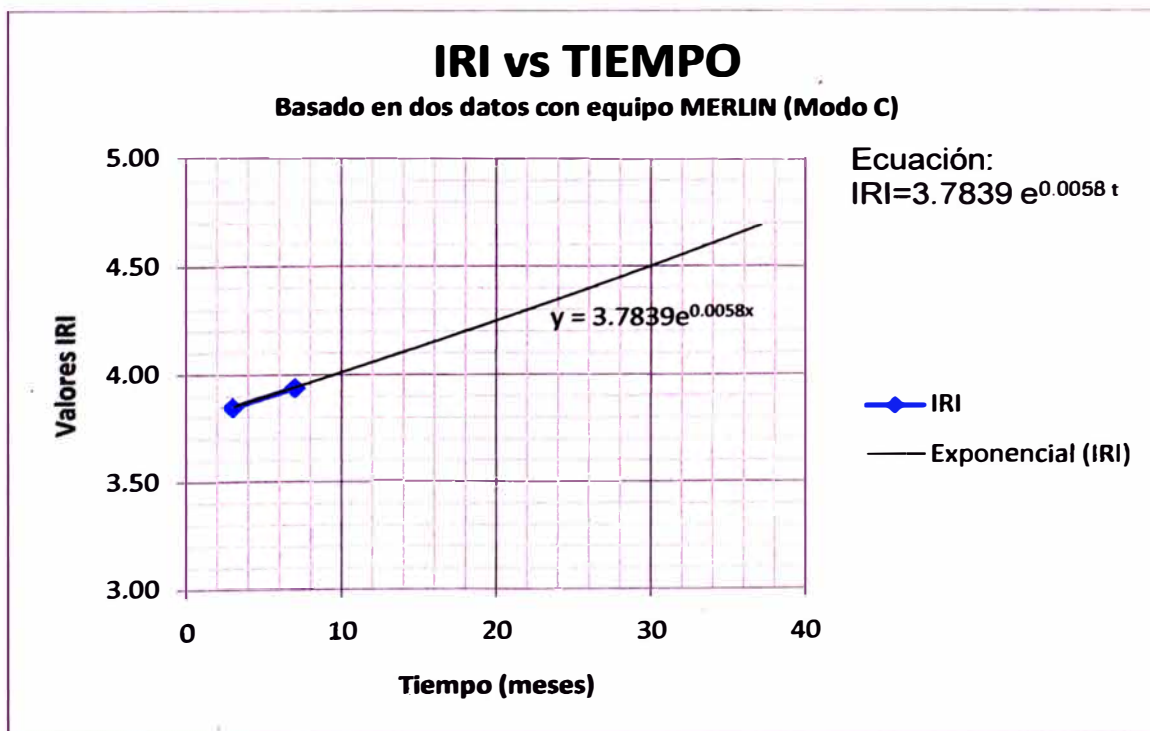
En base a los datos resumen emitidos en el primer ítem de este capítulo, se elabora una curva de comportamiento del IRI vs tiempo. En este caso, esta curva presenta una ecuación exponencial relativamente confiable, en base a la ecuación c, del presente capítulo.

Cuadro N° 5.19: Resumen de datos con equipo MERLIN a través del tiempo en el tramo Km 79+000 al Km 84+000 empleado en el carril derecho

CUADRO DE DATOS CON EQUIPO MERLIN TRAMO: KM 79+000 AL KM 84+000		
Fecha	Tiempo (meses)	Valores IRI
mar-09	0	---
jun-09	3	3.85
oct-09	7	3.94

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.20: Modelo de comportamiento IRI vs tiempo en el tratamiento con monocapa, basándose en la medición de dos datos con equipo MERLIN



Ecuación: $IRI = 3.7839 e^{0.0058 t}$

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.21: Resumen de datos con equipo MERLIN y Bump Integrator a través del tiempo en el tramo Km 79+000 al Km 84+000 y valores asumidos entre esos datos

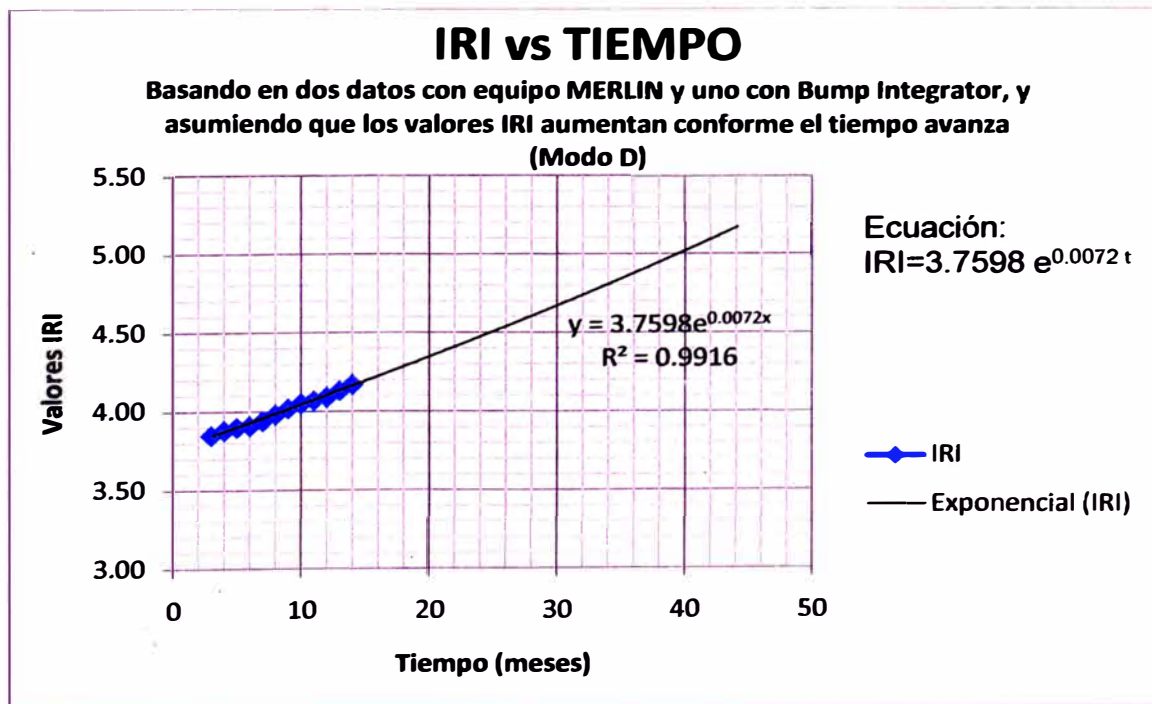
CUADRO DE DATOS - IRI		
TRAMO: KM 79+000 AL KM 84+000		
Fecha	Tiempo (meses)	Valores IRI
mar-09	0	---
jun-09	3	3.85
jul-09	4	3.88
ago-09	5	3.90
sep-09	6	3.91
oct-09	7	3.94
nov-09	8	3.98
dic-09	9	4.02
ene-10	10	4.05
feb-10	11	4.07
mar-10	12	4.09
abr-10	13	4.13
may-10	14	4.17

Datos con equipo MERLIN y Bump Integrator

Datos asumidos en base a los datos reales con los equipos mencionados anteriormente, en donde se asume que los IRI van aumentando conforme el tiempo avanza

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.22: Modelo de comportamiento IRI vs tiempo en el tratamiento con monocapa, basándose en la medición de tres datos y asumiendo valores IRI el cual va aumentando en el tiempo

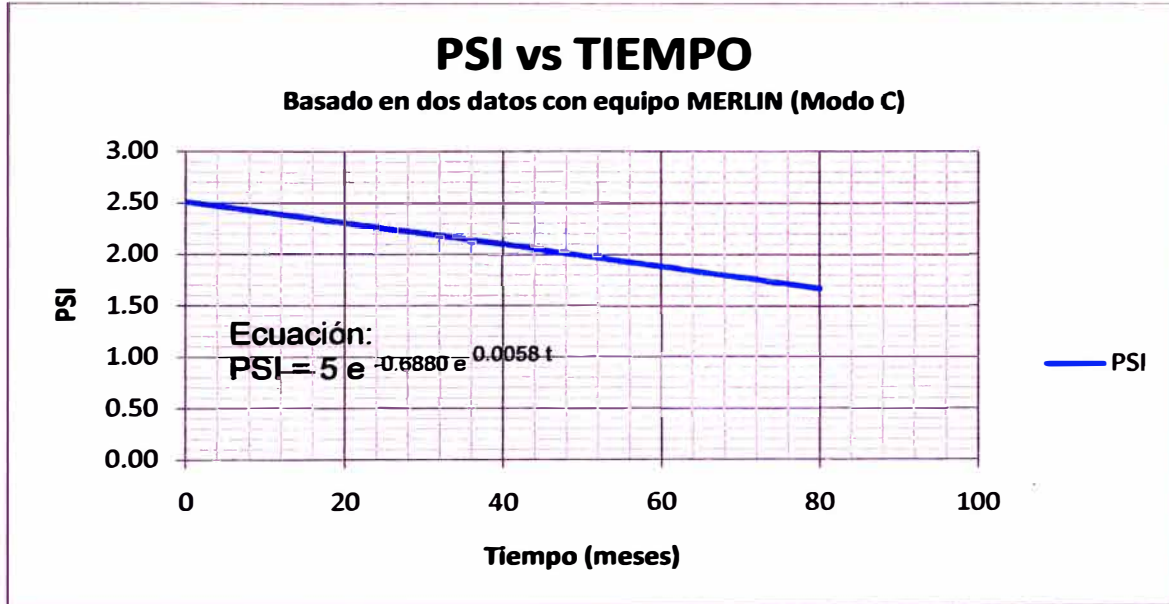


Ecuación: $IRI = 3.7598 e^{0.0072 t}$

Fuente: Elaboración propia

Para medir la serviciabilidad del pavimento, se muestra a continuación la curva de deterioro en función al PSI, acompañado de la ecuación matemática que se obtiene del IRI (utilizando la ecuación b del presente capítulo).

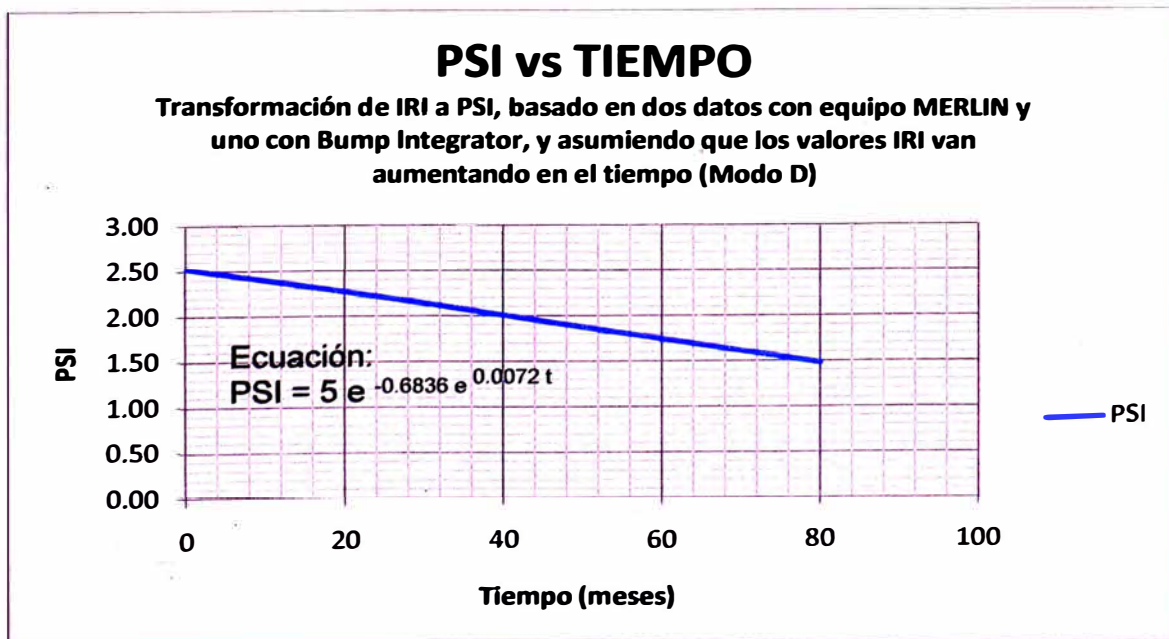
Cuadro N° 5.23: Modelo de deterioro del PSI vs tiempo en el tratamiento con monocapa, basándose en la medición de dos datos con equipo MERLIN



Ecuación: $PSI = 5 e^{-0.6880 e^{0.0058 t}}$

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.24: Modelo de deterioro del PSI vs tiempo en el tratamiento con monocapa. Transformación de IRI a PSI, basándose en la medición de tres datos y asumiendo valores IRI que van aumentando en el tiempo



Ecuación: $PSI = 5 e^{-0.6836 e^{0.0072 t}}$

Fuente: Elaboración propia

5.4 ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE CORRELACIÓN Y DETERIORO

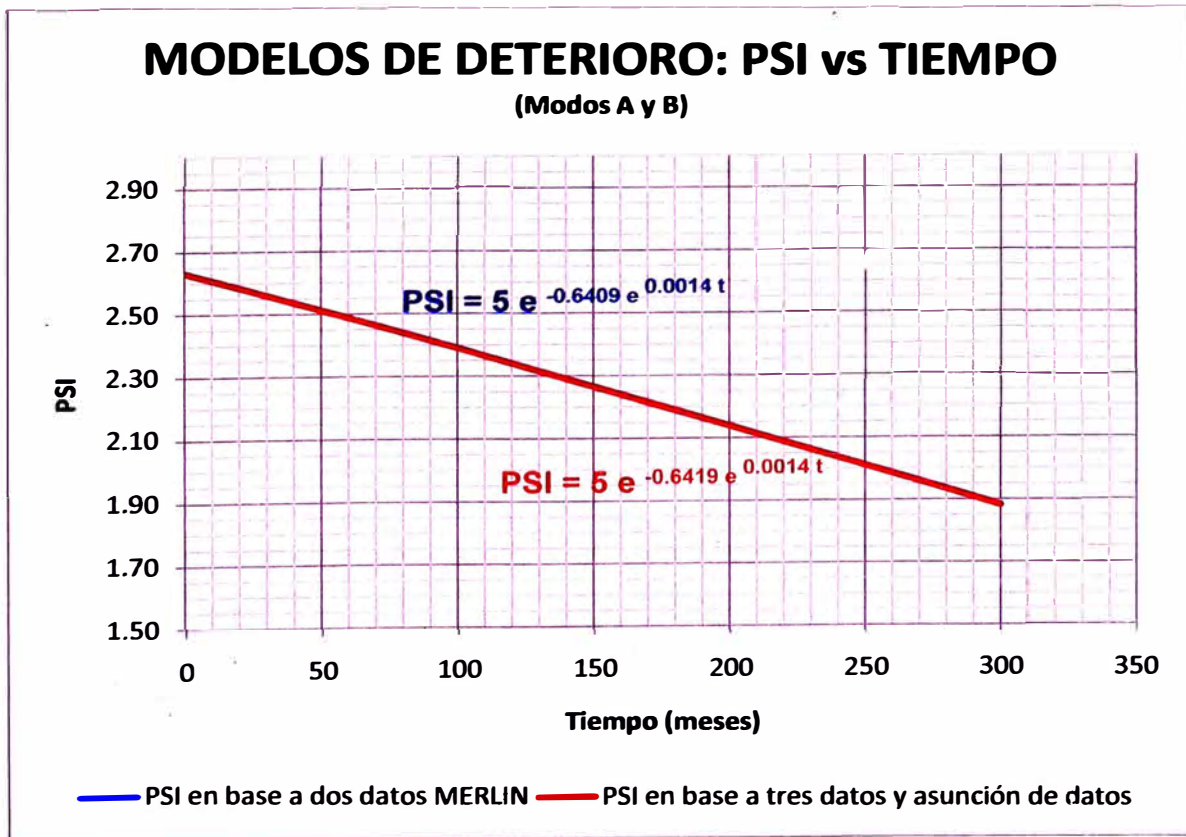
Este primer análisis se realizará en base a los tratamientos superficiales realizados en los diversos tramos de la carretera estudiada.

5.4.1 TRATAMIENTO SUPERFICIAL SLURRY SEAL

En casi 2 años de funcionamiento esta carretera con un tratamiento superficial de Slurry Seal presenta pocas fallas y su serviciabilidad está dentro de los parámetros de regular, lo cual puede hacer confortable la vía alrededor de unos 12.5 años de vida útil, en donde la serviciabilidad no debe perder su condición de regular ($PSI > 2.25$).

Las dos ecuaciones halladas son muy parecidas y presentan una separación imperceptible como se muestra en el gráfico, por lo que el empleo de cualquiera de éstas arrojan datos de PSI menores a 2.25 después de 12.5 años.

Cuadro N° 5.25: Gráfica de los dos modelos de deterioro del PSI vs tiempo superpuestos, en el tratamiento superficial slurry seal



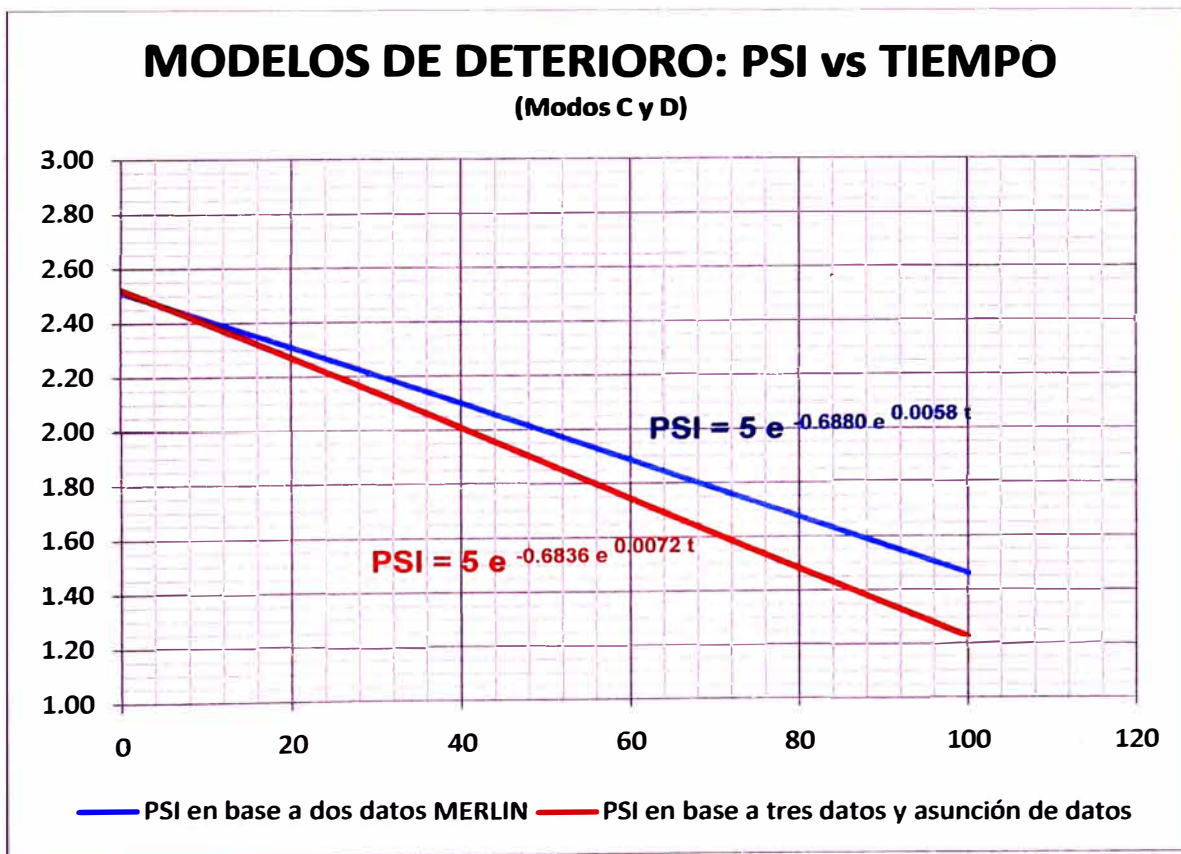
Fuente: Elaboración propia

5.4.2 TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA

A poco tiempo de su realización, el tratamiento monocapa presenta un índice de serviciabilidad regular – malo, por lo que su vida útil es baja. Se estima alrededor de 20 meses para llegar a tener una serviciabilidad mala (PSI < 2.25).

Las ecuaciones que se presentan difieren en forma mínima como se aprecia en el gráfico, sin embargo esta diferencia hace que una tenga una vida útil de serviciabilidad menor a 25 meses (modo c, con dos datos del equipo MERLIN), y la otra presente una vida útil de serviciabilidad menor a 21 meses (modo d, con tres datos y asumiendo que el IRI aumenta conforme el tiempo avanza).

Cuadro N° 5.26: Gráfica de los dos modelos de deterioro del PSI vs tiempo superpuestos, en el tratamiento superficial monocapa



Fuente: Elaboración propia

5.4.3 TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA + SLURRY SEAL

Sobre el tratamiento monocapa realizado se procedió a ejecutar una capa de Slurry Seal, ésta ha mejorado la serviciabilidad del pavimento, pero con el paso del tiempo, y antes del año de haber realizado el tratamiento presenta un PSI de 2.43, el cual es una serviciabilidad regular medio.

En la actualidad, con relación al tramo en donde solo se ha efectuado el Slurry Seal, presenta una cantidad mayor de fallas superficiales.

CONCLUSIONES

1. En función a la serviciabilidad del pavimento, se puede apreciar que el tratamiento con Slurry Seal es mejor que el tratamiento monocapa, y que ésta, en una estimación preliminar puede asegurar en esta vía una serviciabilidad de 12.5 años, de acuerdo a los factores geográficos, de tránsito y carga que envuelve esta zona.
2. El tratamiento con monocapa empleado inicialmente en las progresivas del Km 79+000 al Km 84+000 presentó déficit de serviciabilidad ($PSI = 2.44$ a los seis meses), según el modelo de deterioro presentado, lo cual conlleva a decir, que este tratamiento no permite llegar a un rendimiento de serviciabilidad aceptable a los cinco años. Se estima, según el modelo de deterioro, que este puede llegar a los 20 meses de serviciabilidad útil.
3. El tratamiento con Slurry Seal realizado sobre el tratamiento monocapa mejoró las índices de serviciabilidad de la vía, sin embargo, éstos no llegan a ser mejores que en el tramo en que se ha realizado sólo el tratamiento con Slurry Seal.
4. Se estima que un PSI aceptable de acuerdo al cuadro del ASSHO, en 1962 para esta vía, corresponde al rango de 2 a 3, que equivale a una categoría de regular. Para este caso se propone un valor aceptable del $PSI = 2.25$, lo cual es equitativo a un $IRI = 4.39$ m/km. Se asume que es aceptable porque al ser una vía de tercera categoría puede tener una serviciabilidad regular – media hacia adelante.
5. Para un IRI menor a 4.00 m/km, se puede apreciar que las fallas superficiales del pavimento no afectan el confort de rodadura a cierta velocidad. Por lo tanto, las fallas superficiales son menores y puntuales, brindando una serviciabilidad a la vía de regular, lo cual la hace transitable.

RECOMENDACIONES

1. Los modelos de deterioro resultan ser más confiables a medida que tienen mayor cantidad de datos que lo generen. En este caso, éstos se han basado en la medición de dos datos a través del tiempo con el MERLIN, por lo que esto no lo hace del todo confiable, debido a esto, se ha tomado un dato adicional (con Bump Integrator) y se han colocado valores IRI representativos entre los tres datos reales que se tienen, haciendo de esta manera un modelo de deterioro más confiable que el primero. Sin embargo, como a mayor cantidad de datos que se puedan tomar a través del tiempo, resultaría un modelo de deterioro más confiable, se recomienda realizar las mediciones por lo menos dos veces al año, la primera en una época anterior al periodo de lluvias y la otra, en una etapa posterior a las lluvias.
2. Para el tramo estudiado, Km 74+000 al Km 84+000, el tratamiento con Slurry Seal es el más recomendado para su uso. Además se estima que a través del tiempo el primer tramo (Km 74+000 – Km 79+000) presentará mejores valores de serviciabilidad que el segundo tramo (Km 79+000 – Km 84+000), por lo que se sugiere un seguimiento de estas medidas para comprobar esta hipótesis.
3. Se puede decir que un PSI aceptable para que la vía este en funcionamiento con un confort de serviciabilidad acorde a este tipo de carretera es de 2.25, equivalente a un IRI de 4.39 m/km., valores mayores a este IRI no son aptos para brindar un confort debido, sin embargo, es necesario realizar un seguimiento de mayores valores de IRI para ver si el pavimento sigue teniendo una serviciabilidad regular – medio.
4. Para un mejor acabado funcional del pavimento se puede mejorar la protección superficial del sello con el uso de algún aditivo. Particularmente se puede realizar esta mejora con el uso de un tratamiento con Fog Seal.

BIBLIOGRAFÍA

- Del Águila Rodríguez, Pablo, "Desarrollo de la ecuación de correlación para la determinación del IRI en pavimentos asfálticos nuevos usando el rugosímetro MERLIN". Ponencia X Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto, Sevilla, 1999
- Del Águila Rodríguez, Pablo, "Experiencia y resultados obtenidos en la evaluación de la rugosidad de más de 3000 km de pavimentos en el Perú y otros países". Ponencia X Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto, Sevilla, 1999
- Del Águila Rodríguez, Pablo, "Metodología para la determinación de la rugosidad de los pavimentos con equipo de bajo costo y gran precisión". Ponencia X Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto, Sevilla, 1999
- De Solminihac T, Hernán, "Gestión de Infraestructura Vial". Tercera Edición, Alfaomega Grupo Editor, Colombia, 2005
- De Solminihac T, Hernán, Hidalgo S., Priscila, Salgado T., Mauricio, Valdés F., Miguel "Calibración de modelos de comportamiento HDM de pavimentos asfálticos a las condiciones de Chile"
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, "Manual para la conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito". Volumen I, Lima, Perú, 2008
- Townsend Pinto, Edgardo, "Determinación de Umbrales de Rugosidad (IRI) Obtenido de Base de Datos de Caminos con Controles Receptivos". Dirección de Vialidad de Coquimbo
- <http://mtc.gob.pe>
- www.proviasnac.gob.pe

ANEXOS

ANEXO N° 01: Convenio firmado entre Provías Nacional y la UNI

ANEXO N° 02: Ayuda memoria: Programa Proyecto Perú

ANEXO N° 03: Resumen de valores de rugosidad medidos por el convenio MTC
– UNI

ANEXO N° 04: Archivo fotográfico

ANEXO N° 01:

Convenio firmado entre Provías Nacional y la UNI



CONVENIO DE COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL – PROVIAS NACIONAL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - UNI, PARA EL ACOMPAÑAMIENTO Y MONITOREO DE LOS TRABAJOS DE SERVICIO DE CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL N° 13: CAÑETE – LUNAHUANÁ – PACARÁN - CHUPACA (REHABILITACIÓN DEL TRAMO ZUÑIGA – DV. YAUYOS – RONCHAS)



CONVENIO DE COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL N° 018 -2008-MTC/20

Conste por el presente documento, el Convenio de Cooperación Interinstitucional que celebran de una parte el **PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**, con R.U.C. N° 20503503639, con domicilio legal en el Jr. Zorritos N° 1203, 3er. Piso, Cercado de Lima, debidamente representado por su Director Ejecutivo, Dr. Raúl Torres Trujillo, identificado con D.N.I. N° 07192012, designado mediante Resolución Ministerial N° 102-2007-MTC/01 publicada el 13 de Marzo del 2007, a quien en adelante se denominará **PROVIAS NACIONAL**; y de la otra parte, la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**, con R.U.C. N° 20169004359, con domicilio en Av. Túpac Amaru N° 210, distrito del Rímac, Provincia y Departamento de Lima, representado por el Decano de la Facultad de Ingeniería Civil por delegación según Resolución Rectoral N° 094 del 15 de enero de 2008, Dr. Jorge Elías Alva Hurtado, identificado con D.N.I. N° 07841488, a la que en lo sucesivo se denominará **LA UNI**; bajo los términos y condiciones siguientes:



CLAUSULA PRIMERA.- DE LA BASE LEGAL

- Constitución Política del Perú.
- Ley N° 27791, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Ley N° 23733, Ley Universitaria y sus modificatorias.
- Ley N° 28411, Ley General del Sistema Nacional de Presupuesto.
- Ley N° 29142, Ley del Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2008.
- Ley N° 27785, Ley Orgánica del Sistema Nacional de Control y de la Contraloría General de la República.
- Decreto Supremo N° 033-2002-MTC, crea el Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional – PROVIAS NACIONAL.
- Resolución Ministerial N° 011-2008-MTC/02, Aprueba el Manual de Operaciones de PROVIAS NACIONAL, y sus modificatorias.
- Resolución Ministerial N° 223-2007-MTC/02, del 10 de mayo de 2007, que crea el Programa "Proyecto Perú", modificada por Resolución Ministerial N° 408-2007-MTC/02, del 27 de julio de 2007.

CLAUSULA SEGUNDA.- DEFINICIONES

- 2.1 Las expresiones que se definen en el presente Convenio, tendrán el sentido que se les atribuye en el mismo, por lo tanto, cada vez que se utilicen en los Términos de Referencia o en los demás documentos de las Bases y del Contrato, son aplicables al texto de los mismos.
- 2.2 Los términos que no se hallen definidos expresamente, se entenderán de acuerdo con las definiciones contenidas en los siguientes documentos: (i) "Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras"; (ii) Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (DG-2000); (iii) "Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-





2000); (iv) "Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001)"; (v) "Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (EG-200)"; (vi) Legislación Vigente en relación a los Aspectos Socio Ambientales, políticas y prácticas ambientales del MTC; (vii) Resoluciones, directivas y demás normativa emitidas por las entidades del Sub Sector Transportes relacionados con aspectos técnicos de la conservación de infraestructura vial.

2.3 Definiciones generales.-

- **ADMINISTRADOR DE CONTRATO:** Funcionario de PROVIAS NACIONAL designado para realizar labores de coordinación, control y fiscalización del Contrato de Conservación Vial por Niveles de Servicio y actuando como nexo entre el Contratista y el Supervisor con PROVIAS NACIONAL.
- **ADJUDICACIÓN DE LA BUENA PRO:** Es la declaración que efectuará el Comité Especial determinando cuál de los postores ha presentado la mejor oferta en los términos y condiciones establecidos en las Bases, y que ha resultado ganador del Concurso Público.
- **AHUELLAMIENTOS:** Son hundimientos que se presentan en la franja o huella por donde circulan las ruedas de los vehículos. Se ocasionan por las deformaciones permanentes que producen en la estructura del pavimento las repeticiones de las cargas vehiculares. La medición de la profundidad máxima de ahuellamiento se realiza con una regla de 3,0 m de longitud, colocada perpendicularmente al eje de la vía y se expresa en milímetros (mm), o por medio de otros equipos como el transverso perfilógrafo o el equipo de medición láser.
- **BASES:** Son los documentos que contienen los requerimientos técnicos, la metodología de evaluación, los procedimientos y demás condiciones establecidas por PROVIAS NACIONAL para el desarrollo del proceso de selección del Postor y la ejecución del Contrato de Conservación por Niveles de Servicio, incluidos sus Formularios, Anexos, Apéndices y las Circulares que expida el Comité Especial, e incluyendo, los Términos de Referencia y la Pro forma del Contrato, en el marco de la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado y su Reglamento.
- **BASES INTEGRADAS:** Son las Bases definitivas del proceso de selección cuyo texto contempla todas las aclaraciones y/o precisiones producto de la absolución de consultas, así como todas las modificaciones y/o correcciones derivadas de la absolución de observaciones y/o del pronunciamiento del CONSUCODE; o, luego de transcurridos los plazos para dichas etapas, sin que los participantes las hayan formulado.
- **CALENDARIO DE EJECUCIÓN:** Es el documento en el que consta la programación mensual valorizada de la ejecución de las actividades y servicios de conservación en un Tramo o Corredor vial, el cual deberá presentarse en el plazo estipulado en el Contrato de Conservación Vial por Niveles de Servicio.
- **CALENDARIO DE TRABAJO:** Secuencia cronológica de las diferentes etapas, actividades y frentes de trabajo en los que el Postor organiza y desarrolla el Plan General de Trabajo.
- **COMITÉ ESPECIAL:** Es el Comité de PROVIAS NACIONAL designado mediante la Resolución Vice Ministerial correspondiente.
- **COMPROBANTE DE REGISTRO DE PARTICIPANTE:** Es el documento que entregará PROVIAS NACIONAL a cada participante al momento en que se registre al proceso (equivale a la "compra de las Bases").
- **CONCURSO PÚBLICO:** Es el proceso de selección regulado por las Bases y por la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado y su Reglamento, para la adjudicación del Contrato de Conservación Vial por Niveles de Servicio.

UNIVERSIDAD
FACULTAD

9 1



CONSERVACIÓN VIAL: Conjunto de actividades que se realizan, de forma continua y sostenida, periódica o permanente, para mantener en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen la vía y, de esta manera, garantizar que el transporte terrestre sea cómodo, seguro y económico. Comprende la conservación vial rutinaria, la conservación vial periódica, la gestión socio ambiental, la prevención y atención de emergencias y, la atención al usuario.

CONSERVACIÓN VIAL PERIÓDICA: conjunto de actividades que se ejecutan entre períodos, en general, de más de un año y que tienen el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores. Ejemplos de esta conservación son el tratamiento y renovación de la capa superficial y las reparaciones Menores de los diferentes elementos físicos. Asimismo, en los sistemas tercerizados de conservación vial se incluyen, además, actividades socio-ambientales, atención de emergencias viales ordinarias y de cuidado y vigilancia de la vía.

CONSERVACIÓN VIAL RUTINARIA: conjunto de actividades que se ejecutan permanentemente a lo largo de la vía y que se realizan diariamente con la finalidad principal de preservar todos los elementos viales con la mínima cantidad de alteraciones o de daños y en lo posible, conservando las condiciones que tenía después de la construcción, de la conservación periódica, de la rehabilitación o de la reconstrucción. Debe ser de carácter preventivo e incluye las actividades de limpieza de las obras de drenaje, el corte de la vegetación y las reparaciones menores de los defectos puntuales. Asimismo, en los sistemas tercerizados de conservación vial se incluyen, además, actividades socio-ambientales, de atención de emergencias viales menores y de cuidado y vigilancia de la vía.

CONSORCIO: Es el contrato asociativo por el cual dos (2) o más personas se asocian, con el criterio de complementariedad de recursos, capacidades y aptitudes, para participar como Postor en un Concurso Público conforme a las Bases y, eventualmente, contratar con el Estado. El Consorcio carece de personería jurídica independiente a la de sus miembros.

CONTRATISTA-CONSERVADOR: El proveedor que celebre un contrato con una Entidad, de conformidad con las disposiciones de la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado y su Reglamento.

CONVOCATORIA: Es el anuncio publicado en el SEACE convocando al proceso de selección de acuerdo a lo previsto en las Bases.

DECLARACIÓN JURADA: Manifestación escrita, presentada por el Postor en la que declara un hecho o asume un compromiso que se presume cierto para efectos del proceso de selección en el que se presenta, sin perjuicio de lo indicado en las Bases y del control posterior que efectúe la Entidad.

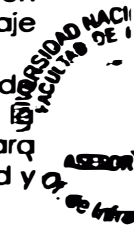
DERECHO DE VÍA: Es la faja de territorio de dominio público del Estado o en proceso de adquisición por parte de éste, dentro del cual se encuentra la carretera, sus accesos o servicios complementarios, tales como obras de arte, drenaje, muros de contención, señalización, veredas, puentes; los servicios y zonas de seguridad y las previsiones para futuras obras de ensanche y mejoramiento.

DOMICILIO LEGAL: Es la dirección física del lugar cierto y verificable que deberán constituir las partes donde serán válidas todas las notificaciones que se cursen con ocasión del Contrato.

ELEMENTOS VIALES: Es el conjunto de componentes físicos de la vía: superficie de rodadura, bermas y/o franjas laterales, puentes, túneles, obras de arte y drenaje, señalización, elementos de seguridad vial, entorno, medio ambiente y otros.



- **EMERGENCIA VIAL:** Daño imprevisto que experimenta la vía por causa de las fuerzas de la naturaleza o de la intervención humana, y que obstaculiza o impide la circulación de los usuarios de la Vía.
- **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL-EIA:** Es una herramienta técnica y legal que se realiza con el fin de identificar y evaluar las consecuencias o alteraciones ambientales que se pueden generar con la ejecución del servicio de conservación vial, sobre el medio físico, biológico, socioeconómico y cultural, y que establece así mismo, las acciones de prevención y mitigación orientadas a preservar las condiciones del medio.
- **FISURAS Y GRIETAS:** Son hendiduras o rajaduras que se manifiestan en la superficie de rodadura y, se ocasionan por diversas causas como la fatiga del pavimento debido a la repetición de cargas, a las condiciones climáticas y a las características de los materiales que constituyen el pavimento. La cuantificación se realiza midiendo las áreas fisuradas o agrietadas y se determina en porcentaje del área fisurada o agrietada con respecto al área total del sector en análisis.
- **GESTIÓN DE CONSERVACIÓN VIAL:** Comprende la realización de un conjunto de actividades integradas tales como la definición de políticas, la planificación, la organización, el financiamiento, la ejecución, el control y la operación, para lograr una conservación vial que asegure la economía, la fluidez, la seguridad y la comodidad de los usuarios viales.
- **GUÍA DE PROCEDIMIENTOS:** Conjunto de instrucciones que tiene por finalidad facilitar el logro de los objetivos sustanciales del Proyecto. Herramienta para la mejor administración de un Convenio o Contrato.
- **INFORME MENSUAL:** Es el documento que elaborará el Contratista mensualmente, mediante el cual dejará constancia de las actividades, trabajos y obras ejecutadas, y el gasto realizado durante el período.
- **PATRIMONIO VIAL:** Valor económico de la infraestructura vial del país, del cual se esperan beneficios para generaciones presentes y futuras.
- **PLAN DE MANEJO AMBIENTAL:** Constituye el aspecto principal del EIA y contiene un conjunto estructurado de medidas destinadas a evitar, mitigar, restaurar o compensar los impactos ambientales negativos previsible identificados, con ocasión de la actividad vial. Las medidas técnicas de mitigación de impactos que se proponen, están conceptual y legalmente apoyadas en los instrumentos técnicos y normativos nacionales para la actividad, así como a potenciar los impactos positivos, reducir o eliminar los negativos y compensar las pérdidas que se podrían ocasionar por el desarrollo de los servicios de conservación.
- **PLAN GENERAL DE TRABAJO:** Enfoque y propuesta del Postor que expresa cómo interpreta y cómo prestará el servicio de conservación vial materia de una convocatoria.
- **POSTOR:** Es la persona natural, jurídica o consorcio legalmente capacitado que participa en un proceso de selección desde el momento en que presenta su propuesta, sometiéndose a lo establecido en las Bases.
- **PRO FORMA DE CONTRATO:** Es el modelo o proyecto de contrato a suscribirse entre Provias Nacional y el postor ganador de la buena pro y que forma parte de las Bases.
- **PROPUESTA:** Es la documentación que presentan los postores en el correspondiente proceso de selección de acuerdo con las indicaciones de las Bases de cada proceso. Expresión referida indistintamente a la Propuesta Económica o a la Propuesta Técnica.
- **PROPUESTA ECONÓMICA:** Es la oferta económica del Postor que se presenta conforme a lo establecido en las Bases.
- **PROPUESTA TÉCNICA:** Es el conjunto de documentos que presentará el Postor conforme a lo establecido en las Bases.





- **PROVEEDOR:** La persona natural o jurídica que vende, suministra o arrienda bienes, presta servicios generales o de consultoría o ejecuta obras.
 - **PROYECTISTA:** El Consultor que ha elaborado los estudios o la información técnica del objeto del proceso de selección.
 - **PUNTO CRÍTICO:** Sectores de la carretera que por razones de fallas geológicas o por la geografía de la zona, no se pueda cumplir con lo requerido por la Entidad. Estos sectores serán evaluados independientemente, pudiéndose generar adicionales si así lo considera la Entidad.
 - **RED VIAL NACIONAL:** Constituida por la red de carreteras de las categorías primaria, pavimentadas y no pavimentadas, clasificadas según el Decreto Supremo No 09-95- MTC y otras normas complementarias.
 - **RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN:** Consiste en la ejecución de los Estudios de Tráfico, Estudios de Origen Destino e Inventario Vial Calificado, que serán reportados anualmente como parte de las obligaciones contractuales.
 - **REPARACIÓN MENOR:** Son trabajos selectivos de poca dimensión en zonas específicas o puntuales, tanto en la calzada como en los demás elementos de la vía.
 - **REPRESENTANTE LEGAL:** Es la persona natural residente en el Perú designada como tal por el Postor.
 - **RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO:** Es un parámetro para evaluar la fricción entre las llantas de un vehículo y la superficie de rodadura de la vía. Su medición se realiza mediante equipos especificados como el péndulo del TRRL (Transportation Research Laboratory).
 - **RUGOSIDAD:** Es un parámetro que permite evaluar el estado de la superficie de rodadura del pavimento desde el punto de vista de irregularidades, deformaciones y ondulaciones. La medida de la rugosidad cuantifica las variaciones del perfil longitudinal de dicha superficie. La unidad de medida de la rugosidad es el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), expresado en metros por kilómetro y se determina por medio de un rugosímetro patronado y aceptado de acuerdo con las prácticas de la ingeniería vial. El Contratista medirá el IRI una vez al año y servirá para llevar una estadística del comportamiento del pavimento.
 - **SEGURIDAD VIAL:** Conjunto de acciones orientadas a incrementar el margen de seguridad de los usuarios de las vías, para reducir impactos sociales de los accidentes de tránsito.
 - **SOLUCIÓN BÁSICA:** Conjunto de acciones orientadas a mejorar la transitabilidad en las vías no pavimentadas, consiste en la intervención de la plataforma de la carretera adicionándole material granular estabilizado recubierto bitumen, adicionalmente se deben ejecutar mejoras puntuales en el drenaje, no se realizarán mejoras en la geometría de la misma.
 - **SUPERVISOR:** Es el servidor de la Entidad o consultor externo (persona natural o jurídica) a quien o quienes se encargue la supervisión de la correcta prestación del servicio.
 - **TÉRMINOS DE REFERENCIA:** Descripción, elaborada por Provías Nacional, de las características técnicas y de las condiciones en que se ejecutará la prestación de servicios y de consultoría.
 - **TRANSITABILIDAD:** Condición física de la vía que permite la circulación vehicular.
 - **VÍA:** Carretera o camino existente en el territorio nacional, perteneciente al dominio público -cualquiera sea el estado en que se encuentre- que está destinado al uso público, y en especial al tránsito vehicular.
- USUARIOS VIALES:** son los transportadores de carga y de pasajeros que circulan cotidianamente; los particulares, los productores del sector agropecuario, turístico, comercial e industrial; los agentes de los sectores de la salud, educación y vivienda; las autoridades gubernamentales del orden nacional, regional y local

UNIVERSIDAD NACIONAL

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE



y la comunidad en general que utiliza la vía para la movilización a través de diferentes vehículos.

- **ZONA DE PROPIEDAD RESTRINGIDA:** Faja dispuesta a cada lado del Derecho de Vía, referida a la prohibición de ejecutar construcciones permanentes que afecten la seguridad o visibilidad y que dificulten ensanches futuros. El ancho de la faja de propiedad restringida lo fija la autoridad competente conforme a normas establecidas.

CLÁUSULA SEGUNDA.- DE LOS ANTECEDENTES

- 2.1 Mediante Decreto Supremo N° 033-2002-MTC, publicado el 12 de julio de 2002, se creó PROVIAS NACIONAL, como unidad ejecutora del Pliego Ministerio de Transportes y Comunicaciones, adscrito al Despacho del Viceministro de Transportes, de carácter temporal, con autonomía técnica, administrativa y financiera, encargado de las actividades de preparación, gestión, administración y ejecución de proyectos de infraestructura de transporte relacionada a la Red Vial Nacional, así como la planificación, gestión y control de las actividades y recursos económicos que se emplean para el mantenimiento y seguridad de las carreteras y puentes de la Red Vial Nacional.

De conformidad con el Manual de Operaciones de PROVIAS NACIONAL, aprobado por Resolución Ministerial N° 011-2008-MTC/02, del 04 de enero de 2008, PROVIAS NACIONAL tiene por finalidad la construcción, rehabilitación y mejoramiento; así como la preservación, conservación, mantenimiento y operación de la infraestructura de transporte relacionada a la Red Vial Nacional para adecuarla a las exigencias del desarrollo y de la integración nacional e internacional. En este sentido, tiene como función, entre otras, la de conducir la ejecución y supervisión de obras de infraestructura de la Red Vial Nacional, en el ámbito de su competencia. A tal efecto, se encuentra facultado para celebrar convenios y contratos dentro del ámbito de su competencia.

- 2.2 Por Resolución Ministerial N° 223-2007-MTC/02, del 10 de mayo de 2007, modificada por Resolución Ministerial N° 408-2007-MTC/02, del 27 de julio de 2007, se crea el Programa "Proyecto Perú", adscribiéndose el mismo a PROVIAS NACIONAL, con la finalidad de mejorar las condiciones de las vías de integración de corredores económicos, conformando ejes de desarrollo sostenido para permitir un nivel elevado de competitividad de las zonas rurales.
- 2.3 Con fecha 27 de diciembre de 2007, PROVIAS NACIONAL y el CONSORCIO DE GESTION DE CARRETERAS (Ingenieros Civiles y Contratistas Generales SA – Corporación Mayo SAC – Empresa de Mantenimiento Vial La Marginal SRL) suscribieron el Contrato de Conservación Vial N° 288-2007-MTC/20, para el servicio de conservación vial por niveles de servicio del Corredor Vial N° 13: Cañete – Lunahuaná – Pacarán - Chupaca (incluso la rehabilitación del Tramo Zuñiga – Dv. Yauyos – Ronchas)
- 2.4 LA UNI, por su parte, es una persona jurídica de derecho público interno, con autonomía normativa, económica, administrativa y académica. Así mismo es una comunidad educativa; de carácter nacional, científico y democrático, constituida por docentes, discentes, graduados y no docentes. Se dedica al estudio, la investigación, la enseñanza, la transmisión, la difusión y la reproducción del conocimiento y la cultura, a su proyección y extensión sociales y a la producción de bienes y servicios para servir al permanente desarrollo económico-social y al bienestar material y espiritual de los pueblos del Perú.



Dentro de sus fines, la extensión universitaria es una función básica orientada al desarrollo, conciliación, consolidación y difusión en la comunidad nacional del patrimonio cultural, artístico y científico de los pueblos del Perú y del mundo. La extensión universitaria se realiza en tres niveles: a) Extensión cultural, b) Cursos de capacitación y c) Producción de bienes y prestación de servicios; siendo esta última una actividad desarrollada por la proyección social con el fin de integrarse a la colectividad, crear conciencia sobre la realidad nacional y su proceso histórico social.

CLAUSULA TERCERA.- DEL OBJETO DEL CONVENIO

- 3.1 El objeto del presente Convenio es implementar un sistema de acompañamiento y monitoreo del contrato de conservación vial por niveles de servicio N° 288-2007-MTC/20 que PROVIAS NACIONAL ha contratado respecto del Corredor Vial N° 13: Cañete – Lunahuaná – Pacarán - Chupaca (incluso la rehabilitación del Tramo Zuñiga – Dv. Yauyos – Ronchas). De conformidad con los Términos de Referencia del presente Convenio.
- 3.2 Lo que es objeto de este Convenio se denominará **EL PROYECTO**
- 3.3 El Corredor Vial N° 13: Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Chupaca, se denominará **CORREDOR VIAL 13**
- 3.4 Para los fines del presente Convenio, **EL PROYECTO** implica:
- (i) El monitoreo de los trabajos de servicio de Conservación Vial del CORREDOR VIAL 13 en toda su extensión;
 - (ii) La realización de una norma técnica de diseño que contemple el comportamiento en el tiempo de los pavimentos básicos, soluciones tecnológicas, soluciones básicas o sea cual fuera la denominación final que se adopte;
 - (iii) La difusión y uso de las nuevas tecnologías; y,
 - (iv) La formación de especialistas en la materia a través de maestrías y/o doctorados.

CLÁUSULA CUARTA.- COSTO, FINANCIAMIENTO, FORMA DE ENTREGA DEL FINANCIAMIENTO Y SUPERVISIÓN DEL PROYECTO

- 4.1 La implementación del presente Convenio tiene un costo de S/. 5 000 106,30 (CINCO MILLONES CIENTO SEIS Y 30/100 NUEVOS SOLES), incluido IGV, que se desagrega en los componentes que se describen en los Anexos 1 y 2, que forman parte integrante del presente Convenio.
- 4.2 El financiamiento del costo de implementación del presente Convenio corresponde a PROVIAS NACIONAL.
- 4.3 La entrega del financiamiento a LA UNI, será trimestral y se hará efectiva dentro de los quince días siguiente al término de cada trimestre, previa conformidad de la Entidad. PROVIAS NACIONAL podrá, en coordinación con LA UNI, disponer la entrega de un adelanto hasta por 8.33 % del monto del convenio al momento de su suscripción o dentro del primer trimestre después de suscrito, a criterio y en función a la efectiva disponibilidad de la Entidad. De optarse por la entrega del adelanto LA UNI deberá garantizarlo en su integridad, mediante Carta Fianza



El adelanto será amortizado en cada pago mensual durante la vigencia del Convenio.

La garantía por adelanto se ejecutará en caso LA UNI no la hubiere renovado antes de la fecha de su vencimiento o en caso de resolución del Convenio, por el saldo no amortizado. Contra dicha ejecución, LA UNI no tiene derecho a interponer reclamo alguno y deberá entenderse amortizado el adelanto otorgado.

La estructura programática otorgada mediante Informe No. 0885-2008-MTC/20.4, emitida por la Oficina de Programación, Evaluación e Información, de la disponibilidad presupuestal para el presente convenio es la siguiente:

DETALLE	TOTAL	2008	2009	2010	2011	2012	2013
CONVENIO DE COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL - UNI	5.000.106,30	416.675,53	1.000.021,26	1.000.021,26	1.000.021,26	1.000.021,26	583.345,74

UNIDAD EJECUTORA : 007 PROVIAS NACIONAL
FUNCION : 16 TRANSPORTES
SECTOR : 36 TRANSPORTE Y COMUNICACIONES
PLIEGO : 036 MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACION
FUENTE DE FINANCIAMIENTO : 1-00 RECURSOS ORDINARIOS
FUNCION : 016 TRANSPORTE
PROGRAMA : 052 TRANSPORTE TERRESTRE
SUBPROGRAMA : 0143 CONSERVACION DE CARRETERAS
ACTIVIDAD : 1000111 CONSERVACION DE CARRETERAS
COMPONENTE : 3118787 SERVICIO DE CONSERVACION VIAL
META : 00010 MONITOREO DE NIVELES DE SERVICIO
CORREDOR VIAL NO. 13 CAÑETE-LUNAHUANA
MNEMONICO : 0660
ESPECIFICA DE GASTO : 5.3.11.33 SERVICIO DE CONSULTORIA S/. 416 675,53

CLAUSULA QUINTA.- DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO Y SU SUPERVISIÓN

- 5.1 La implementación de EL PROYECTO se desarrollará considerando los objetivos (central y específicos), misión, visión, recursos humanos y académicos, reportes y producto final propuestos por LA UNI y que forma parte del presente Convenio.
- 5.2 Para efectos de determinar los plazos específicos en que LA UNI deberá efectuar la entrega de los informes mensuales, de los sub productos y de los productos finales resultantes del Convenio; así como, para determinar los mecanismos, plazos y procedimientos para su revisión, observación y aprobación por parte de PROVIAS NACIONAL, se elaborará GUÍA DE PROCEDIMIENTOS.

LA UNI propondrá, dentro del primer mes de suscrito el Convenio, la GUÍA DE PROCEDIMIENTOS que incluya los aspectos señalados en el párrafo precedente y todos aquellos que sean necesarios para el adecuado desarrollo del Convenio. PROVIAS NACIONAL procederá a su revisión, modificación, complementación y acordará su texto final con LA UNI; a falta de acuerdo, corresponde a PROVIAS NACIONAL establecer y aprobar la GUÍA DE PROCEDIMIENTOS.

Durante el desarrollo del Convenio la GUÍA DE PROCEDIMIENTOS puede ser modificada, por mutuo acuerdo, siempre que no altere el sentido u objeto del Convenio, el monto del financiamiento u otra característica esencial. A falta de acuerdo, corresponde a PROVIAS NACIONAL establecer, aprobar y comunicar las modificaciones pertinentes.



- 5.3 La Supervisión de la adecuada implementación de EL PROYECTO estará a cargo de PROVIAS NACIONAL, a través de su Oficina de Proyectos Especiales, la que establecerá el mecanismo y designará a los servidores de la propia Oficina y/o de la Unidad Zonal correspondiente, que efectuarán la supervisión en forma directa.

CLAUSULA SEXTA.- DE LAS OBLIGACIONES DE LAS PARTES

6.1 DE PROVIAS NACIONAL

- (i) Brindar las facilidades necesarias para la adecuada implementación del Convenio.
- (ii) Financiar la implementación de EL PROYECTO y entregar el estipendio en la oportunidad y por las cantidades que correspondan.
- (iii) Entregar el adelanto en la oportunidad en que se coordine y/o dentro del primer trimestre de implementación del Convenio.
- (iv) Informar y coordinar con el CONTRATISTA-CONSERVADOR, y con las autoridades locales beneficiarias del servicio de conservación vial en el CORREDOR VIAL 13, sobre los objetivos y alcances del Convenio.
- (v) Supervisar la adecuada ejecución del Convenio.

6.2 DE LA UNI:

- (vii) Designar al personal técnico y administrativo establecido en su propuesta para la implementación del Convenio, asumiendo respecto de éste, todas las responsabilidades y atribuciones que le corresponden como empleador de los mismos.
- (viii) Tratándose de una actividad académica de investigación y desarrollo tecnológico, deberá seleccionarse a personal vinculado académicamente a LA UNI.
- (ix) Asegurar la presencia permanente del personal técnico y administrativo en el CORREDOR VIAL 13.
- (x) Coordinar con el Supervisor designado por PROVIAS NACIONAL, y a través de su Jefe de Proyecto, el desarrollo de las actividades a realizar.
- (xi) Acatar las disposiciones que se impartan en campo por el Supervisor designado por PROVIAS NACIONAL; quien tendrá plena autoridad para suspender las actividades del Convenio cuando a su solo criterio puedan interrumpirse o alterarse las actividades propias del contrato de conservación vial, se encuentre en riesgo la vida o seguridad de las personas o en general resulte conveniente para el normal desarrollo del citado contrato.
- (xii) Reemplazar al personal en caso que su desempeño, a criterio del Supervisor designado por PROVIAS NACIONAL, no sea el esperado de acuerdo con los términos del Convenio.
- (xiii) Reemplazar o sustituir al personal asignado, cuando a criterio del Supervisor, la conducta personal, trato o relación de éste con el personal de PROVIAS NACIONAL, del CONTRATISTA - CONSERVADOR o de las autoridades de las localidades beneficiarias del CORREDOR VIAL 13 no fuera correcto.
- (xiv) Otras que fluyan de los Términos de Referencia y de su Propuesta.

CLAUSULA SÉTIMA.- INFORMES, PRODUCTOS y LIQUIDACIÓN DEL CONVENIO

- 7.1 Los productos a entregar por LA UNI, serán informes mensuales, informes semestrales, informes anuales y un Manual de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito de la Red Vial Nacional "Pavimentos Básicos" debidamente ensayado, estudiado, actualizado y validado, que implica la evaluación de diseños, pruebas y controles sobre diversas



posibilidades de pavimentos asfálticos, controlando variables previamente definidas por las partes.

7.2 Para tal fin LA UNI elaborará y entregará los siguientes tipos de productos:

- (i) Informes mensuales que deberán contar con la aprobación de PROVIAS NACIONAL.
- (ii) Informes semestrales (6 meses) que deberán contar con la aprobación de PROVIAS NACIONAL.
- (iii) Informes anuales que deberán contar con la aprobación de PROVIAS NACIONAL.
- (iv) Al cabo del tercer año y así cada año se entregará un proyecto de manual para ser revisado; los mismos que serán evaluados y de ser el caso aprobados por PROVIAS NACIONAL.
- (v) Al término del Convenio o al quinto año de su ejecución se entregará una Memoria de la Investigación, que será el compendio de los informes anuales y semestrales y el Manual de Pavimentos Asfálticos para Vías de Baja Intensidad de Tráfico.
- (vi) Conjuntamente con la presentación de la Memoria de la Investigación, LA UNI presentará su Liquidación del Convenio, para la revisión y de ser el caso, aprobación de PROVIAS NACIONAL.

En cualquier caso, los informes o productos esperados del Convenio deber resultar de la concordancia entre lo previsto en los Términos de Referencia y la propuesta presentada por LA UNI.

CLAUSULA OCTAVA.- DE LAS MODIFICACIONES

- 8.1 El presente Convenio podrá ser modificado, ampliado o reducido en sus alcances y obligaciones, mediante Adendas que serán suscritas por las partes de común acuerdo, a solicitud de cualquiera de ellas.
- 8.2 Las modificaciones que las partes decidas introducir al presente Convenio podrán, incluso, ampliar el ámbito de actividades a desarrollar por LA UNI, en cuyo caso se revisará el presupuesto a fin de reajustarlo, de ser necesario.
- 8.3 Para que cualquier modificación resulte válida y exigible, debe estar técnicamente justificada y contar, de ser el caso, con la disponibilidad presupuestal expresamente otorgada.

CLAUSULA NOVENA.- DE LA VIGENCIA Y PLAZO

La vigencia del presente Convenio es de cinco (5) años y regirá desde el día siguiente de su suscripción, hasta la conclusión de la ejecución del Proyecto, su liquidación y la respectiva entrega de la norma técnica.

Su vigencia podrá ser prorrogada de común acuerdo.

CLAUSULA DÉCIMA.- DE LA RESOLUCIÓN DEL CONVENIO

- 10.1 Ambas partes podrán resolver unilateralmente y de pleno derecho el presente Convenio, sin expresión de causa y en cualquier momento.
- 10.2 Adicionalmente, el presente Convenio, quedará resuelto en los siguientes casos:



- (i) Por el incumplimiento de alguna de las obligaciones asumidas por el presente Convenio.
 - (ii) Por caso fortuito o fuerza mayor que imposibilite el cumplimiento de las obligaciones pactadas.
 - (iii) Por mutuo acuerdo.
- 10.3 En cualquier caso, será suficiente la remisión de una carta notarial con diez (10) días hábiles de anticipación, cursada a los domicilios señalados en el presente Convenio, en la que se exprese la decisión de resolverlo.
- 10.4 La resolución del Convenio obliga a ambas Entidades a liquidar la parte efectivamente ejecutada; asimismo, faculta a PROVIAS NACIONAL a ejecutar la garantía por el saldo del adelanto no amortizado.

CLAUSULA DÉCIMO PRIMERA.- RESPONSABILIDADES

Las partes son responsables en su integridad del contenido, ejecución y cumplimiento del presente Convenio, cuyas obligaciones serán exigibles de conformidad con los dispositivos legales vigentes y cuyas acciones se efectuarán a través de los órganos intern designados por cada una de ellas, no obstante, el presente Convenio se rige también por las reglas de la buena fe y considerando la común intención de lograr niveles de desarrollo tecnológico idóneos para las actividades de conservación vial.

CLAUSULA DÉCIMO SEGUNDA.- DEL DOMICILIO Y COMUNICACIÓN

- 12.1 Cualquier comunicación o notificación que, con motivo del presente Convenio, deba ser cursada a cualquiera de las partes, se entenderá como válidamente efectuada si han sido entregadas en los domicilios consignados en la parte introductoria del presente documento.
- 12.2 Los cambios de domicilio que pudieran ocurrir, serán comunicados notarialmente al domicilio legal de la otra parte con diez (10) días hábiles de anticipación.

CLAUSULA DÉCIMO TERCERA.- DE LA SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS

- 13.1 Toda controversia, discrepancia o reclamación consecuencia de este Convenio, así como de su resolución o nulidad, se resolverá mediante el trato directo y la coordinación entre las partes, en un plazo de treinta (30) días hábiles, contados desde que se solicita la negociación por trato directo.
- 13.2 Sin perjuicio de lo señalado en el numeral precedente, de conformidad con lo establecido en el artículo 2º de la Ley Nº 26572, Ley General de Arbitraje, las partes acuerdan que concluido el plazo señalado sin acuerdo o con acuerdo parcial, o incluso antes de su vencimiento si así lo acuerdan las partes, someterán la controversia surgida a arbitraje de derecho, conforme a las disposiciones de la Ley General de Arbitraje.

En ese caso, el Arbitraje será resuelto por un Tribunal Arbitral y el laudo arbitral emitido será vinculante para las partes y pondrá fin al procedimiento de manera definitiva, siendo el laudo inapelable ante el Poder Judicial o ante cualquier instancia administrativa. Los honorarios del Centro de Arbitraje y del Tribunal serán asumidos en partes iguales.

- 13.3 Las partes igualmente acuerdan que no es obligatorio adjuntar recibo de pago o comprobante de depósito de cualquier entidad bancaria o fianza solidaria por la



entidad a favor de la parte vencedora, para efectos de interponer recurso de anulación del Laudo Arbitral ante el Poder Judicial.

CLAUSULA DÉCIMO CUARTA.- DE LAS DISPOSICIONES FINALES

Las partes podrán revisar cuando lo estimen necesario, los alcances del presente Convenio, y asimismo efectuar los ajustes y modificaciones que crean convenientes, mediante la suscripción de la respectiva Adenda, conforme lo señalado en la cláusula octava.

Siguiendo las reglas de la buena fe y común intención, las partes suscriben el presente Convenio Específico en dos (02) ejemplares de idéntico tenor y valor, en la ciudad de Lima a los 22 días del mes de Agosto de 2008.



ANEXO 1 – PRESUPUESTO GENERAL DEL CONVENIO

PRESUPUESTO DE OPERACIÓN Monitoreo de Niveles De Servicio para garantizar las labores a realizarse en el Corredor Vial N° 13 Cafete-Lunahuaná-Chupaca

	Monto Mensual	Anual	5 años
Recursos Humanos	29,800.00	357,600.00	1,788,000.00
Jefe del Proyecto (Radicado)	6,500.00	78,000.00	390,000.00
Ingeniero Monitor (Radicado)	5,000.00	60,000.00	300,000.00
Ingeniero Monitor (Radicado)	5,000.00	60,000.00	300,000.00
Investigador en Tráfico	1,900.00	22,800.00	114,000.00
Investigador en suelos y materiales básicos	1,900.00	22,800.00	114,000.00
Investigador en estabilidad de suelos y pavimentos	1,900.00	22,800.00	114,000.00
Investigador en conservación.	1,900.00	22,800.00	114,000.00
Investigador en Costos y Presupuestos	1,900.00	22,800.00	114,000.00
Técnico de campo en suelos (Radicado)	1,900.00	22,800.00	114,000.00
Asistente de campo y secretaria (Radicado)	1,900.00	22,800.00	114,000.00
Gastos Operativos	31,900.00	382,800.00	1,914,000.00
Alquiler de Vivienda y Oficina	3,000.00	36,000.00	180,000.00
Alquiler de Transporte y Movilidad.	3,200.00	38,400.00	192,000.00
Combustible	2,000.00	24,000.00	120,000.00
Pasajes a la zona y viáticos	3,500.00	42,000.00	210,000.00
Papelería	1,200.00	14,400.00	72,000.00
Alquiler de Laboratorio de Suelos	4,000.00	48,000.00	240,000.00
Alquiler de PC	2,000.00	24,000.00	120,000.00
Alquiler de cámara fotográfica	500.00	6,000.00	30,000.00
Pago de Maestrías y Doctorados	10,000.00	120,000.00	600,000.00
Difusión a nivel nacional (conferencias)	2,500.00	30,000.00	150,000.00
SUB TOTAL COSTO DIRECTO	61,700.00	740,400.00	3,702,000.00
Gastos Generales UNI (*)	8,329.50	99,954.00	499,770.00
Valor Venta	70,029.50	840,354.00	4,201,770.00
IGV	13,305.61	159,667.26	798,336.30
PRECIO DE VENTA	83,335.11	1,000,021.26	5,000,106.30

(*) Desagregado de los gastos generales en Anexo 2.



ANEXO 2: DETALLE DE GASTOS GENERALES DE LA UNI (\$/. 8 329,50 – mes)

GASTOS FIJOS

Gastos Administrativos

Rectorado

Decanato

Costo de Preparación de Convenio Gobierno Gobierno

Gastos Legales y Asesoría Jurídica

Liquidación de Convenio

Copias, Planos y Documentación

Comunicaciones

Útiles de Oficinas

Impuestos

Impuesto a las Transacciones Financieras I.T.F.

GASTOS VARIABLES

- I Mano de Obra Indirecta**
- A Área de Producción Trabajos Extra vinculados al Proyecto**
- 1 Jefe Oficina de Proyectos
- 2 Jefe del Proyecto
- B Área Administrativa**
- 1 Administrador
- 2 Contador
- 3 Secretaria
- 4 Auxiliar Administrativo
- 5 Almacenero
- 6 Guardianes
- 7 Conserje
- C Asistencia Técnica**
- 1 Digitador Dibujante
- D Área de Gestión Comercial**
- 1 Ing. Oficina Técnica (Control de Proyectos)
- 2 Analista y Programador
- 3 Apuntador
- E Pago de Beneficios**
- 1 Asignación Familiar (10% de RMV)
- 2 ESSALUD (9% P. Unit. - Aporta el Empleador)
- 3 S.C.T.R. (1.3% P. Unit.+IGV - Aporta el Empleador)
- 4 C.T.S. (8.3333% P. Unit.)
- 5 Vacaciones (1/12 de (P. Unit.+ Asig. Fam.))
- 6 Gratificación (1/6 PUnit. x 2)
- Movilización de Personal**
- 1 Personal Profesional de la Universidad
- III Alimentación**
- 1 Personal Profesional
- IV Vehículos**
- 1 Camioneta 4x2 Sede Central
- V Materiales de Limpieza**
- 1 Materiales de Limpieza
- VI Asistencia Médica**
- 1 Asistencia Médica Externa
- 2 Medicinas en Campamento
- VII Comunicaciones Sede Central con Campamento**



- 1 Teléfono
- 2 Fax
- 3 Equipos de Comunicación
- 4 Servicio de internet

IX Materiales, Servicios y Equipos de Oficinas

- 1 Computadoras e Impresoras
- 2 Materiales de Oficina
- 3 Copias en sede central

X Gastos de la Oficina Principal

- 1 Aporte a la oficina Central de la Universidad

XI Gastos Financieros

- 1 Garantía de Fiel Cumplimiento de Contrato (Carta Fianza MC)
- 2 Garantía del Adelanto en Efectivo

SEGUROS

- 1 Seguros de Accidentes Personales
- 2 Riesgo de Ingeniería
- 3 Responsabilidad Civil contra Terceros
- 4 Costo de Emisión de Poliza

ANEXO N° 02:

Ayuda memoria: Programa Proyecto Perú

AYUDA MEMORIA
PROGRAMA "PROYECTO PERÚ"

***"SERVICIOS DE CONSERVACION POR NIVELES DE SERVICIO DE LA CARRETERA
CAÑETE – LUNAHUANÁ – PACARÁN – ZÚÑIGA – DV. YAUYOS – RONCHA - CHUPACA"***

Los contratos de servicios de conservación vial que se vienen implementando el Ministerio de transportes y Comunicaciones (MTC) a través PROVIAS Nacional, específicamente mediante el Programa de Infraestructura Vial Proyecto Perú, se realiza en grandes Corredores Viales (entre 200 a 400 Km. de longitud), los cuales son supervisados por niveles de servicio (es decir, se paga por resultados y no por actividades ejecutadas). Ello se da así bajo una óptica de transferencia del riesgo del Estado al contratista, pues es éste último quien plantea a la Institución contratante un plan de conservación que tiene que cumplir por el tiempo que dure el contrato, debiendo ejecutar el plan propuesto.

Los niveles de servicio son estándares mínimos que la vía tiene que tener y de no cumplirse con éstos estándares, se castiga en los pagos mensuales que se realizan a los contratistas, siendo las evaluaciones de forma mensual y aleatoria.

Cuando se trata de carreteras afirmadas, la intervención es paulatina, mediante un desarrollo vial continuo, que conlleva a un uso racional de los recursos del Estado. Éste se inicia con pavimentos básicos¹, los cuales son una tecnología intermedia entre el afirmado y el asfaltado tradicional con carpeta asfáltica, para así lograr incrementar el tráfico en los corredores viales. Se trabaja en la vía tal cual ésta se encuentra; no se realizan cambio en la geometría-curvas, anchos, ni pendientes). Finalizando las mejoras con los pavimentos básicos, y una vez que se logre tener mayor tráfico, se buscará intervenir a futuro con trabajos mayores de ingeniería (carreteras de 6.60 metros de ancho, con carpeta asfáltica en caliente, con mejoramiento de curvas y pendientes, etc.). De no ocurrir el incremento de tráfico, los corredores viales quedarán con los pavimentos básicos, pero con contratos de conservación permanente que aseguren un óptimo confort a los usuarios.







¹ Material granular seleccionado de base estabilizado con emulsión asfáltica u otro estabilizador, el cual tiene encima un recubrimiento superficial bituminoso)

1. NOMBRE DE LA CARRETERA

“CAÑETE - LUNAHUANÁ – PACARÁN – ZÚÑIGA – DV. YAUYOS – RONCHA - CHUPACA”

Contrato	Nº 288-2007-MTC/20
Ruta	PE-24
Longitud	271.726 Kms.
Contratista	Consortio Gestión de Carreteras (CGC)
Integrantes:	Ingenieros Civiles y Contratistas Generales SA - Corporación Mayo S.A.C – Empresa de Mantenimiento Vial la Marginal S.R.L
Monto de Contrato	S/. 131'589 139.31
Tiempo de Contrato	5 años
Inicio de Trabajos	01 – Febrero – 2008



Cañete - Lunahuana		40,95 Kms.
Lunahuana - Pacarán		11,907 Kms.
Pacarán - Zúñiga		5,073 Kms.
Zúñiga - Dv. Yauyos		70,4 Kms.
Dv. Yauyos - Roncha		128,185 Kms.
Roncha - Chupaca		16,541 Kms.

2. TRAMOS A INTERVENIR Y PRESUPUESTO

Nº	TRAMO	PARTIDA	UNIDAD	Cantidad Real	Presupuesto Anual	Periodo Años	Total
1	Cañete – Lunahuaná	Conservación Rutinaria en vía asfaltada antes de la rehabilitación	Km.-Año	40.95	439,931.17	1	439,931.17
2	Cañete – Lunahuaná	Conservación Rutinaria en vía asfaltada después de la rehabilitación	Km.-Año	40.95	587,099.74	3.5	2 054,849.09
3	Lunahuaná – Pacaran	Conservación Periódica	Km.	11.907	2 091,933.33	1	2 091,933.33
4	Lunahuaná – Pacaran	Conservación Rutinaria	Km.-Año	11.907	236,566.61	5	1 182,833.05
5	Pacaran – Zúñiga	Conservación Rutinaria en vía afirmada (antes de la construcción)	Km.-Año	3.743	97,443.35	1	97,443.35
6	Pacaran – Zúñiga	Conservación Rutinaria en carretera afirmada (después de la construcción)	Km.-Año	3.743	51,902.38	3.5	181,658.34
7	Zúñiga – Dv. Yauyos	Conservación Rutinaria vía afirmada (antes del cambio de estándar)	Km.-Año	70.400	1 525,951.68	1	1 525,951.68
8	Zúñiga – Dv. Yauyos	Cambio de Estándar – Solución Básica	Km.	70.400	27 602,158.85	1	27 602,158.85
9	Zúñiga – Dv. Yauyos	Conservación Rutinaria vía afirmada (después de cambio de estándar)	Km.-Año	70.400	1 767,900.99	4	7 071,603.96
10	Zúñiga – Dv. Yauyos	Conservación Periódica en Solución Básica	km.	70.400	9 567,440.25	1	9 567,440.25
11	Dv. Yauyos - Roncha	Conservación Rutinaria vía afirmada (antes del cambio de estándar)	Km.-Año	128.185	2 864,416.88	2.5	7 161,042.21
12	Dv. Yauyos - Roncha	Cambio de Estándar – Solución Básica	km.	128.185	56 075,140.98	1	56 075,140.98
13	Dv. Yauyos - Roncha	Conservación Rutinaria vía afirmada (después de cambio de estándar)	Km.-Año	128.185	3 188,844.14	2.5	7 972,110.36
14	Roncha – Chupaca	Conservación Rutinaria en vía afirmada (antes de la construcción)	Km.-Año	16.541	417,633.95	1	417,633.95
15	Roncha - Chupaca	Conservación Rutinaria en carretera asfaltada (después de la construcción)	Km.-Año	16.541	219,739.58	3.5	769,088.52
16	Cañete - Chupaca	Relevamiento en información	Km.-Año	271.726	155,834.86	5	779,174.30
17	Cañete - Chupaca	Emergencia vial	m3	15000.00	219,749.99	5	1 098,749.97

3. **ESTADO ACTUAL**

El Corredor Vial a la fecha se encuentra en ejecución, presentando al mes de Noviembre un avance financiero del 89.13 %, con referencia al monto del presupuesto. En relación al plazo nos encontramos a la mitad de su desarrollo.

- a) **Mantenimiento Rutinario.-** Todo el corredor Vial cuenta con una transitabilidad buena y señalizada, el contratista – conservador CGC realiza actividades de conservación rutinario en todo el tramo contratado.

Cañete – Lunahuaná (40.95 Km).- Este sub tramo actualmente se encuentra en regulares condiciones de transitabilidad, el Contratista Conservador realiza las actividades de conservación rutinaria. Se hace mención, que el presente sector, tiene una proyección de rehabilitación, la cual será ejecutada por nuestra institución.

- b) **Mantenimiento Periódico.-**

Lunahuaná – Pacarán (11.907 Km).- Actualmente este sub tramo presenta una ejecución del 100% en las actividades de mantenimiento periódico, por lo tanto, presentamos un tramo en buenas condiciones de transitabilidad y seguridad vial.

- c) **Cambio de Estándar (en Tramos Afirmados).-**

Pacarán – Zúñiga – Variante (5.073 Km).- De acuerdo al contrato, este sub tramo tenía una proyección de construcción a cargo de Provias Nacional, el cual fue modificado en el año 2009. Por ello el contratista – conservador prolongó las actividades de cambio de estándar, interviniendo en este sector. Asimismo, por medidas de seguridad vial, se intervino en una variante de 1.33 Kms, el cual actualmente goza de un mantenimiento rutinario. Actualmente es un tramo en buenas condiciones de transitabilidad y seguridad vial.

Zúñiga – Dv. Yauyos (70.40 Kms).- este sub tramo inicialmente presentaba una via en afirmado, la cual fue modificándose de acuerdo al avance del contratista. Actualmente se han concluido al 100% las labores de cambio de estándar. Las actividades de mantenimiento rutinario se encuentran en ejecución (mes 33).

Dv. Yauyos – Roncha (128.185 Kms).- este sub tramo presenta iguales características que el tramo anterior, es decir, las actividades de cambio de estándar están ejecutadas al 100%. Actualmente, el tramo presenta una superficie de rodadura en buenas condiciones de transitabilidad, con la señalización respectiva. El contratista – conservador realiza labores de conservación rutinaria.

Tramos Afirmado en Construcción (ejecutado por Provias Nacional):

Roncha – Chupaca (16.541 Kms).- en el mes de Julio del presente año este sub tramo se hizo entrega a la Gerencia de Obras de Provias Nacional, para su respectiva rehabilitación y construcción. El contratista – conservador actualmente tiene suspendido sus labores de conservación rutinaria.

4. ASPECTO ECONÓMICO

En lo referente al aspecto económico podemos indicar que de acuerdo a nuestro contrato tenemos tres descripciones, que son: mantenimiento rutinario, conservación periódica y cambio de estándar, las cuales presentan el siguiente detalle:

DETALLE	PROGRAMADO	EJECUTADO	SALDO
Mantenimiento Rutinario	30 752,069.62	17 825,694.41	12 926,375.21
Mantenimiento Periodico	11 659,373.59	8 886 990.33	2 772,383.26
Cambio de Estandar	83 677,299.83	85 666,301.98	(1989002.15)
TOTAL	126 088,743.04	112 378, 986.72	13 709,756.32

5. ASPECTO ADMINISTRATIVO

La administración del Nivel de Servicio con el tiempo se mejora positivamente, pues como en todo trabajo, labores o servicios en sus inicios tienen una serie de dificultades las que poco a poco se van superando. Esta supervisión exige que la administración del Contratista Conservador cumpla con todos los requerimientos que el contrato lo exige, tanto en la administración de recursos económicos, personal propuesto y cumplimiento de equipos de trabajo, de protección y prevención.

6. ASPECTO SOCIAL

Como en el aspecto Administrativo se ha tenido dificultades para poder entender la modalidad de contrato por Niveles de Servicio los que se vienen siendo superados y se espera mejorar aun más. Se logro un fuerte Impacto Social (mejor calidad de vida de los pobladores- menor tiempo de viaje), Económico (incremento de puestos de trabajo de los pobladores, instalación de nuevas líneas de transito, mejora en la agricultura al reducir el polvo, etc) y Cultural (incremento de turismo en los poblados de Huancaya, Alis Y Tomas.

Comentario.- Actualmente, el tramo **Cañete – Chupaca**, se logra un tiempo de viaje entre 7 y 8 horas de viaje, reduciendo hasta un 40% de lo que inicialmente se hacia.

7. ASPECTO AMBIENTAL

En lo posible se trata de cuidar el medio ambiente y se trabaja con responsabilidad teniendo en consideración el Plan de Manejo Socio-Ambiental que presento la empresa conjuntamente con el Plan de Conservación Vial. Un logro importantísimo es que se ha eliminado el polvo en casi el 100%.

Noviembre, 2010

ANEXO N° 03:

Resumen de valores de rugosidad medidos por el convenio MTC – UNI

**UNI**

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



Ministerio de Transportes y Comunicaciones

RESUMEN DE LOS VALORES DEL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL - IRI

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

CODIGO DEL	TRAMO		DISTANCIA	IRI	FECHA DE ENSAYO
	PROG	PROG FINAL			
I - 01	55+050	55+450	A 1m del borde	3.08	23/06/2009
I - 02	55+450	55+850	A 1m del borde	2.30	23/06/2009
I - 03	55+850	56+250	A 1m del borde	3.23	23/06/2009
I - 04	56+250	56+650	A 1m del borde	2.37	23/06/2009
I - 05	57+000	57+400	A 1m del borde	3.23	24/06/2009
I - 06	57+400	57+800	A 1m del borde	3.74	24/06/2009
I - 07	57+800	58+200	A 1m del borde	3.78	24/06/2009
I - 08	58+200	58+600	A 1m del borde	4.00	24/06/2009
I - 09	58+900	59+300	A 1m del borde	3.21	24/06/2009
I - 10	59+300	59+700	A 1m del borde	3.75	24/06/2009
I - 11	59+700	60+100	A 1m del borde	4.08	25/06/2009
I - 12	60+500	60+900	A 1m del borde	3.19	25/06/2009
I - 13	61+500	61+900	A 0.70m del borde	3.61	25/06/2009
I - 14	62+560	62+960	A 1.00m del borde	2.91	26/06/2009
I - 15	63+000	63+400	A 1.00m del borde	3.48	26/06/2009
I - 16	64+100	64+500	A 1.00m del borde	2.54	26/06/2009
I - 17	65+600	66+000	A 1.00m del borde	3.17	02/07/2009
I - 18	66+000	66+400	A 1.00m del borde	3.22	02/07/2009
I - 19	67+600	68+000	A 1.00m del borde	3.74	02/07/2009
I - 20	68+500	68+900	A 1.00m del borde	2.85	02/07/2009
I - 21	69+045	69+445	A 1.00m del borde	3.86	02/07/2009
I - 22	70+150	70+550	A 1.00m del borde	3.08	02/07/2009
I - 23	71+500	71+900	A 1.00m del borde	3.80	02/07/2009
I - 24	72+000	72+400	A 1.00m del borde	3.55	03/07/2009
I - 25	73+100	73+500	A 1.00m del borde	3.34	03/07/2009
I - 26	74+400	74+800	A 1.00m del borde	3.51	03/07/2009
I - 27	75+000	75+400	A 1.00m del borde	3.57	03/07/2009
I - 28	76+300	76+700	A 1.00m del borde	3.51	03/07/2009
I - 29	77+200	77+600	A 1.00m del borde	3.18	03/07/2009
I - 30	78+050	78+450	A 1.00m del borde	2.84	03/07/2009

PROMEDIO ARITMETICO

3.36

Rango IRI	Longitud (Km)	%
0 - 2.00	0.80	0.07
2.00 - 4.00	10.80	0.90
4.00 - 5.00	0.40	0.03
	0.00	0.00
Total	12.00	1.00

**UNI**

RESUMEN DE LOS VALORES DEL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL - IRI

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

CODIGO DEL	TRAMO		DISTANCIA	IRI	FECHA DE ENSAYO
	PROG.	PROG. FINAL			
I - 31	79+500	79+900	A 1.00m del borde	4.84	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 INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL - IRI

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

CODIGO DEL	TRAMO		DISTANCIA	IRI	FECHA DE ENSAYO
	PROG.	PROG. FINAL			
1 - 73	114+900	115+300	A 1.00m del borde	4.73	07/07/2009
1 - 74	115+300	115+700	A 1.00m del borde	4.86	07/07/2009
1 - 75	116+600	117+000	A 1.00m del borde	4.30	08/07/2009
1 - 76	117+600	118+000	A 1.00m del borde	3.82	08/07/2009
1 - 77	118+600	119+000	A 1.00m del borde	4.71	08/07/2009
1 - 78	119+500	119+900	A 1.00m del borde	5.10	08/07/2009
1 - 79	120+300	120+700	A 1.00m del borde	4.52	08/07/2009
1 - 80	121+800	122+200	A 1.00m del borde	3.67	08/07/2009
1 - 81	123+300	123+700	A 1.00m del borde	5.24	08/07/2009
1 - 82	124+100	124+500	A 1.00m del borde	4.82	08/07/2009
1 - 83	125+500	125+900	A 1.00m del borde	4.64	08/07/2009
1 - 84	126+400	126+800	A 1.00m del borde	4.59	08/07/2009
1 - 85	127+400	127+800	A 1.00m del borde	3.48	09/07/2009
1 - 86	127+800	128+200	A 1.00m del borde	3.66	09/07/2009
1 - 87	129+300	129+700	A 1.00m del borde	3.80	09/07/2009
1 - 88	130+100	130+500	A 1.00m del borde	4.48	09/07/2009
1 - 89	131+600	132+000	A 1.00m del borde	4.32	09/07/2009
1 - 90	132+400	132+800	A 1.00m del borde	4.32	09/07/2009
1 - 91	133+500	133+900	A 1.00m del borde	4.29	09/07/2009
1 - 92	134+500	134+900	A 1.00m del borde	4.49	09/07/2009
1 - 93	135+500	135+900	A 1.00m del borde	3.93	09/07/2009
1 - 94	136+590	136+990	A 1.00m del borde	5.03	09/07/2009
1 - 95	137+300	137+700	A 1.00m del borde	4.73	09/07/2009
1 - 96	138+535	138+935	A 1.00m del borde	4.46	09/07/2009

PROMEDIO ARITMETICO

4.35

Rango IRI	Longitud (Km)	%
0 - 2.000	0.00	0.00
2.000 - 4.000	7.60	0.29
4.000 - 5.000	14.40	0.55
5 - 5.000	4.40	0.17
Total	26.40	1.00



PERU Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Provias Nacional

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

INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL CON BUMP INTEGRATOR

PROYECTO: Corredor Vial N° 13

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT

TIPO DE SUP: Slurry Seal

REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO

TRAMO: Km 55+000 - Km 79+000

LADO: SOBRE LA HUELLA

N°	PROGRESIVA km		BI	IRI (m/km)	FECHA
	INICIO	FIN			
1	55+000	55+400	773	3,68	17/05/2010
2	55+400	55+800	698	3,82	17/05/2010
3	55+800	56+200	796	3,64	17/05/2010
4	56+200	56+600	1304	4,25	17/05/2010
5	56+600	57+000	738	3,74	17/05/2010
6	57+000	57+400	791	3,65	17/05/2010
7	57+400	57+800	1388	4,60	17/05/2010
8	57+800	58+200	1366	4,50	17/05/2010
9	58+200	58+600	1211	3,95	17/05/2010
10	58+600	59+000	1399	4,65	17/05/2010
11	59+000	59+400	843	3,59	17/05/2010
12	59+400	59+800	888	3,56	17/05/2010
13	59+800	60+200	967	3,56	17/05/2010
14	60+200	60+600	1247	4,05	17/05/2010
15	60+600	61+000	859	3,58	17/05/2010
16	61+000	61+400	1012	3,59	17/05/2010
17	61+400	61+800	812	3,62	17/05/2010
18	61+800	62+200	973	3,56	17/05/2010
19	62+200	62+600	1009	3,58	17/05/2010
20	62+600	63+000	911	3,55	17/05/2010
21	63+000	63+400	875	3,57	17/05/2010
22	63+400	63+800	866	3,57	17/05/2010
23	63+800	64+200	938	3,55	17/05/2010
24	64+200	64+600	824	3,61	17/05/2010
25	64+600	65+000	676	3,88	17/05/2010
26	65+000	65+400	820	3,61	17/05/2010
27	65+400	65+800	1211	3,95	17/05/2010
28	65+800	66+200	661	3,91	17/05/2010
29	66+200	66+600	749	3,72	17/05/2010
30	66+600	67+000	731	3,75	17/05/2010
31	67+000	67+400	934	3,55	17/05/2010
32	67+400	67+800	841	3,59	17/05/2010
33	67+800	68+200	1229	4,00	17/05/2010
34	68+200	68+600	930	3,55	17/05/2010
35	68+600	69+000	814	3,62	17/05/2010
36	69+000	69+400	815	3,62	17/05/2010
37	69+400	69+800	822	3,61	17/05/2010
38	69+800	70+200	818	3,62	17/05/2010
39	70+200	70+600	1237	4,02	17/05/2010
40	70+600	71+000	926	3,55	17/05/2010



PERU Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Ministerio de Transportes

Proviás Nacional

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

ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL CON BUMP INTEGRATOR

PROYECTO: Corredor Vial N° 13

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT

TIPO DE SUP: Slurry Seal

REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO

TRAMO: Km 55+000 - Km 79+000

LADO: SOBRE LA HUELLA

N°	PROGRESIVA km		BI	IRI (m/km)	FECHA
	INICIO	FIN			
41	71+000	71+400	826	3,61	17/05/2010
42	71+400	71+800	1110	3,71	17/05/2010
43	71+800	72+200	1072	3,65	17/05/2010
44	72+200	72+600	829	3,60	17/05/2010
45	72+600	73+000	850	3,58	17/05/2010
46	73+000	73+400	1138	3,77	17/05/2010
47	73+400	73+800	1229	4,00	17/05/2010
48	73+800	74+200	1060	3,64	17/05/2010
49	74+200	74+600	953	3,56	17/05/2010
50	74+600	75+000	1014	3,59	17/05/2010
51	75+000	75+400	870	3,57	17/05/2010
52	75+400	75+800	865	3,57	17/05/2010
53	75+800	76+200	772	3,68	17/05/2010
54	76+200	76+600	839	3,59	17/05/2010
55	76+600	77+000	895	3,56	17/05/2010
56	77+000	77+400	910	3,55	17/05/2010
57	77+400	77+800	1073	3,65	17/05/2010
58	77+800	78+200	1312	4,28	17/05/2010
59	78+200	78+600	1385	4,59	17/05/2010
60	78+600	79+000	755	3,71	17/05/2010
			Valor Máximo	4,65	
			Valor Mínimo	3,55	
			Valor Promedio	3,75	
			Desviación Estandar	0,28	



PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Ministerio de Transportes

Proviás Nacional

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

ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL CON BUMP INTEGRATOR

PROYECTO: Corredor Vial N° 13

PROCESADO POR : BACH. EDUARDO COURT

TIPO DE SUP: Monocapa

REVISADO POR: ING. EDWIN APOLINARIO

TRAMO: Km 79+000 - Km 227+000

LADO: SOBRE LA HUELLA

N°	PROGRESIVA km		BI	IRI (m/km)	FECHA
	INICIO	FIN			
1	79+000	79+400	1231	4,01	17/05/2010
2	79+400	79+800	1464	4,98	17/05/2010
3	79+800	80+200	1312	4,28	17/05/2010
4	80+200	80+600	878	3,57	17/05/2010
5	80+600	81+000	1233	4,01	17/05/2010
6	81+000	81+400	1019	3,59	17/05/2010
7	81+400	81+800	1020	3,59	17/05/2010
8	81+800	82+200	973	3,56	17/05/2010
9	82+200	82+600	834	3,60	17/05/2010
10	82+600	83+000	1621	5,94	17/05/2010
11	83+000	83+400	1526	5,33	17/05/2010
12	83+400	83+800	1160	3,82	17/05/2010
13	83+800	84+200	1127	3,75	17/05/2010
14	84+200	84+600	1000	3,58	17/05/2010
15	84+600	85+000	1050	3,62	17/05/2010
16	85+000	85+400	1091	3,68	17/05/2010
17	85+400	85+800	1128	3,75	17/05/2010
18	85+800	86+200	1151	3,80	17/05/2010
19	86+200	86+600	996	3,57	17/05/2010
20	86+600	87+000	1469	5,01	17/05/2010
21	87+000	87+400	1382	4,57	17/05/2010
22	87+400	87+800	927	3,55	17/05/2010
23	87+800	88+200	839	3,59	17/05/2010
24	88+200	88+600	904	3,56	17/05/2010
25	88+600	89+000	1090	3,68	17/05/2010
26	89+000	89+400	1573	5,62	17/05/2010
27	89+400	89+800	1464	4,98	17/05/2010
28	89+800	90+200	1033	3,61	17/05/2010
29	90+200	90+600	1336	4,38	17/05/2010
30	90+600	91+000	1232	4,01	17/05/2010
31	91+000	91+400	1049	3,62	17/05/2010
32	91+400	91+800	1254	4,08	17/05/2010
33	91+800	92+200	1210	3,94	17/05/2010
34	92+200	92+600	1021	3,59	17/05/2010
35	92+600	93+000	1251	4,07	17/05/2010
36	93+000	93+400	1364	4,49	17/05/2010
37	93+400	93+800	1253	4,07	17/05/2010
38	93+800	94+200	1236	4,02	17/05/2010

ANEXO N° 04:

Archivo fotográfico

ARCHIVO FOTOGRÁFICO

VISITA AL CAMPO: 27 DE NOVIEMBRE DEL 2010



Progresiva Km 74+000. Vista hacia Catahuasi. Inicio del tramo estudiado en donde se observa la geografía de la zona y los vehículos que transitan por la zona



Progresiva Km 75+200. Operación en campo del equipo MERLIN



Progresiva Km 76+000. Vista hacia Catahuasi, en donde se observa la geografía de la zona. A la derecha de la vía un cerro con rocas y a la izquierda el valle y el río de la zona



Progresiva Km 76+800. Trabajos de medición en campo



Progresiva Km 77+800. Puente ubicado en el tramo de estudio



Progresiva Km 79+000. Ingreso a la localidad de Catahuasi



Progresiva 79+800. Vista hacia Catahuasi, en donde se hacen mediciones con el equipo MERLIN



Progresiva Km 80+600. Vista hacia Catahuasi, en donde se puede apreciar la geografía de la zona



Progresiva Km 81+000. Verificación del factor de corrección del equipo mediante el empleo de un disco de 5 cm. de diámetro y 6 mm. de espesor



Equipo MERLIN automatizado utilizado en la jornada de trabajo



Equipo de trabajo al final de la jornada