

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



**EL GIS APLICADO A LA EVALUACIÓN DE LA
CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO POR EL
MÉTODO PCI. MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ALLEN FREDDY GODOY CRUZ

Lima - Perú

2012

A mis padres que me dieron la vida y han estado apoyándome en todo momento, gracias por ofrecerme esta herramienta para mi futuro y lo más importante por creer y confiar en mí, gracias por cumplir mis objetivos como estudiante y sobretodo como persona.

A mis siete hermanos que estando cerca o lejos, siempre estuvieron presentes y fueron un motivo para seguir adelante y mejorar cada vez más. Especialmente a ti Luis que sin tu tiempo esto no se hubiera logrado.

Y a ti mi amor, porque desde el primer momento estuviste conmigo, apoyándome y preocupándote por mí y por culminar el presente trabajo.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	4
LISTA DE CUADROS	5
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS	7
INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	10
1.1 ANTECEDENTES	10
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	11
1.3 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	13
1.3.1 Ubicación	13
1.3.2 Accesibilidad	13
1.3.3 Clima	13
1.4 DATOS TÉCNICOS DEL PROYECTO	13
CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO	16
2.1 INVENTARIO VIAL	16
2.2 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	17
2.2.1 Componentes de un SIG	17
2.3 SISTEMA DE GESTIÓN DE CARRETERAS	19
2.3.1 Subsistema Inventario Vial Calificado	19

2.3.2	Subsistema de Planeamiento	20
2.3.3	Subsistema de Administración del Mantenimiento	20
2.4	ANTECEDENTES Y EVOLUCIÓN DEL MÉTODO PCI	22
2.4.1	Aplicación del Método en el Perú	23
2.4.2	Objetivos de la Aplicación del Método	23
2.4.3	Características del Método	24
2.4.4	Identificación y Tipos de Fallas en el Pavimento	25
CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL METODO PCI Y ANÁLISIS DE RESULTADOS		27
3.1	METODOLOGÍA	27
3.2	METRADO DE FALLAS Y RESULTADOS	28
3.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS	30
CAPÍTULO IV: INVENTARIO VIAL Y GIS COMO HERRAMIENTA DE GESTION VIAL		34
4.1	IMPORTANCIA DE LA INSPECCION	34
4.2	INVENTARIO VIAL GEOREFERENCIADO	34
4.3	FICHAS DE REPORTE	35
4.4	VENTAJAS DEL SIG EN EL SISTEMA DE GESTION DEL MANTENIMIENTO	36
CAPÍTULO V: EVOLUCION DE LAS FALLAS EN EL TIEMPO		37
5.1	ETAPAS DE DETERIORO EN LA VIDA ÚTIL DE UNA CARRETERA	37

5.2 ESQUEMAS DE CONSERVACION	39
CAPÍTULO VI: METODOS DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACION	44
6.1 MANTENIMIENTO	44
6.1.1 Mantenimiento Rutinario	44
6.1.2 Mantenimiento Diferido	45
6.1.3 Mantenimiento Periódico	45
6.2 PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO	45
6.3 REHABILITACION	49
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	54

RESUMEN

Existen algunas intervenciones en rehabilitación de infraestructura vial realizadas en el pasado por el Estado que hoy se encuentran en un mal estado de conservación, este puede ser el resultado de una carencia de niveles óptimos de ejecución e inversión en mantenimiento de las redes viales.

Según las etapas de deterioro en la vida útil de un pavimento, existe un momento preciso para la intervención del mantenimiento, también debe mencionarse que hay un costo por realizar las labores de conservación antes de ese momento y otros por realizarlas demasiado tarde, en el primer caso se está perdiendo la oportunidad de rentabilizar el dinero por ese periodo de tiempo, por otro lado, si el mantenimiento se efectuara demasiado tarde, se podrían generar daños estructurales en la vía y la pérdida sería mucho mayor porque ya no se necesitaría una intervención sencilla para repararlo, sino algo más complejo y costoso.

Una de las metodologías más completas para la evaluación superficial del pavimento, es el método del índice de condición del pavimento (PCI), el cual es un método completamente normado y el cual ha mostrado resultados bastante confiables en lo que se refiere a la evaluación del nivel de serviciabilidad en pavimentos rígidos y flexibles.

Este índice nos permite saber en qué etapa del deterioro se encuentra el pavimento y de esta manera conocer si la vía evaluada se encuentra próximo o no a un mantenimiento de la superficie de rodadura.

Mediante la aplicación de un sistema de inventario vial georeferenciado (referido a pavimentos), simplificaría la gestión de tramos de la RVN a dar mantenimiento y/o rehabilitación según sea el caso y clasificarlos en orden de prioridad para su oportuna intervención.

LISTA DE CUADROS

		Pág.
Cuadro N° 1.01	Espesores del Pavimento Actual	14
Cuadro N° 2.01	Relación de Fallas PCI	26
Cuadro N° 3.01	Escala del PCI y Condición del Tramo	29
Cuadro N° 6.01	Actividades de Conservación en Pavimentos Flexibles	46

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura N° 1.01	Vista General del Proyecto	11
Figura N° 1.02	Ubicación del Tramo en Estudio	12
Figura N° 2.01	Proceso del Inventario Vial	16
Figura N° 2.02	Proceso del Sistema de Información Geográfica	18
Figura N° 2.03	Esquema del Inventario Vial	20
Figura N° 2.04	Visión General de los Componentes del SGC	21
Figura N° 2.05	Ciclo de Vida Útil Típico del Pavimento	25
Figura N° 3.01	Escalas del PCI y Tipos de Intervención	27
Figura N° 3.02	Procedimiento para la Determinación del PCI	28
Figura N° 3.03	Grieta en Bloque (% Incidencia vs. Progresiva)	31
Figura N° 3.04	Grieta Long. y Transv (% Incidencia vs. Progresiva)	31
Figura N° 3.05	Peladura (% Incidencia vs. Progresiva)	32
Figura N° 3.06	Valor del PCI	32
Figura N° 4.01	Inventario Vial Georeferenciado	35
Figura N° 5.01	Deterioro del Camino vs Tiempo	37
Figura N° 5.02	Gasto a lo Largo del Tiempo de un Camino según Distintos Escenarios de Políticas de Intervención	40
Figura N° 5.03	Costo de Operación de los Vehículos según Distintos Escenarios de Políticas de Intervención	41
Figura N° 5.04	Representación Gráfica del Ciclo de Deterioro de los Caminos	42

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

- ASTM : American Society for Testing and Materials
CEPAL: Comisión Económica para América Latina y El Caribe
GIS : Geographic Information System
PCI : Pavement Condition Index
SGC : Sistema de Gestión de Carreteras
SIC : Subsistema de Inventario Calificado
SIG : Sistema de Información Geográfica
RVN : Red Vial Nacional

INTRODUCCION

Para carreteras pavimentadas, aún no existe en el Perú una norma técnica que nos muestre que métodos se deban emplear para su respectivo mantenimiento o determinar la frecuencia de éstos y los tipos de trabajo a realizarse.

Por ello se desarrolla la evaluación de este tipo de vías, utilizando el método del PCI (Pavement Condition Index), el cual es un método bastante confiable y el cual esta normado en lo que se refiere a pavimentos rígidos y flexibles. En base a este método se determinará el grado de serviciabilidad de estas vías, y cuáles son los problemas que más afectan a estas. Para el correcto entendimiento y desarrollo del tema a tratar se cuenta con siete capítulos.

En el Capítulo I, se tratan todos los aspectos geográficos referentes a la vía para tener una visión completa del área de estudio, asimismo se presentan antecedentes de la zona de estudio y del pavimento.

El Capítulo II, trata sobre los fundamentos teóricos importantes y que nos servirán como base para el desarrollo de este informe.

El Capítulo III, muestra la aplicación del método del PCI de la zona en estudio, consideraciones para su aplicación, toma de datos, obtención de resultados y el análisis de los mismos.

El Capítulo IV, presenta como una herramienta de sistema de información geográfica (ArcGIS) con tecnología actual nos ayuda a gestionar las carreteras a partir de los estados de conservación de sus componentes y características del pavimento.

El Capítulo V, representa la evolución de las fallas en el tiempo de una carretera, sus etapas de deterioro en la vida útil de una carretera, así como también indicar en qué momento de la etapa de deterioro podemos ejecutar el mantenimiento de la superficie de rodadura.

El Capítulo VI, muestra las metodologías para el mantenimiento de la superficie de rodadura del pavimento para así minimizar el deterioro prematuro o en el peor de los casos reparar las fallas que pueden existir, además se indica algunos fundamentos de rehabilitación de la vía.

El Capítulo VII, presenta las conclusiones de la evaluación e interpretación de los resultados y recomendaciones o sugerencias al informe.

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

La carretera Cañete – Yauyos – Huancayo fue proyectada y ejecutada por tramos durante el gobierno del Sr. Augusto B. Leguía, entre la década de 1920-1930, años en los que se ejecutó el tramo entre los pueblos de Tomas y Alis, construyéndose dos túneles.

En el gobierno del Dr. Manuel Prado Ugarteche se avanzan los trabajos de la carretera desde Cañete, llegando hasta Yauyos en abril de 1944. El 11 de mayo de 1957 el pueblo de Alis logró atravesar el cañón de Uccho, lo que fue un indicio para que el Gobierno Central prosiga los trabajos hasta concluir la carretera a cuenta del Estado.

En 1998 el consorcio AYESA – ALPHA CONSULT elaboró el Estudio Definitivo de la carretera mediante contrato con PROMCEPRI.

En el año de 2006, PROVÍAS NACIONAL encarga a la Empresa TYPASA Ingenieros Consultores y Arquitectos la elaboración del Estudio de Factibilidad del Proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cañete – Lunahuaná.

En el segundo semestre del año 2009, el Ministerio de Transportes convoca al Concurso Público N° 0049-2009-MTC/20, para la elaboración del “Estudio Definitivo de la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cañete – Lunahuaná”, concurso que es ganado por CESEL S.A. especialista en proyectos viales. En la figura N° 1.01 se puede observar la vista general del corredor vial Cañete – Lunahuana – Pacarán – Dv. Yauyos – Ronchas - Chupaca.

Los días 29 y 30 de octubre del 2011, se realizó el levantamiento de información con fines de inventario vial de la carretera Cañete – Lunahuaná tramo km 31+000 – km 33+000, en donde se tomaron en cuenta las coordenadas del eje de la carretera, ancho de calzada, señalizaciones, obras de arte mediante un navegador GPS, verificación del cumplimiento del derecho de vía, además se realizó la evaluación superficial del pavimento por el método PCI (Pavement

Condition Index) para determinar la calificación de la condición de la superficie de rodadura.

De la información recopilada en campo se observaron algunas deficiencias en diversos puntos de la carretera como son: canales sin revestimiento que están propensas a debilitar la estructura del pavimento, alcantarillas colmatadas que necesitan mantenimiento o rehabilitación, incumplimiento con el derecho de vía en algunas zonas de la vía, mantenimiento de señalizaciones verticales y horizontales, necesidad de rehabilitación y mantenimiento del pavimento en algunos sectores.



Vista General del Proyecto
Figura N° 1.01
(Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones)

1.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO

La carretera nacional Cañete – Huancayo (Ruta PE-24), permite conectar como una vía alterna la capital Lima con la ciudad de Huancayo y con toda una serie de ciudades y pueblos intermedios. Así mismo, facilitará articularse con las carreteras nacionales como es la Carretera Panamericana Sur y la Carretera Longitudinal de la Sierra, logrando de esta manera una interconexión adecuada de la costa con la sierra del país y consecuentemente con ciudades como Lima, Cañete y Huancayo y los puertos cercanos como el Callao y San Juan de

Marcona. Véase figura N° 1.02 que representa la ubicación del tramo de la carretera en estudio.



Ubicación del Tramo en Estudio
Figura N° 1.02
(Fuente: Elaboración Propia)

1.3 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

Dentro de las características geográficas y climatológicas que presenta la carretera objeto del estudio, tenemos:

1.3.1 Ubicación

La carretera Cañete – Lunahuaná, se encuentra en el departamento de Lima, atravesando la provincia de Cañete con dirección a la sierra del país.

El inicio del tramo, se encuentra ubicado en el distrito de Imperial en el km. 5+400 (esto de acuerdo a los Términos de Referencia) y culmina en el Anexo de Uchupampa, perteneciente al distrito de Lunahuaná.

1.3.2 Accesibilidad

El acceso a la ciudad de Cañete, dada su cercanía con la ciudad de Lima se hace mediante vía terrestre empleando la Carretera Panamericana Sur y el ingreso utilizado con mayor frecuencia se ubica en el km. 144,3 aproximadamente.

1.3.3 Clima

El clima en el inicio del tramo, es el característico de la costa peruana, es decir, nublado y con llovizna en la época de invierno, sin embargo, a partir aproximadamente del Anexo de Sosci en el km. 27,8 el clima mejora, adquiriendo las características de un clima cálido. En el período de verano en todo el tramo el clima es bastante caluroso y en general se puede afirmar que la carretera se encuentra en una zona seca, sin la presencia de lluvias en todo el periodo del año.

1.4 DATOS TÉCNICOS DEL PROYECTO

La evaluación del pavimento y subrasante, en base al perfil estratigráfico de las calicatas permite conocer los espesores y calidad de las capas del sistema pavimento - subrasante permitiéndose interpretar el comportamiento estructural, asimismo se han calculado los parámetros necesarios para el análisis elástico de los materiales que conforman el pavimento y subrasante, al respecto debemos

señalar que no se ha ubicado sectores con presencia del nivel freático o suelos con presencia de materia orgánica.

De acuerdo a la exploración efectuada, se ha podido encontrar que los espesores correspondientes a la superficie asfáltica de rodadura no son uniformes (véase cuadro N° 1.01), se puede observar que debido a las obras de mantenimiento, existen en varios sectores espesores que corresponden a tratamientos superficiales, evidenciándose mayormente los sellos asfálticos.

Espesores del Pavimento Actual
 Cuadro N° 1.01

SECCION	UBICACIÓN (km)	LONGITUD (km)	CARPETA	BASE	SUBBASE	ESPESOR
			ASFALTICA (cm)	GRANULAR (cm)	GRANULAR (cm)	TOTAL (cm)
1	5+400 - 7+000	1.60	6.00	20.0	20.0	46.0
2	7+000 - 9+500	2.50	5.00	20.0	30.0	55.0
3	9+500 - 19+500	10.00	5.00	20.0	30.0	55.0
4	19+500 - 25+000	5.50	5.00	20.0	30.0	55.0
5	25+000 - 42+844	17.84	6.00	20.0	20.0	46.0

(Fuente: Estudio de CESEL)

Luego de los análisis efectuados al cemento asfáltico recuperado de la carretera Cañete - Lunahuaná, en el laboratorio de la Dirección de Estudios Especiales del MTC, se ha demostrado que el mismo está envejecido y ha perdido totalmente la capacidad de ser un ligante, producto del aumento de asfáltenos, y la disminución de los compuestos fácilmente sulfonables (livianos) y las bases nitrogenadas; ambos responsables de una buena dispersión de los asfáltenos en el sistema coloidal que forma el asfalto, por lo que el cemento asfáltico ha sufrido una modificación química sustancial de sus componentes aumentando su dureza, rigidez y fragilidad, en consecuencia el cemento asfáltico existente ha llegado a un grado de degradación que compromete seriamente su reutilización. En virtud a lo descrito, el Consultor ha estimado conveniente la no reutilización del cemento asfáltico en una nueva mezcla de asfalto.

El material que conforma la base granular presenta humedades naturales entre 0.6% a 4.3%, valores que están por debajo del límite plástico, indicativo de la condición en estado sólido de los suelos, así mismo presenta valores de límite líquido entre 14% y 19%, notando que dichos valores son menores a lo que indican las especificaciones ($LL < 25\%$). Los materiales son en su mayoría no plásticos o presentan valores de índice plástico por debajo del 3%, valores por debajo a lo que indican las especificaciones ($IP \leq 6\%$).

La subrasante presenta en su mayoría humedades naturales bajas que se encuentran entre 0.0% a 6.0% y excepcionalmente humedades altas que se encuentran valores de 30.4%, 21.9% y 17.3%, puntualmente en las progresivas km 06+000, km 12+000 y km 23+000. Se ha encontrado una predominancia de arenas limosas, que varían de pobremente a bien gradadas que representa el 70% del total de los suelos encontrados a nivel de la subrasante existente; la mayoría de estos corresponden a A-1-a, A-2-4 y A-1-b, el resto de material corresponde a gravas pobremente graduadas y por último zonas localizadas de suelos limo arcillosos de baja compresibilidad.

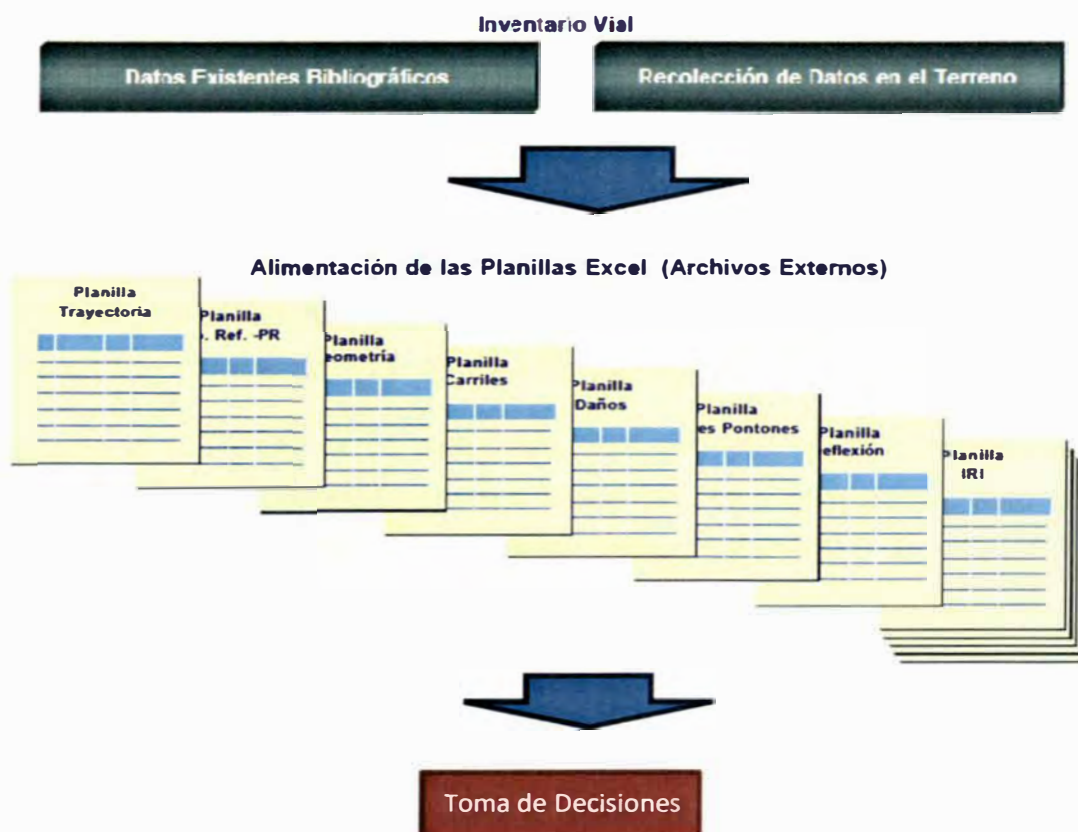
El perfil estratigráfico obtenido define que un 10% de la longitud del tramo es afectado por la presencia de suelos desfavorables como: limo arenoso, arcilla limosa clasificación AASHTO A-4 (2).

CAPITULO II: FUNDAMENTO TEORICO

2.1 INVENTARIO VIAL

El inventario vial es un proceso que nos permite conocer las características básicas de los caminos que componen la red vial de una determinada área, asimismo los componentes del camino y el estado de conservación de los mismos.

Antes de dar inicio a los trabajos de mantenimiento, se debe efectuar el inventario detallado del camino. Los datos que son consignados en el inventario permiten, además, conocer la ubicación de los principales componentes y obras que conforman la vía, el estado de los mismos y la necesidad de trabajos de mantenimiento y/o rehabilitación, como muestra la figura N° 2.01.



Proceso del Inventario Vial
Figura N° 2.01
(Fuente: Manual de Inventario Vial, Elaboración Propia)

2.2 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

El Sistema de Información Geográfica (SIG), se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos.

El SIG es una nueva tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial y que surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato.

El principal objetivo es manejar bases de datos de gran tamaño, heterogéneas y georeferenciadas. Interactuar el sistema-intérprete de manera flexible a fin de contribuir en la generación de la información dinámica válida, para la gestión de las diversas actividades y la correspondiente toma de decisiones (véase figura N° 2.02).

2.2.1 Componentes de un SIG

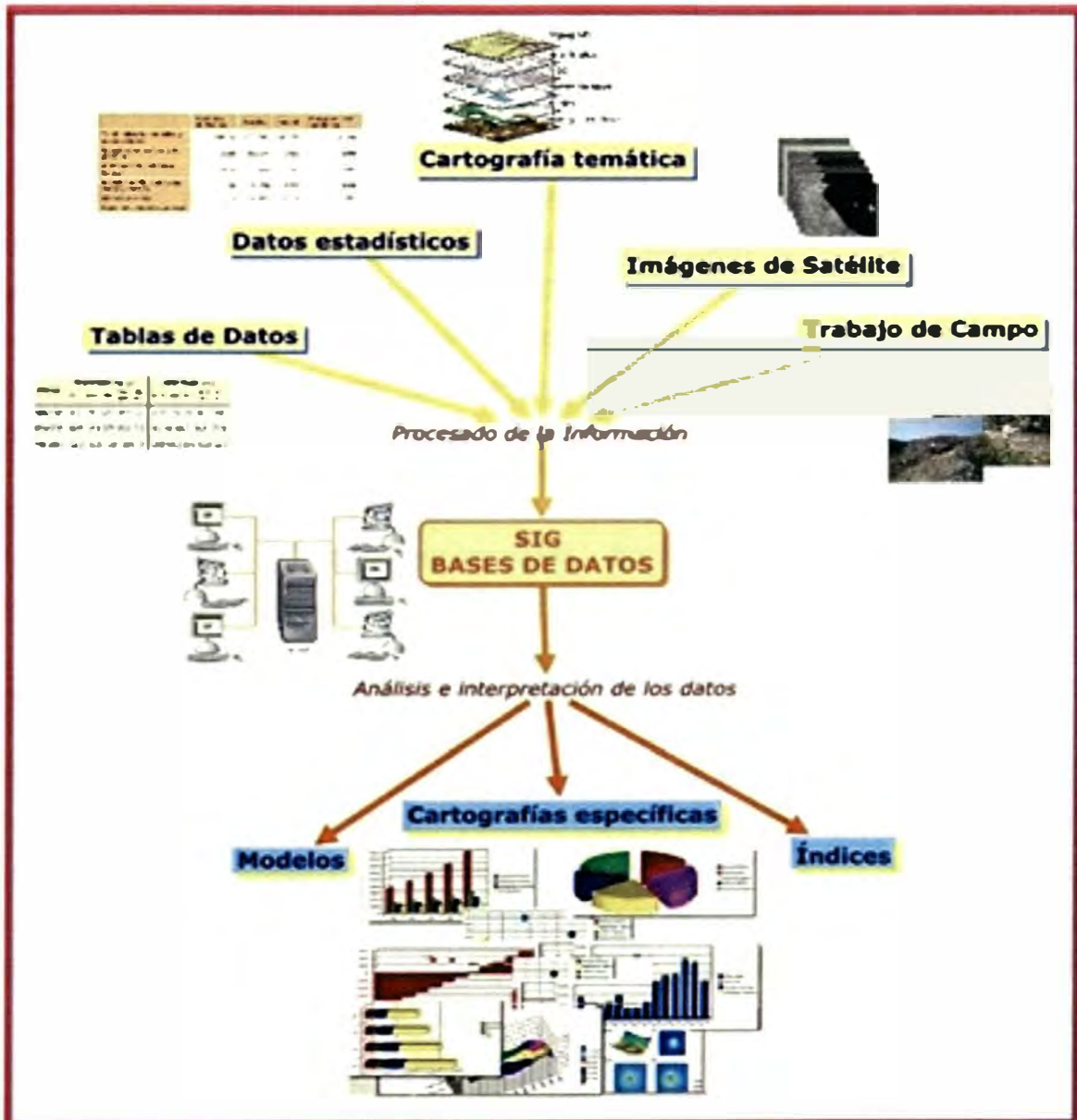
Los componentes de un SIG están representados por las siguientes fases: ENTRADA, MANEJO, ANALISIS y SALIDA; la primera fase se caracteriza por el ingreso de la información ya sea de forma digital o a digitalizar.

Respecto al MANEJO de la data, esta fase corresponde al almacenamiento, actualización de las correspondientes bases de datos geográficas, esto quiere decir que se encuentren georeferenciadas (latitud, longitud).

La interpretación, también denominada ANALISIS, permitirá utilizar nuestro método científico para la elaboración de modelos espaciales, normas, monitoreos y poseer de manera versátil la información.

La SALIDA de la información será a través de los diversos productos que requerimos, dependerá de la data que necesitemos para nuestras investigaciones o para los diversos usuarios.

Finalmente, cabe señalar que en la fase de ENTRADA, se ingresará la data que disponemos, en tanto que en la última fase (SALIDA), obtendremos un valor agregado intelectual (información multidisciplinaria). Asimismo, la calidad del producto está en función de los datos utilizados.



Proceso del Sistema de Información Geográfica
Figura N° 2.02
(Fuente: XVII CONEIC 2009 - Chiclayo)

2.3 SISTEMA DE GESTION DE CARRETERAS

El Sistema de Gestión de Carreteras (SGC), es una herramienta de planificación, que permite optimiza la asignación de los recursos humanos, económicos y financieros disponibles, seleccionando de manera racional y programada los tramos de la Red Vial Nacional (RVN) que requieren una intervención.

Los inventarios viales son parte fundamental de todo proceso de gestión vial, sus resultados constituyen el insumo que le permite al sistema de gestión la identificación de necesidades de rehabilitación y mejoramiento de la red vial.

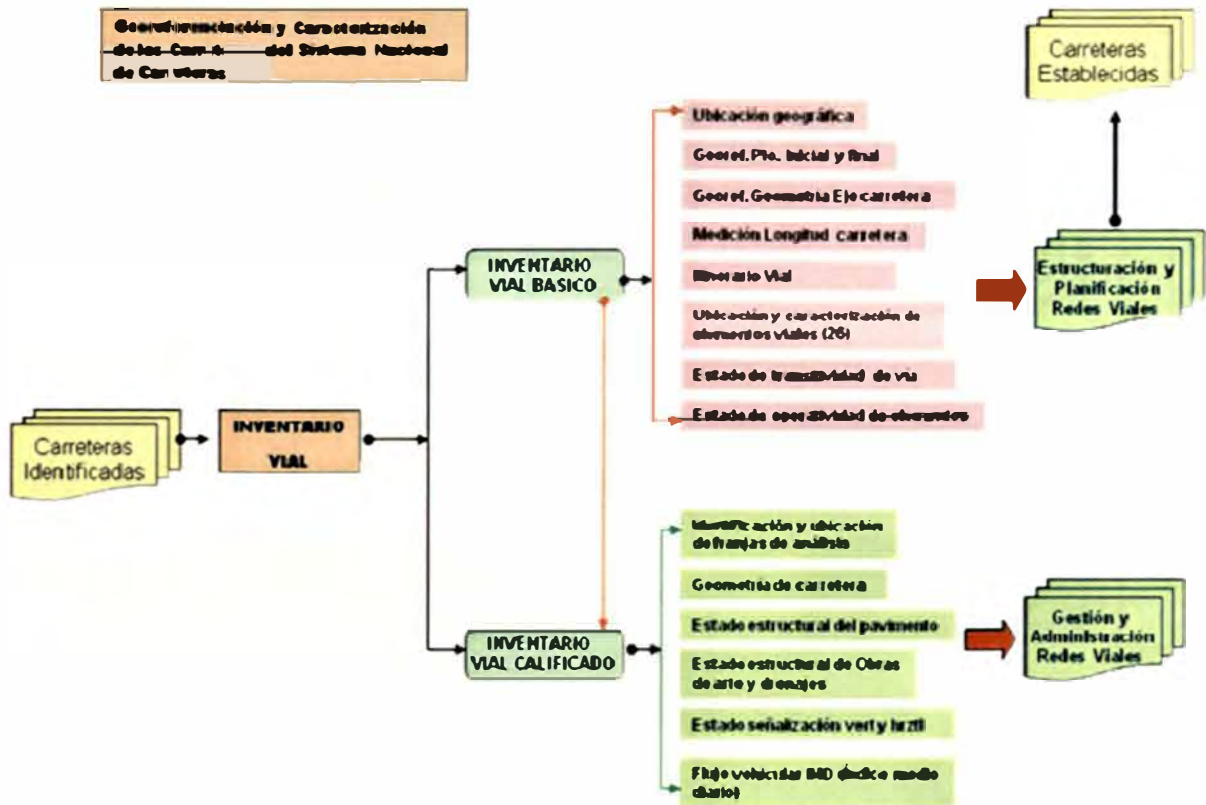
Para que se inicie el ciclo de gestión vial, se requiere contar con la información actualizada del Inventario Vial Calificado, a fin de determinar las características técnicas y de condición física de la RVN, proporcionando la información en formatos adecuados para la conformación de la base de datos que permitirá el funcionamiento del sistema. En la figura N° 2.03, se muestra cuales son los componentes que comprende el inventario vial básico y el calificado.

El Sistema de Gestión de Carreteras está comprendido por 3 subsistemas: Inventario Vial Calificado, Planeamiento, Administración del Mantenimiento (véase figura N° 2.04).

2.3.1 Subsistema Inventario Vial Calificado

Según el DS 034-2008-MTC aprueba el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, *“las autoridades competentes para efectos de la formulación de los planes indicados y en función a la priorización de inversiones, realizan y/o actualizan los inventarios viales, siendo estos:*

- i) de carácter básico, cuyo objetivo es obtener o actualizar información relativa a la ubicación, longitud, características geométricas generales, tipo de superficie de rodadura, clasificación o jerarquización, estado situacional general; y*
- ii) de carácter calificado, cuyo objetivo es obtener información actualizada y detallada de todos los elementos conformantes de la vía”*



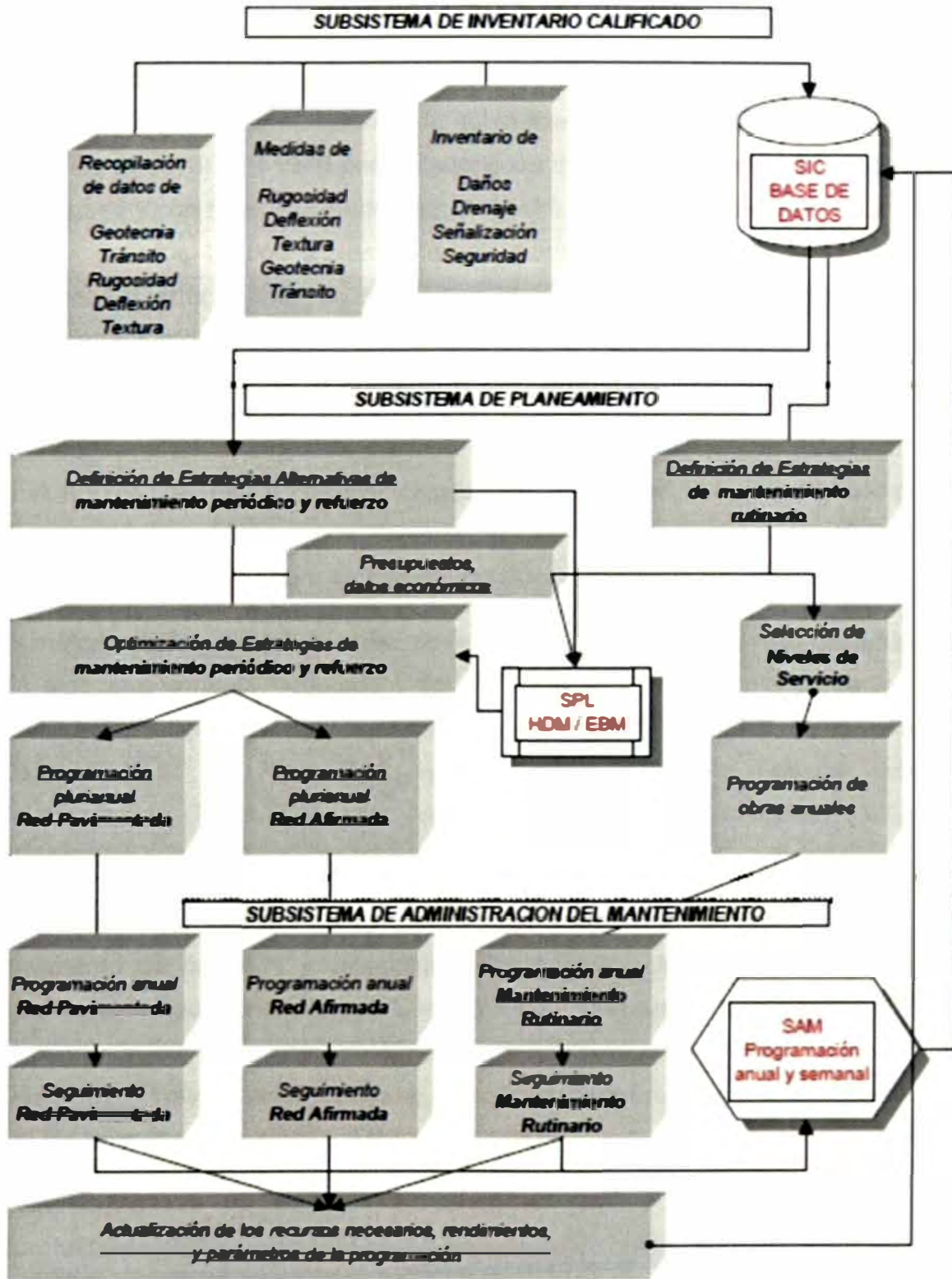
Esquema del Inventario Vial
Figura N° 2.03
(Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones)

2.3.2 Subsistema de Planeamiento

En este subsistema se encuentran comprendidas las estrategias y alternativas para afrontar las intervenciones en la vía, el planeamiento de metas físicas, la asignación de presupuestos y el programa de intervenciones. El planeamiento debería considerar dos intervenciones: en mantenimiento, y en rehabilitación y mejoramiento.

2.3.3 Subsistema de Administración del Mantenimiento

Este subsistema comprende la programación anual de las redes viales pavimentadas y/o afirmadas, mantenimiento periódico, mantenimiento rutinario y el seguimiento de los trabajos correspondientes a la ejecución.



Visión General de los Componentes del SGC
 Figura N° 2.04
 (Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones)

2.4 ANTECEDENTES Y EVOLUCIÓN DEL MÉTODO PCI

El Índice de Condición del Pavimento (P.C.I., por su sigla en inglés) como metodología para la evaluación de la superficie de pavimentos, fue desarrollado entre los años 1974 y 1976 por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, encargado y con fondos provistos por el Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos y ejecutado por los Ingenieros Mohamed Y. Shahin, Michael I. Darter y Starr D. Kohn, con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles, a través del Índice de Condición del Pavimento (P.C.I. – Pavement Condition Index)

Posteriormente fue verificado y adoptado por la Federal Aviation Administration (F.A.A.) y la U.S. Naval Facilities Engineering Command, siendo publicado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos en el Reporte Técnico M-268 (1978) para su primera versión, actualizado en TM-623.

El método P.C.I. para pavimentos de aeropuertos, carreteras y estacionamientos ha sido ampliamente aceptado y formalmente adoptado, como procedimiento estandarizado, por diversas agencias como por ejemplo: la U.S. Department of Defence (U.S. Air Force 1981 y U.S. Army 1982), la Federal Aviation Administration (F.A.A. 1982), la American Public Work Association (A.P.W.A. 1984).

Actualmente el procedimiento para la determinación de la condición del pavimento de caminos y estacionamiento a través de inspecciones visuales usando el método del Índice de Condición del Pavimento (P.C.I.) que cuantifica la condición del pavimento, se encuentra estandarizado según la Norma ASTM D6433-07 "Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos".

Esta norma fue originalmente aprobada en 1999 y su edición anterior fue aprobada en 2003 como D6433-03, bajo la jurisdicción del Comité ASTM E17 "Sistemas de Pavimentos para Vehículos" y bajo responsabilidad directa del Sub-Comité E17.41 Gerencia de Pavimentos.

2.4.1 Aplicación del Método en el Perú

En el Perú se empleó por muchos años un método propio denominado CONREVIAL, el cual tenía la limitación que no llegaba a un indicador final de la condición global del pavimento; este método se basa en un catálogo de fallas, con criterios para definir la severidad y extensión de los deterioros. En los últimos años se ha empezado a utilizar el método del PCI de la Universidad de Illinois, para definir la condición del pavimento.

Para el cálculo del PCI se emplea el método tradicional del seleccionar las muestras de ensayo y efectuar un recorrido de campo para la toma de datos; últimamente se viene trabajando con un sistema de inventariado videográfico georeferenciado de alto pixeleado, denominado YONAPMS.VIDEO, el cual posee un software que permite un viaje virtual a la carretera y el cálculo incorporado del PCI.

Obras donde se empleó el método del PCI en Perú:

- Carretera Arequipa – Matarani.
- Carretera Panamericana Sur, tramo Puente Santa Rosa – Puente Montalvo
- Carretera Ciudad de Dios – Cajamarca, Tramo I: Ciudad de Dios – Chilete

2.4.2 Objetivos de la Aplicación del Método

Una de las grandes preocupaciones de los administradores e ingenieros de infraestructura de carreteras es el mantenimiento. La preservación del valor del patrimonio de las áreas pavimentadas depende, fundamentalmente, del mantenimiento de rutina y/o correctivo. Pavimentos en buenas condiciones proporcionan además de menores costos, mayor seguridad a los usuarios, la conservación y restauración es un factor importante a ser considerado.

La falta de mantenimiento significa desperdiciar inversiones realizadas anteriormente. El mantenimiento de pavimentos equivale a un costo de conservación, el gasto realizado para el mantenimiento de los pavimentos a lo largo del tiempo será compensado, pues, la no conservación de ellos trae consigo costos mayores que muchas veces no pueden ser considerados en las

inversiones anuales. Con un buen mantenimiento se llega a tener un ahorro considerable en las inversiones anuales, para que los pavimentos de un aeropuerto puedan funcionar de forma segura, suave y sin que ocurra fenómenos inadecuados en la interacción vehículo/pavimento.

Actualmente, hay una gran cantidad de métodos de evaluación de las fallas superficiales de los pavimentos. Por otro lado, hay limitaciones en cómo transformar los resultados de las evaluaciones, sea a través de los índices que puedan ser obtenidos, o sea a través de la extensión y severidad de cada tipo de falla, en estrategias de mantenimiento de forma racional y económica.

Objetivos para la evaluación de los pavimentos

- Verificar si el desempeño o la función esperada está siendo alcanzada.
- Obtener información para el planeamiento de mantenimiento y/o restauración.
- Determinar la capacidad estructural
- Determinar el deterioro físico (fallas de los pavimentos: grietas, deformación, envejecimiento, etc.)
- Evaluar la buena calidad de rodaje y seguridad operacional de las aeronaves, bajo cualquier condición meteorológica.
- Reducir los costos de mantenimiento
- Formar programas de banco de datos de confiabilidad para llegar a costos de mantenimiento preventivo.

2.4.3 Características del Método

Entre las características del método de evaluación del PCI, se pueden citar las siguientes:

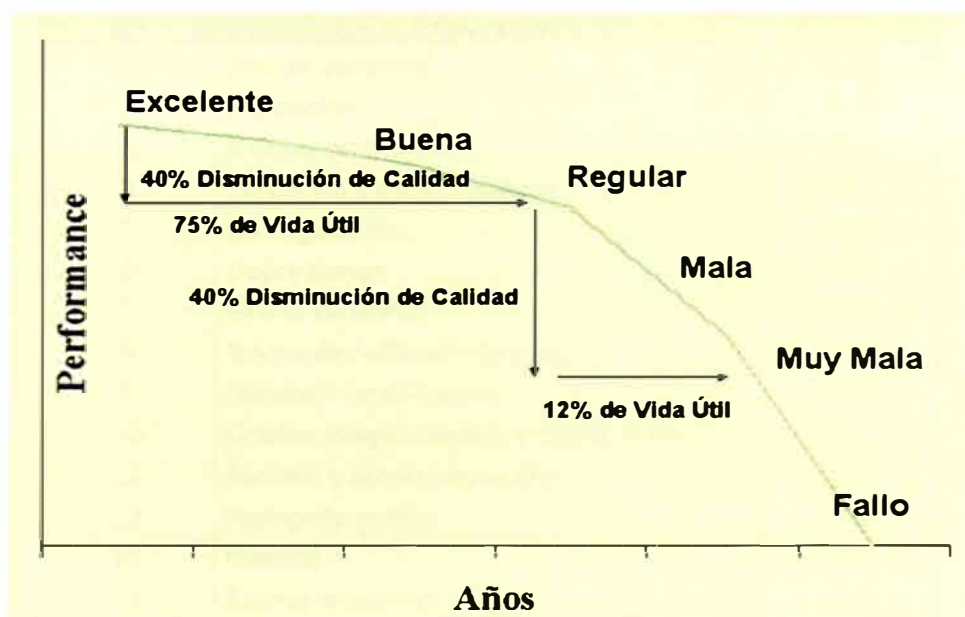
- Fácil empleo.
- No requiere de ningún equipo especial de evaluación, el procedimiento es enteramente visual.
- Ofrece buena confiabilidad estadística de los resultados.
- Suministra información confiable sobre las fallas que presenta el pavimento, su severidad y área afectada.

2.4.4 Identificación y Tipos de Fallas en el Pavimento

Las mezclas asfálticas que se utilizan para los pavimentos están constituidas por gravas, parcialmente trituradas, arena, filler y asfalto como ligante. Los asfaltos pueden ser cementos asfálticos, emulsiones o asfaltos cortados.

A su vez los materiales que forman el paquete estructural del pavimento están conformados por un suelo con propiedades físicas definidas y son sometidos a procesos mecánicos (de compactación y riego de liga) que aseguran un buen funcionamiento en conjunto con la carpeta de rodadura.

Pero estas vías son diseñadas siempre para un tiempo de vida útil, tiempo durante el cual, con un mantenimiento rutinario oportuno, deben ofrecer una serviciabilidad óptima. Pero debido a factores externos y/o internos o al término de su vida útil, se empiezan a mostrar ciertas deficiencias en la vía que disminuyen paulatinamente el grado de serviciabilidad de la carretera. En la figura N° 2.05 se muestra como disminuye el performance del pavimento con el paso de los años.



Ciclo de Vida Útil Típico del Pavimento
 Figura N° 2.05
 (Fuente: www.e-asfalto.com)

Así, como definición de falla se define a toda aquella discontinuidad en la estructura del pavimento, que puede tener sus orígenes en la misa carpeta de rodadura o en sus paquetes estructurales. Estas fallas incidirán siempre de

manera negativa disminuyendo el índice de serviciabilidad del pavimento y a su vez tienen la característica de tender a degenerar cada vez más rápidamente.

Las fallas sean de cualquier clase pasan por un periodo de evolución, que va del grado leve hasta el severo, durante el periodo lee estas fallas son casi imperceptibles y no generan mayor dificultad en el tránsito, pero es el momento en el cual deben ser ya identificadas para su tratamiento posterior, y evitar a todas costa que llegue a ser una falla del tipo severo.

Entre las fallas descritas en el método del PCI, se consideran un total de diecinueve (19), que involucran a todas aquellas que se hacen comunes en la degradación del pavimento. La relación completa de fallas, las cuales se encuentran normadas por la ASTM D6433 referido a pavimentos flexibles, esta descripción de las fallas se muestra en el cuadro 2.01.

Relación de Fallas PCI
 Cuadro N° 2.01

Nº	Descripción	Unidades
1	Piel de cocodrilo	m2
2	Exudación	m2
3	Grietas en bloque	m2
4	Elevación y hundimientos	m
5	Corrugaciones	m2
6	Depresiones	m2
7	Grieta de borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel carril/berma	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Bacheo y zanjas reparadas	m2
12	Agregado pulido	m2
13	Huecos	nº
14	Acceso a puentes	m2
15	Ahuellamiento	m2
16	Deformación por empuje	m2
17	Grietas de deslizamiento	m2
18	Hinchamientos	m2
19	Peladura	m2

(Fuente: Elaboración Propia)

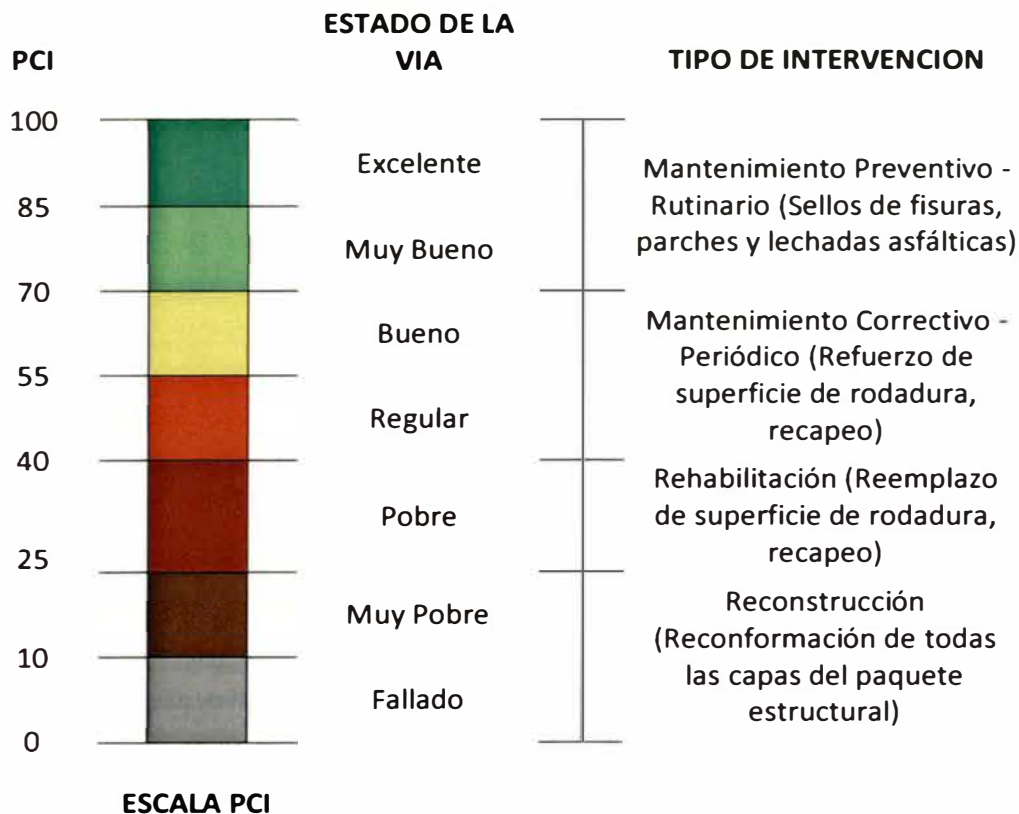
CAPITULO III: APLICACIÓN DEL MÉTODO PCI Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

RESULTADOS

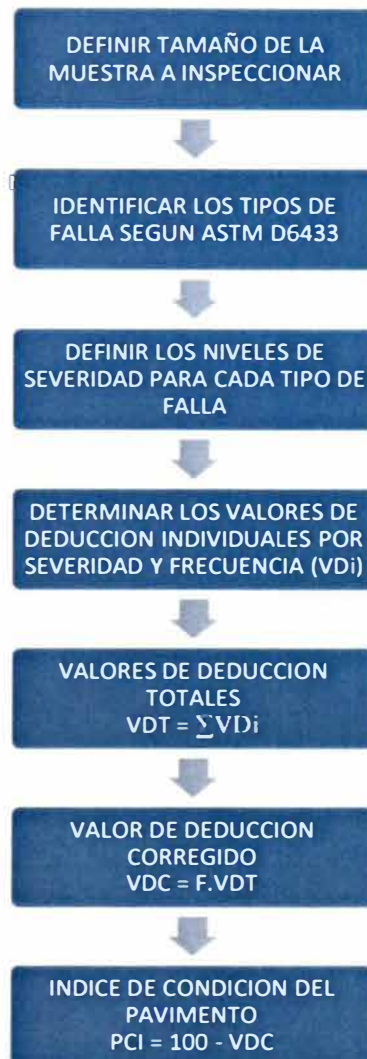
3.1 METODOLOGÍA

La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las formulaciones que constituyen el sistema. Se realizó la evaluación superficial del pavimento por el método PCI (Pavement Condition Index), tomando unidades de muestreo de 40m de longitud de la vía, obteniendo un área a evaluar de 260m² para cada unidad de muestreo.

El PCI desarrollado por el sistema PAVER es comúnmente utilizado para la gestión de pavimentos, y su escala es del 0 a 100, tal y como se aprecia en la figura 3.01.



Escalas del PCI y Tipos de Intervención
Figura N° 3.01
(Fuente: Elaboración Propia)



Procedimiento para la Determinación del PCI
Figura N° 3.02
(Fuente: Elaboración Propia)

3.2 METRADO DE FALLAS Y RESULTADOS

Se realizó una inspección visual y superficial en la zona de proyecto para el levantamiento de fallas en la superficie de rodadura, la evaluación fue para tramos de 40 metros, de donde se obtendrá 50 valores de PCI en total para todo el tramo en estudio, con estos valores se evaluará en que condición se encuentra la superficie de pavimento.

De los datos obtenidos en campo (Carretera Cañete – Lunahuaná: km 31+000 – km 33+000), se lograron identificar las siguientes fallas catalogadas por la ASTM D6433 como:

- Piel de cocodrilo: medio
- Agrietamiento en bloque: bajo – medio – alto
- Grieta de borde: bajo – medio
- Grietas longitudinales y transversales: bajo – medio – alto
- Huecos: bajo – medio
- Desprendimiento de agregado: bajo – medio – alto

Aplicando la metodología sugerida por la ASTM D 6433 -07 (Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys) se obtuvo como resultado los siguientes valores del PCI para cada unidad de muestra según el cuadro 3.01:

Escalas del PCI y Condición del Tramo
Cuadro N° 3.01

Tramo	Progresivas		PCI	Condición
DEL KM 31+000 - AL KM 32+000	31+000	31+040	40	Malo
	31+040	31+080	52	Regular
	31+080	31+120	61	Bueno
	31+120	31+160	62	Bueno
	31+160	31+200	46	Regular
	31+200	31+240	58	Bueno
	31+240	31+280	62	Bueno
	31+280	31+320	68	Bueno
	31+320	31+360	68	Bueno
	31+360	31+400	59	Bueno
	31+400	31+440	61	Bueno
	31+440	31+480	54	Regular
	31+480	31+520	46	Regular
	31+520	31+560	46	Regular
	31+560	31+600	38	Malo
	31+600	31+640	53	Regular
	31+640	31+680	41	Regular
	31+680	31+720	42	Regular
	31+720	31+760	20	Muy Malo
	31+760	31+800	21	Muy Malo
31+800	31+840	16	Muy Malo	
31+840	31+880	45	Regular	
31+880	31+920	73	Muy Bueno	
31+920	31+960	70	Bueno	
31+960	32+000	77	Muy Bueno	

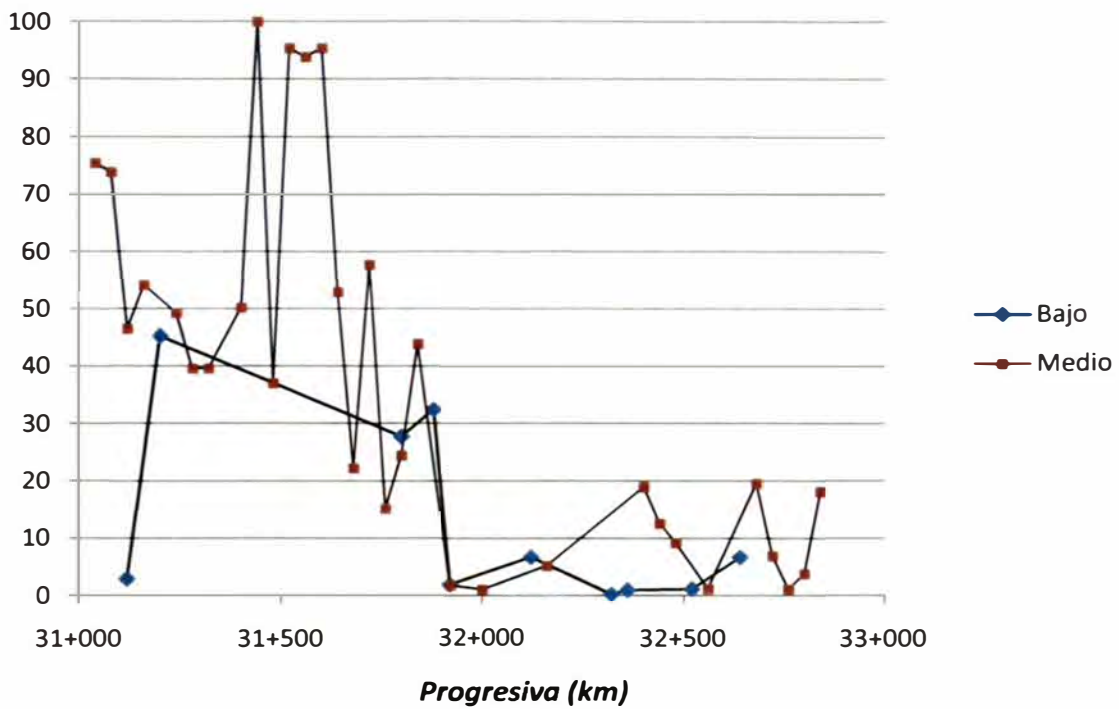
Tramo	Progresivas		PCI	Condición
DEL KM 32+000 - AL KM 33+000	32+000	32+040	78	Muy Bueno
	32+040	32+080	71	Muy Bueno
	32+080	32+120	77	Muy Bueno
	32+120	32+160	58	Bueno
	32+160	32+200	82	Muy Bueno
	32+200	32+240	68	Bueno
	32+240	32+280	85	Muy Bueno
	32+280	32+320	90	Excelente
	32+320	32+360	98	Excelente
	32+360	32+400	74	Muy Bueno
	32+400	32+440	57	Bueno
	32+440	32+480	82	Muy Bueno
	32+480	32+520	64	Bueno
	32+520	32+560	59	Bueno
	32+560	32+600	49	Regular
	32+600	32+640	60	Bueno
	32+640	32+680	54	Regular
	32+680	32+720	59	Bueno
	32+720	32+760	62	Bueno
	32+760	32+800	73	Muy Bueno
32+800	32+840	61	Bueno	
32+840	32+880	62	Bueno	
32+880	32+920	81	Muy Bueno	
32+920	32+960	76	Muy Bueno	
32+960	33+000	54	Regular	

(Fuente: Elaboración Propia)

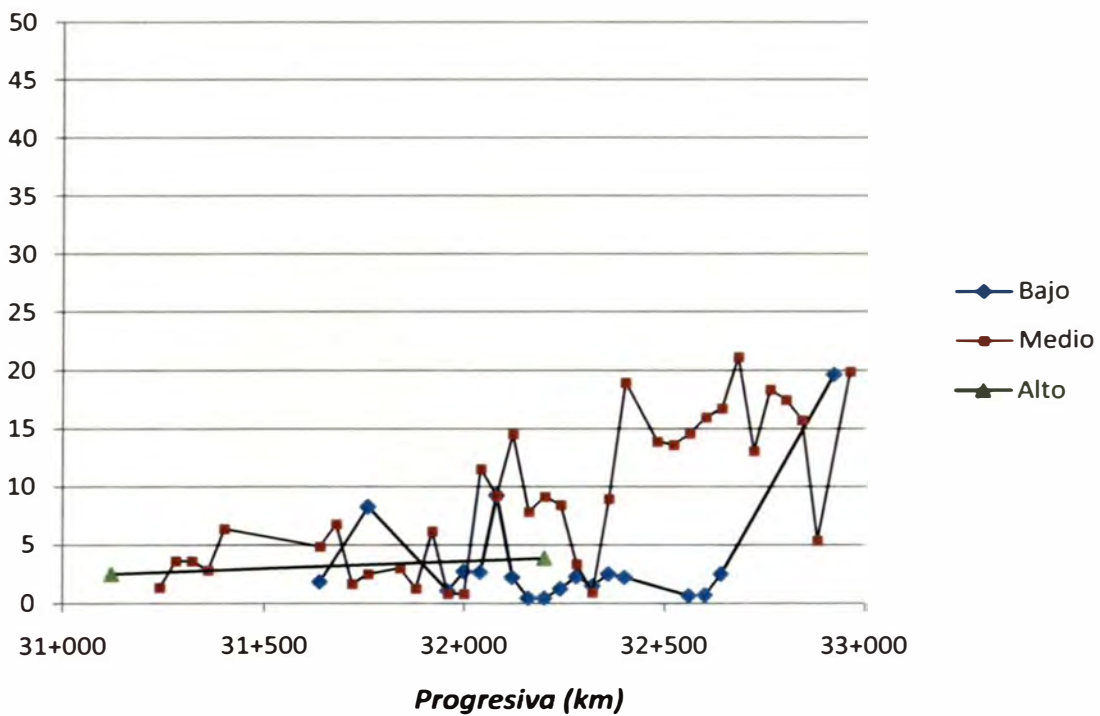
3.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

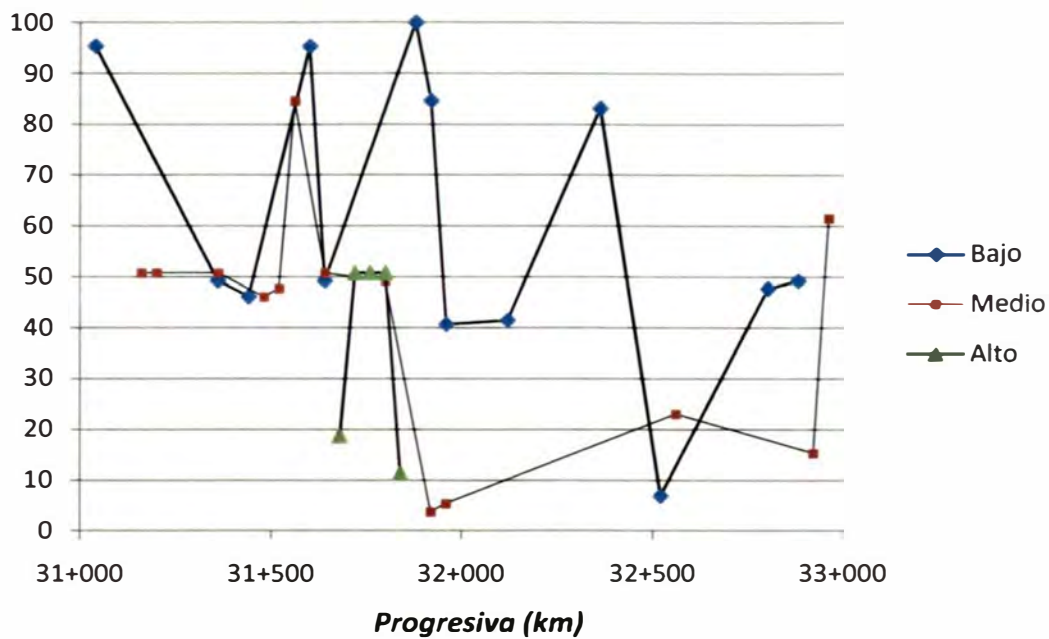
De la evaluación realizada en la zona de proyecto: Carretera Cañete – Lunahuana, (tramo: km 31+000 – km 33+000), identificando el tipo de falla según ASTM D6433, se presentan los gráficos de incidencia de las manifestación de deterioro más representantes (en sus 3 niveles de severidad), encontrado a lo largo del tramo en estudio tal como muestra las figuras N° 3.03, N° 3.04, N° 3.05.

Cabe recalcar que la incidencia; es decir, la densidad de un determinado deterioro se obtiene calculando la proporción de área afectada respecto al área total de la sección evaluada y se expresa en porcentaje.



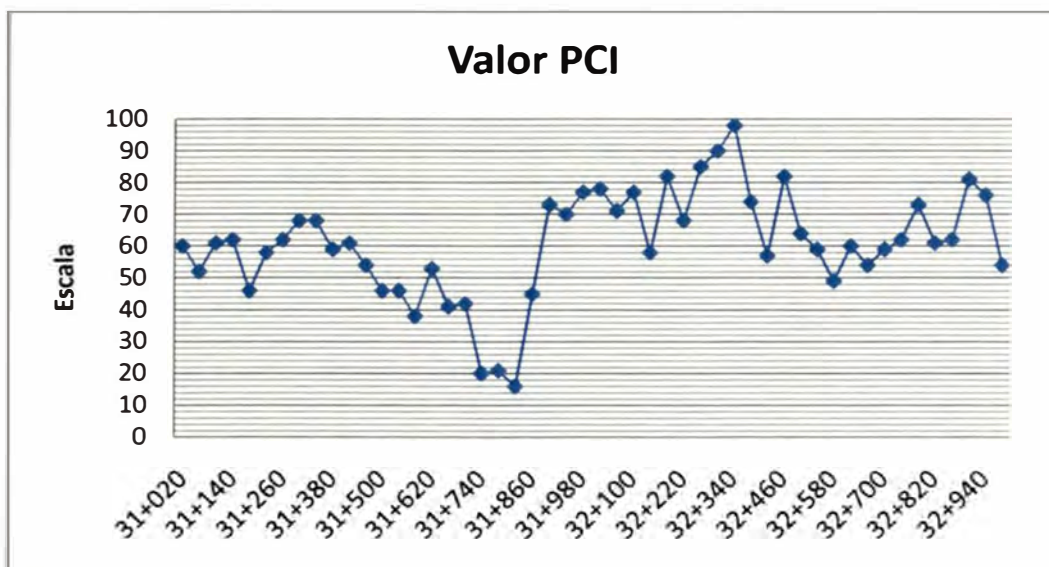
Grieta en Bloque (% Incidencia vs Progresiva)
Figura N° 3.03
(Fuente: Elaboración Propia)





Peladura (% Incidencia vs Progresiva)
Figura N° 3.05
(Fuente: Elaboración Propia)

Una vez culminado la identificación de fallas superficiales en campo y habiendo determinado los metrados correspondientes, se procedió a calcular los valores PCI (véase figura N° 3.06), según la metodología inicialmente descrita y mediante la aplicación de las respectivas ecuaciones de deducción de acuerdo al tipo de falla



Valor del PCI
Figura N° 3.06
(Fuente: Elaboración Propia)

Luego de evaluar los resultados reflejados, se puede concluir que el tramo en estudio km 31+000 – km 33+000 de la Carretera Cañete – Lunahuana, presenta valores medios de PCI con una media aritmética de 60.66 en todo el tramo de la vía en estudio, por lo tanto la vía se encuentra en condición buena, con excepción del sector km 31+720 – km 31+780, que la condición se encuentra muy mala.

CAPITULO IV: INVENTARIO VIAL Y GIS COMO HERRAMIENTA DE GESTION VIAL

4.1 IMPORTANCIA DE LA INSPECCION

En el pavimento constantemente se presentan esfuerzos que producen defectos menores. Estos pueden ser causados por un cambio en la temperatura, en el contenido de humedad, el tránsito o por acomodos pequeños de las capas inferiores del suelo. Las grietas, baches, depresiones y otros tipos de fallas son muestra evidente del desgaste del pavimento.

La detección oportuna y la reparación de los defectos menores, es sin duda, el trabajo más importante que debe realizar la brigada de mantenimiento. Las grietas y otros deterioros superficiales, que en su primera etapa no son notables, pueden ser la causa de serios defectos si no son reparados. Es por esto que debe realizarse la inspección de una manera frecuente y por personal capacitado.

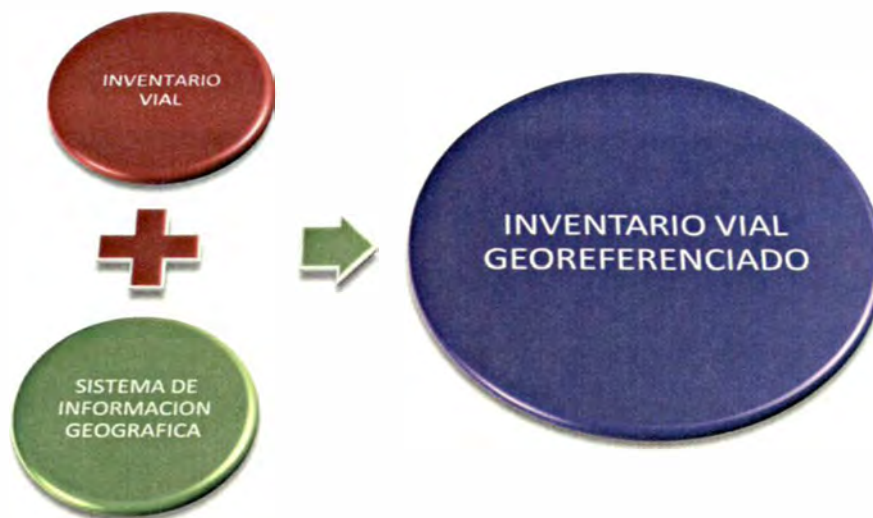
Una vez que se detecta la falla, la reparación debe realizarse tan pronto como sea posible.

Es esencial que se determine la causa o causas de las fallas detectadas, antes de iniciar las acciones para remediarlas. En muchos casos, si la causa de la falla no es determinada y corregida antes de la reparación, el pavimento volverá a tener los mismos problemas en un corto periodo de tiempo. Es muy importante establecer la causa y el efecto de las fallas.

4.2 INVENTARIO VIAL GEOREFERENCIADO

Gracias al uso de tecnologías en software como es el ArcGIS y en equipos de navegación como el GPS, es posible georeferenciar los datos de los componentes de una vía que previamente han sido tomadas en campo y agregar características para cada componente como puede ser: estado de conservación, fotografías, algún comentario o recomendación; además es posible integrar datos de diferentes fechas de evaluación y así poder conocer cómo es la variación del estado de conservación de un componente con respecto al tiempo, como por ejemplo como varia el nivel de deterioro superficial de un pavimento,

esto nos ayuda para ejecutar oportunas intervenciones de acuerdo a las necesidades reales (véase figura N° 4.01).



Inventario Vial Georeferenciado
Figura N° 4.01
(Fuente: Elaboración Propia)

4.3 FICHAS DE REPORTE

La ficha de reporte, es un Sistema de Información Calificada, que forma una Base de Datos, por ejemplo: demarcación y codificación de las carreteras, calzadas y carriles, características geométricas, estructura de las capas de rodadura y de las capas inferiores, rugosidad (IRI), deflexiones, daños de los pavimentos (estructurales y superficiales), catastro de elementos de drenaje, señalización, seguridad, informaciones de tránsito (volumen, tasa de crecimiento, factor de vehículo), y otros. Por tanto, utiliza un Banco de Datos, muy confiable, bastante amplio, pero de simple acceso y manejo.

4.4 VENTAJAS DEL SIG EN EL SISTEMA DE GESTION DEL MANTENIMIENTO

- Visualizar la ubicación de las vías de una Red Vial.
- Elaboración de mapas temáticos de los tramos de las vías en función de la condición de las mismas.

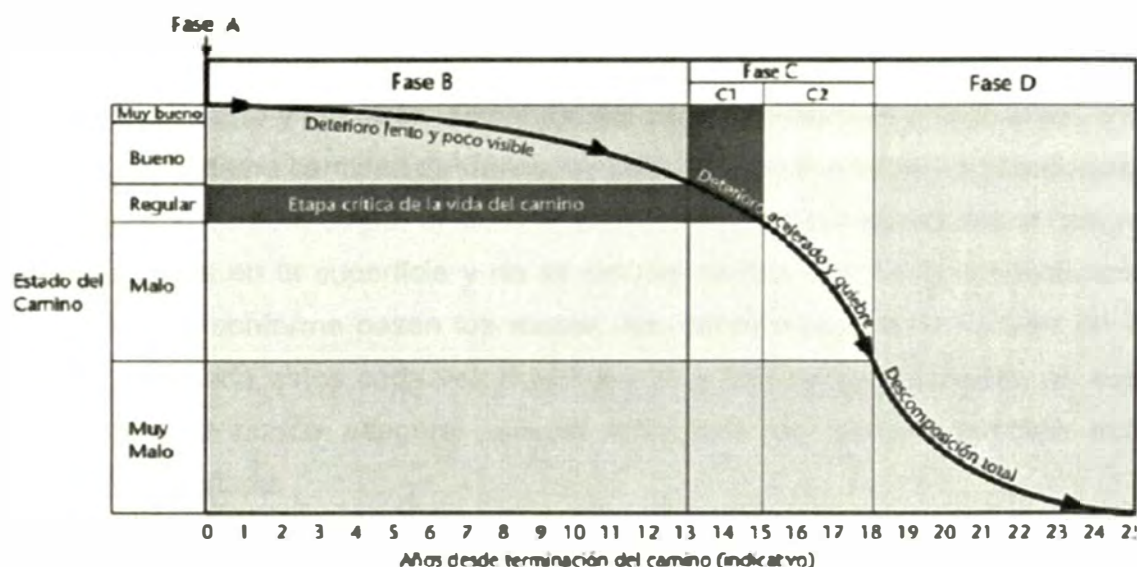
- Clasificación y visualización de las vías de acuerdo a algún criterio que tenga representación en la base de datos.
- Acceder a las características de cada tramo.
- Visualizar el recorrido virtual de cada tramo
- Poner en marcha un sistema de gestión que permita la estimación de las necesidades futuras de conservación y mejoramiento, y aplicar un enfoque racional de gestión basado en procesos formales de planeamiento y programación.

CAPITULO V: EVOLUCION DE LAS FALLAS EN EL TIEMPO

5.1 ETAPAS DE DETERIORO EN LA VIDA ÚTIL DE UNA CARRETERA

Estas estructuras están regidas por un ciclo de vida útil que, dado que tiende a repetirse, se denomina “normal”. Este ciclo consta de cuatro etapas que determinaran su deterioro con el transcurso del tiempo.

Cabe mencionar que el ciclo se aplica a todo tipo de caminos, como los flexibles, rígidos o afirmados; pero con ligeras diferencias en lo que se refiere a los tiempos de duración de las distintas etapas; no obstante, el mensaje de fondo es el mismo en todos los casos: no debe permitirse el deterioro excesivo o la destrucción de la estructura básica de los caminos sin importar del tipo que sean (véase figura N° 5.01).



Deterioro del camino vs tiempo
 Figura N° 5.01
 (Fuente: CEPAL)

La primera fase (A) del ciclo es la de “Construcción”, que, como su nombre lo indica, consiste en la construcción del camino (tenga este o no un proyecto definido y el proceso constructivo se ajuste o no a las normas establecidas) que, una vez terminado, entra en funcionamiento en excelentes condiciones y listo para satisfacer las necesidades de los usuarios.

La fase siguiente (B) es la de “Deterioro lento y poco visible”, que durará cierta cantidad de años (que dependerá, en parte, del tipo de camino que sea) en los

cuales el camino se desgastará y debilitará lentamente; lo que más se deteriorará será el pavimento en sí, pero también habrá desgaste de la estructura general. Los factores que influyen en el desgaste son variados y van desde el volumen de tránsito de vehículos ligeros o pesados, el peso de la carga que transportan estos últimos (exceso de carga), hasta las condiciones climáticas, la lluvia, la radiación solar, cambios en la temperatura, etc. Asimismo, dependerá de la calidad de la construcción inicial.

A pesar de la importancia del mantenimiento rutinario para la buena conservación de los caminos, en muchos países a lo largo del mundo, estos procedimientos de mantenimiento son prácticamente nulos; el principal motivo de esto es el financiamiento insuficiente, ya sea porque son escasos o porque estos recursos se destinan a mejorar caminos en muy mal estado en vez de a conservar la calidad de los no tan deteriorados.

La tercera fase (C) se denomina de "Deterioro acelerado y quiebre". En esta fase, el pavimento y los otros elementos del camino empiezan a "agotarse", y el camino, a la misma cantidad de tráfico, empieza a resistir menos y a deteriorarse más. Al inicio de esta etapa, el camino aún se ve bien para los usuarios: casi no presenta fallas en la superficie y no se percibe ningún tipo de falla estructural. Sin embargo, conforme pasan los meses, los daños empiezan a notarse en la superficie, siendo estos cada vez más severos y frecuentes. Es recién en este punto que se puede asegurar que la estructura del camino también está seriamente dañada.

Los daños empiezan en lugares puntuales, pero se van extendiendo hasta que se convierten en algo generalizado. Generalmente esta fase dura entre dos y cinco años, tiempo relativamente corto, puesto que una vez que el daño se generaliza, la destrucción se acelera cada vez más. Por eso, en un esquema sano de conservación vial, el camino debería reforzarse al inicio de esta fase, de modo que se evite el deterioro acelerado del camino, se mantenga intacta la estructura básica existente y se asegure la capacidad estructural del camino de modo que pueda ser apto para el tránsito durante otro periodo prolongado.

Los costos de reforzar la superficie de los caminos (lo necesario al inicio de la fase C) son relativamente bajos; en el caso de los caminos pavimentados, el refuerzo de la carpeta asfáltica alcanza, aproximadamente, es el 10% del valor

original del camino. Después de este refuerzo, el camino vuelve a ser adecuado para la circulación por muchos años más. Sin embargo, dado que al inicio de la fase C el deterioro no es perceptible y los vehículos no sienten la diferencia, no se interviene a tiempo y, con el paso del mismo, un refuerzo que habría servido al inicio de la fase C ya no es suficiente: deberán repararse los daños estructurales (destruir y volver a construir las partes dañadas), y luego colocar el refuerzo sobre toda la superficie del camino. Este proceso de reparar el camino, tanto superficial como estructuralmente, es denominado "rehabilitación".

Asimismo, debe mencionarse que, aunque al inicio y durante la mayor parte de la fase C los daños no son perceptibles, poco a poco los vehículos irán sintiendo molestias producto de las irregularidades de la superficie: al finalizar la fase C y durante la D, la única alternativa es la de reconstruir completamente el camino, solo que ya no a un costo de 10% del valor inicial (como el mantenimiento), sino entre un 50% y 80%.

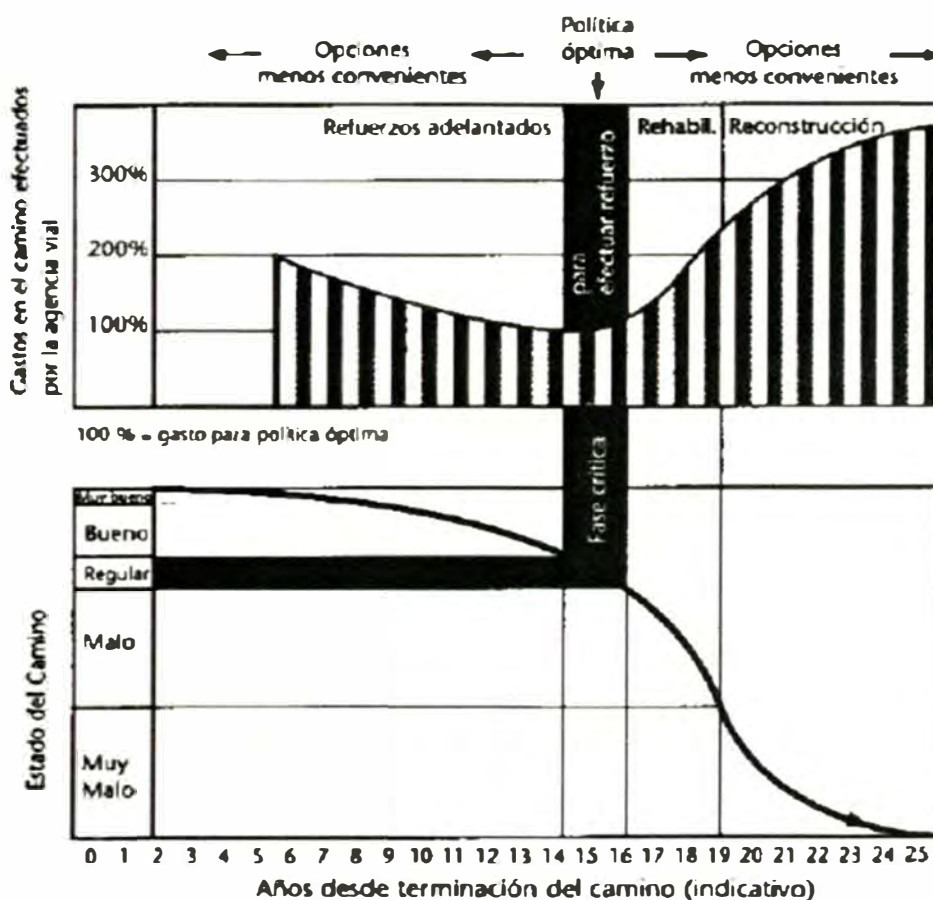
La última fase (D) es la de la "Descomposición total", en la cual el camino se encuentra en la fase final de su vida útil y termina por destruirse totalmente. Lo primero en notarse es la pérdida del pavimento (con el paso de vehículos pesados, este empieza a desprenderse por pedazos); los vehículos empiezan a deteriorarse, producto del mal estado de la pista, y a sufrir serios daños en los neumáticos, ejes, amortiguadores y chasis; esto genera un aumento en los costos de operación de los vehículos y en la cantidad de accidentes. Finalmente, se llega a un estado en que los caminos ya no pueden ser transitados por vehículos normales.

5.2 ESQUEMA DE CONSERVACION

Como se desprende de lo anterior, existe un momento preciso para la intervención de mantenimiento; para los caminos asfaltados, este sería al inicio de la fase C. Sin embargo, debe mencionarse que hay un costo por realizar las labores de conservación antes de ese momento y otros por realizarlas demasiado tarde. En el primer caso, al efectuar el mantenimiento anticipadamente se está perdiendo la oportunidad de rentabilizar el dinero por ese periodo de tiempo (costo de oportunidad del capital); pero, por otro lado, si el mantenimiento se efectuara demasiado tarde, se podrían generar daños estructurales en el camino y la pérdida sería mucho mayor, pues ya no se

necesitaría una intervención sencilla para repararlo, sino algo más complejo y costoso.

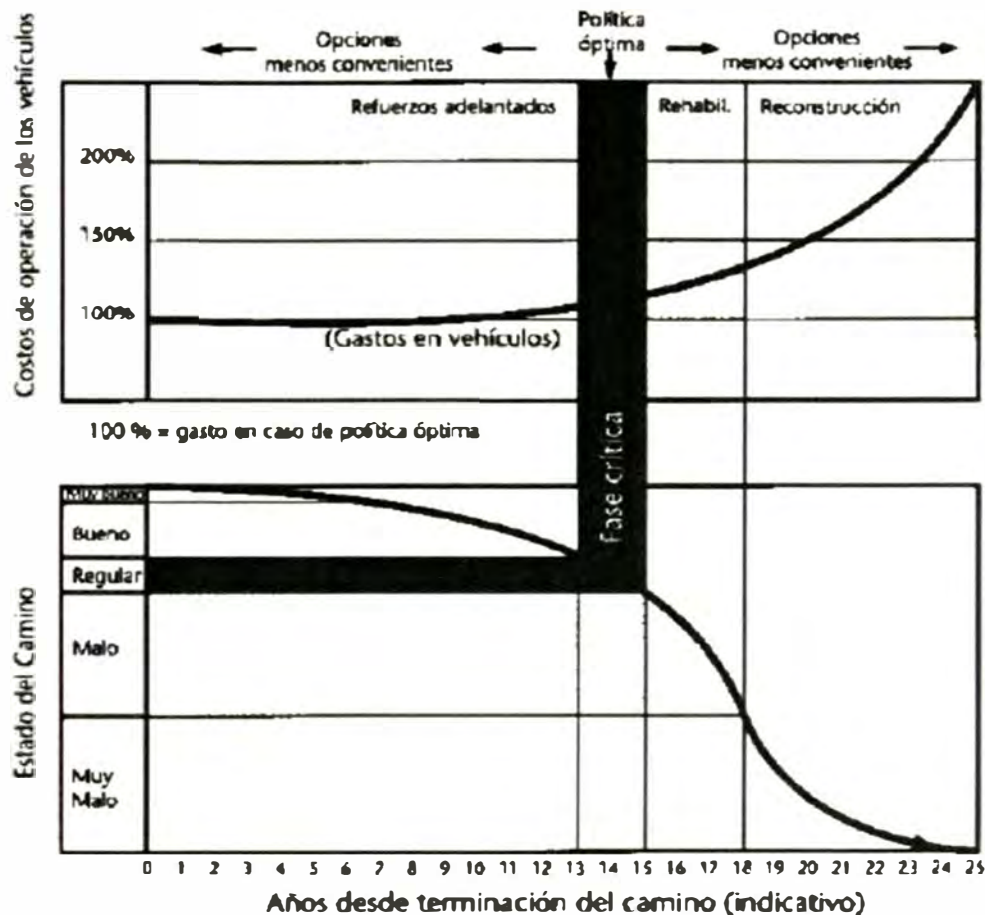
Como se observa en la figura N° 5.02, el momento de intervención “óptimo” es aquel en que la pavimentación está en estado regular (o bueno), pues es en esta etapa que los gastos que necesitan efectuarse son menores. Asimismo, se puede observar que adelantar los refuerzos es menos costoso que retrasarlos (esta segunda opción puede terminar costado 3.5 veces más que la política óptima).



Gasto a lo largo del tiempo de un camino según distintos escenarios de políticas de intervención
Figura N° 5.02
(Fuente: CEPAL)

Asimismo, es importante señalar que el deterioro no es el único efecto del mantenimiento fuera de tiempo, sino que también se aumentan los costos de operación de los usuarios, pues se deterioran sus vehículos (inicialmente menos, luego esto va agudizándose). Se estima que estos sobrecostos podrían superar el 1% del producto del país en cuestión. En la figura N° 5.03, se observa que, si

la autoridad vial aplica una política de mantenimiento en el momento correcto; es decir, cuando el estado de la carretera aun es "regular", los costos de operación de los usuarios prácticamente no varían, mientras que, conforme se empieza a deteriorar más aceleradamente el estado de los caminos, este costo aumentará cada vez más rápidamente.

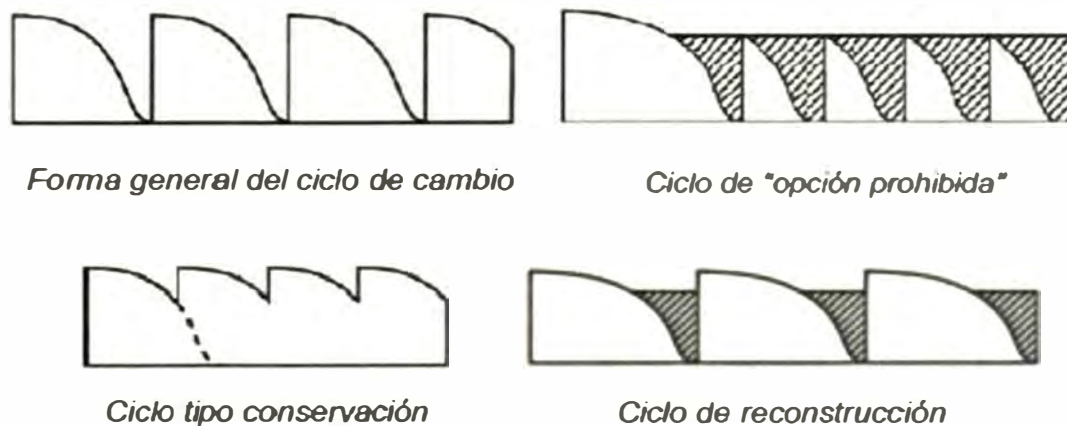


Costo de operación de los vehículos según distintos escenarios de políticas de intervención
Figura N° 5.03
(Fuente: CEPAL)

Es evidente, pues, que una política de mantenimiento vial saludable y oportuno, implica un ahorro de recursos importante. No obstante, la principal dificultad radica en estimar cuándo es ese momento exacto; para esto, existen instrumentos muy complejos.

Ahora bien, existen dos opciones que deben considerarse para la intervención: el momento preciso y el tipo de intervención requerida. Con respecto al tiempo,

debería conocerse a priori cuál es el momento correcto para intervenir. Si se conocen estos momentos óptimos, puede elegirse adelantar las reparaciones para, por ejemplo, evitar congestión en la fuerza laboral de las empresas contratistas o empleados públicos, evitar sobrecostos, mal clima, etc; sin embargo, también podría retrasarse el mantenimiento, pero esto nunca resulta conveniente (ya sea por falta de recursos u otros motivos). Por otro lado, en lo que se refiere al tipo de intervención, es importante conocer qué tipo de mantenimiento se debe hacer y qué tanto durará éste, de modo que se pueda planificar otra intervención. Las intervenciones, en un esquema sano de conservación, deberían ser de mediano o largo plazo, pero por motivos económicos muchas veces terminan aplicándose medidas cortoplacistas.



Representación gráfica del ciclo de deterioro de los caminos
Figura N° 5.04
(Fuente: CEPAL)

La opción que nunca debe elegirse (la "opción prohibida") es la de postergar las actividades de mantenimiento hasta que el camino está tan deteriorado que la opinión pública exige una intervención (véase figura N° 5.04); en ese momento, en vez de proceder a reconstruir la carretera (como sería necesario), a falta de recursos, se hacen concesiones para reparaciones de emergencia a costos elevados y de poca duración. Este tipo de obras "urgentes" son las que le restan presupuesto al mantenimiento de las vías que aún están en buen estado, pero que dejarán de estarlo pronto.

A través figura N° 5.01, se puede comprender el ciclo de vida de los caminos. En el primer caso se observa que, inicialmente, el camino está óptimo y empieza a

bajar su calidad gradualmente hasta que llega a un punto en que esta caída empieza a acelerarse; normalmente, las autoridades intervienen cuando el camino está destruido y lo rehabilitan para dejarlo, nuevamente, en condiciones óptimas y así volver a iniciar el ciclo; sin embargo, podría hacerse mantenimiento oportuno a los caminos y nunca llegar a la descomposición total.

En un esquema de conservación saludable, la intervención de mantenimiento debería hacerse antes de iniciar el deterioro acelerado, por lo que el camino volvería a estar en óptimas condiciones y nunca llegaría a presentar daño estructural. Asimismo, los costos de este tipo de intervención son mucho más bajos, pero se necesita planificación y asignación correcta de recursos. Finalmente, como es el caso más frecuente en América Latina, puede dejarse que el camino se destruya totalmente antes de intervenir y, en cada ocasión, “rehabilitar” el camino desde su estructura misma (o mediante la “opción prohibida”) para volverlo a dejar óptimo a un costo mucho mayor que el de mantenimiento.

CAPITULO VI: MÉTODOS DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN

6.1 MANTENIMIENTO

El “mantenimiento vial”, en general, es el conjunto de actividades que se realizan para conservar en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen el camino y, de esta manera, garantizar que el transporte sea cómodo, seguro y económico. En la práctica lo que se busca es preservar el capital ya invertido en el camino y evitar su deterioro físico prematuro.

Las actividades de mantenimiento se clasifican, usualmente, por la frecuencia como ser repiten: rutinarias y periódicas. En la realidad todas con periódicas, pues se repiten cada cierto tiempo en un mismo elemento. Sin embargo, en la práctica las rutinarias se refieren a las actividades repetitivas que se efectúan continuamente en diferentes tramos del camino y las periódicas son aquellas actividades que se repiten en lapsos más prolongados, de varios meses o de más de un año. Bajo estas consideraciones, se definen el mantenimiento rutinario, mantenimiento diferido y mantenimiento periódico de la siguiente manera:

6.1.1 Mantenimiento Rutinario

Es el conjunto de actividades que se ejecutan permanentemente a lo largo del camino y que se realizan diariamente en los diferentes tramos de la vía. Tiene como finalidad principal la preservación de todos los elementos del camino con la mínima cantidad de alteraciones o de daños y, en lo posible, conservando las condiciones que tenía después de la construcción o la rehabilitación. Debe ser de carácter preventivo y se incluyen en este mantenimiento, las actividades de limpieza de las obras de drenaje, el corte de la vegetación y las reparaciones de los defectos puntuales de la calzada entre otras. En los sistemas tercerizados de mantenimiento vial, también se incluyen actividades socio-ambientales, de atención de emergencias viales menores y de cuidado y vigilancia de la vía.

6.1.2 Mantenimiento Diferido

Son las acciones y actividades de mantenimiento que deberían haberse efectuado en el pasado, pero que por alguna razón no se realizaron. Tiene como objetivo restablecer las condiciones de transitabilidad de una vía evitando que los deterioros no atendidos con oportunidad sean más graves e irreversibles, que puedan conllevar a una posterior rehabilitación o reconstrucción.

6.1.3 Mantenimiento Periódico

Es el conjunto de actividades que se ejecutan en periodos, 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 este mantenimiento son la reconfirmación de la superficie de rodadura existente y las reparaciones de los diferentes elementos físicos del camino. En los sistemas tercerizados de mantenimiento vial, también se incluyen actividades socio-ambientales, de atención de emergencias viales menores y de cuidado y vigilancia de la vía.

6.2 PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO

Desde el principio, se debe tener claro, que los trabajos de mantenimiento y conservación debe incluir la carretera propiamente dicha y su entorno. En otras palabras, la calzada y los demás elementos como son las bermas, las obras de drenaje, las obras de contención, los taludes, los puentes, la señalización y todo el equipamiento para la adecuada operación de la vía.

La calzada tiene la función principal de permitir que la movilización de los vehículos sea fluida, cómoda, económica y segura, condiciones que solo se logran cuando se mantiene permanentemente ciertas características físicas en la superficie de rodadura. Estas características físicas tienden a deteriorarse por el efecto de la circulación de las cargas de tránsito, especialmente por las de mayor peso, y por la acción del clima, en cuanto a temperatura y lluvias. La rapidez del deterioro, en consecuencia, depende de las condiciones del tránsito y del clima y de las características del pavimento, en cuanto a la subrasante, los espesores de las capas y las propiedades de los materiales que los constituyen.

Los procedimientos o tipo de actividades de mantenimiento para corrección de las fallas en pavimentos asfálticos, se muestra en el siguiente cuadro:

Actividades de Conservación en Pavimentos Flexibles
 Cuadro N° 6.01

Actividades de Mantenimiento en Pavimentos Flexibles	Tipo de Mantenimiento
Sellado de fisuras y grietas	Rutinaria
Bacheo superficial	Rutinaria
Bacheo profundo	Rutinaria
Sellos asfálticos	Periódica
Reparación de bermas en material granular	Periódica
Reparación de bermas asfaltadas	Periódica
Imprimación reforzada	Periódica
Colocación de recapados asfálticos	Periódica

(Fuente: MTC, Elaboración Propia)

- **El sello de fisuras** (aberturas iguales o menores a 3 mm) y de grietas (aberturas mayores a 3 mm) consiste en la colocación de materiales especiales sobre o dentro de las fisuras o en realizar el relleno con materiales especiales dentro de las grietas. El objetivo del sello de fisuras y de grietas es impedir la entrada de agua y la de materiales incompresibles como piedras o materiales duros dentro de ellas y, de esta manera, minimizar y/o retardar la formación de agrietamientos más severos como los de piel de cocodrilo y la posterior aparición de baches.
- **El Bacheo Superficial** consiste en la reparación de baches, entendidos éstos como las desintegraciones parciales del pavimento en forma de hueco, cuya reparación se conoce como bacheo. Generalmente tienen su origen en mezclas mal dosificadas o con compactación insuficiente. Esta actividad es una de las más difundidas técnicamente en la conservación de pavimentos flexibles. El Bacheo Superficial comprende la reparación de baches y el reemplazo de áreas del pavimento que se encuentren deterioradas, siempre que afecten exclusivamente a la carpeta asfáltica, encontrándose en buenas condiciones la base granular y demás capas de suelos. El objetivo del Bacheo Superficial es recuperar las condiciones para una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad,

rapidez y economía. Además, para minimizar y/o retardar la formación de daños más severos en el pavimento.

- **El Bacheo Profundo** consiste en la reparación, bacheo o reemplazo de una parte severamente deteriorada de la estructura de un pavimento flexible, cuando el daño afecte tanto a la o las capas asfálticas como, a lo menos, parte de la base y subbase. El procedimiento se debe aplicar para reparar áreas que presenten fallas originadas por agrietamientos de las diversas capas asfálticas y/o por debilitamiento de la base, subbase y/o subrasante. El objetivo del Bacheo Profundo es recuperar las condiciones estructurales y superficiales para una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez y economía. Además, para minimizar y/o retardar la formación de daños más severos en el pavimento.
- **Los Sellos Asfálticos** consisten en recubrimientos sobre pavimentos flexibles con un riego asfáltico, sólo o combinado con algún agregado, cualquiera fuera la extensión de la superficie por tratar. Los tipos de sellos que aquí se incluyen son: riego con emulsión, lechada asfáltica, sello de arena-asfalto y tratamiento superficial simple. El objetivo de los Sellos Asfálticos es la protección oportuna de pequeñas fisuras y resquebrajamiento que se presentan en la superficie y que normalmente son precursores de daños graves cuando no hay una intervención a tiempo. Asimismo, se utilizan para recuperar las condiciones superficiales de calzadas desgastadas o pulidas y, de esta manera, contribuir a una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez y economía. Además, para minimizar y/o retardar la formación de daños más severos en el pavimento. En este sentido, las técnicas de sellado asfáltico tienen por finalidad aplicar medidas que pueden ser preventivas, correctivas o ambas.
- La actividad se refiere a la **reparación de bermas granulares** no revestidas en calzadas con pavimento flexible, que se encuentren desniveladas respecto del borde del pavimento, que estén deformadas o cuya geometría no se ajuste a un plano liso con una pendiente uniforme y adecuada. El objetivo es recuperar las condiciones de seguridad para los usuarios, pues un desnivel entre la calzada y la berma es peligroso para

la estabilidad de algún vehículo que ocasionalmente pueda salir de la pista de circulación, en especial si debe hacerlo a cierta velocidad. En este sentido, se considera inseguro un desnivel mayor de 40 mm. Esta condición también afecta negativamente al pavimento ya que lo deja sin confinamiento lateral, lo que origina la aparición de grietas en forma de media luna en el borde de la calzada.

- La actividad se refiere a la **reparación de bermas revestidas** con material asfáltico en calzadas con pavimento flexible, que se encuentren desniveladas respecto del borde del pavimento, que estén deformadas o cuya geometría no se ajuste a un plano liso con una pendiente uniforme y adecuada. El objetivo es recuperar las condiciones de seguridad para los usuarios, pues un desnivel entre la calzada y la berma es peligroso para la estabilidad de algún vehículo que pueda ocasionalmente salir de la pista de circulación, en especial si debe hacerlo a cierta velocidad. En este sentido, se considera inseguro un desnivel mayor de 40 mm. Esta condición también afecta negativamente al pavimento ya que lo deja sin confinamiento lateral, lo que origina la aparición de grietas en forma de media luna en el borde de la calzada.
- La actividad se refiere a la aplicación de un recubrimiento tipo **imprimación reforzada** con arena colocado sobre una base granular reconformada. Comprende: i) La imprimación de la base reconformada, ii) La aplicación de un segundo riego de material bituminoso cubierto con una capa de agregado pétreo previamente diseñada. El objetivo de la imprimación reforzada es proteger temporalmente la base granular reconformada, constituir una capa antipolvo y facilitar la comodidad de circulación vehicular.
- La actividad de **Colocación de Recapados Asfálticos** consiste en la puesta de una sobrecarpeta de mezcla asfáltica en caliente sobre el pavimento flexible existente, previo el tratamiento de los daños puntuales presentes y, en ocasiones, puede incluir el fresado de la carpeta asfáltica antigua y el tratamiento puntual de la capa de base granular. El objetivo de la Colocación de Recapados Asfálticos es recuperar las condiciones estructurales y superficiales del pavimento para alcanzar una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez y economía.

6.3 REHABILITACION

El mantenimiento ayuda al pavimento a comportarse satisfactoriamente durante su vida de diseño. Cuando este periodo es excedido en tiempo o en repeticiones de carga, se requiere un trabajo más extenso.

La rehabilitación del pavimento es la recuperación, refuerzo y/o modernización de los pavimentos deficientes. Un pavimento puede ser rehabilitado utilizando varios métodos incluyendo sobrecarpetas de varios espesores, reciclado de las capas superiores o la completa reconstrucción.

En el estudio definitivo de rehabilitación y mejoramiento de la carretera Cañete – Lunahuana, se plantean 3 alternativas de solución:

1ra Alternativa:

Esta alternativa contempla la ejecución de las siguientes actividades:

- Retirar la carpeta asfáltica existente
- Colocación de una capa base granular nivelante de 5 cm en promedio de espesor, previo escarificado de la base existente.
- Colocación del material de base granular nueva en los espesores y sectores indicados según diseño AASHTO
- Imprimación de superficie de base granular.
- Colocación de carpeta asfáltica en caliente de 7.5 cm en calzada y bermas.

Al respecto, debemos de señalar que esta alternativa no es aplicativa en las zonas urbanas teniendo en cuenta que se debe levantar el nivel de la rasante y quedaría por encima del nivel de veredas creándose como consecuencia un elemento de inseguridad vial.

2da Alternativa:

Esta alternativa contempla las labores de fresado de la carpeta asfáltica existentes y antes de iniciar las actividades de fresado, debemos de tener los sectores definidos de acuerdo a la inspección visual del pavimento que han sido determinadas en las unidades de muestreo del PCI, en las zonas donde se presenten fisuras tipo piel de cocodrilo y cuyo porcentaje de fallas sea mayor al

30% en área no se efectuará el fresado, procediendo a eliminar la carpeta asfáltica existente.

De acuerdo al tipo y magnitud de las fallas, se presentan tres tipos de actividades:

- Fresado mecanizado.
- Parchado profundo sectorizado y
- Colocación de mezcla asfáltica reciclada en un espesor de 7.5 cm.

3ra Alternativa:

En esta alternativa se está proponiendo un fresado profundo con la finalidad de obtener un nuevo perfil longitudinal y transversal del pavimento asfáltico existente, mediante el proceso de fresado en frío, de acuerdo con los alineamientos y dimensiones indicados en los documentos del proyecto y las especificaciones técnicas, para lograr la colocación de una espesor de pavimento constante que es más fácil cuantificar.

El equipo para la ejecución de los trabajos deberá ser una máquina fresadora cuyo estado, potencia y capacidad productiva garanticen el correcto cumplimiento del plan de trabajo.

CONCLUSIONES

- El Inventario Vial, es la base de la estructura de un Sistema de Gestión Vial que permite programar y planificar los trabajos de conservación de los tramos de la red vial nacional.
- Es importante contar con información sistematizada para las oportunas intervenciones en el tiempo de acuerdo a las necesidades reales.
- Siempre será posible identificar un tipo de falla predominante y este será nuestro principal factor atacado en nuestra política de mantenimiento.
- El Índice de Condición de Pavimento, en estos casos es una herramienta que ayuda a determinar en este tipo de pavimentos, los tipos de fallas presente, su incidencia, y la pérdida de serviciabilidad del pavimento. Como tal es necesaria su correcta interpretación para identificar y tomar las medidas necesarias.
- El mantenimiento no solo protege la superficie del pavimento, sino que previene el desgaste acelerado. No debe tomarse como un costo, sino como una inversión en la estructura del pavimento y un seguro contra los costos de reconstrucción totales.

RECOMENDACIONES

- Se debe ejecutar inventarios viales con una frecuencia mínima de 2 años, dependiendo de qué componentes se van caracterizar y agregarlas en una base de datos SIG con su respectiva fecha para contar con datos actualizados y así obtener la evolución del deterioro de una vía.
- Para el cálculo del PCI, se recomienda hacer uso de programas de cómputo diseñados para el procesamiento de los datos levantados en campo y así obtener un grado de confiabilidad mayor al manual y obtener los resultados con mayor rapidez.
- Las carreteras de bajo volumen de tránsito deben ser sometidas a un mantenimiento periódico y rutinario, programado pues esto permite un mejor control de su serviciabilidad.
- Se deben proponer soluciones efectivas y económicas para la reparación de las fallas ocasionadas, y a su vez evaluar nuevos métodos de reparación de estas, para así evitar costos mayores a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM), Norma ASTM D6433-03, Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos. Versión en español Publicada en Diciembre del 2003.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM), Norma ASTM D6433-07, Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys, Diciembre del 2007
- GUTIÉRREZ LAZARES, JOSÉ WILFREDO; Modelación Geotécnica de Pavimentos Flexibles con fines de Análisis y Diseño en el Perú, Tesis de Maestría, UNI-FIC, Lima - Perú, 2007.
- IBAÑEZ, W, Costos y Tiempos en Carreteras, Editora Macro, 1º Edición, Lima – Perú, 2010.
- MENENDEZ, JOSE RAFAEL; Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas – Manual Técnico, 1º Edición, Lima – Perú, 2003.
- VÁSQUEZ VARELA, LUIS RICARDO. Ingepav - Pavement Condition Index (PCI). Manual para pavimentos Asfálticos y de concreto en carreteras, Manizales - Colombia, 2002

ANEXOS

- ANEXO I: FICHAS DE EVALUACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO PARA EL CALCULO DEL PCI.
- ANEXO II: FICHAS DEL SUBSISTEMA DE INVENTARIO VIAL CALIFICADO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES (SIC-18).
- ANEXO III: MAPA TEMATICO DEL PCI EN CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA (TRAMO: KM 31+000 - KM 33+000)
- ANEXO IV: MAPAS TEMATICOS DE FALLAS SEGUN SUBSISTEMA DE INVENTARIO VIAL CALIFICADO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES (SIC-18)

**ANEXO I: FICHAS DE EVALUACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO PARA
EL CALCULO DEL PCI**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	1
TRAMO:	31+000 - 31+040	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Gri. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max				
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC	
1	3M	138.60	53.31	35.0	43.5	103.0	5	50	
2	19M	240.00	92.31	43.5	35.0	99.5	4	56	
3	10M	3.00	1.15	4.0	13.0	95.5	3	60	
4	10H	1.40	0.54	6.0	6.0	84.5	2	50	
5	7H	25.00	9.62	13	4	51.5	1	52	
6	11M	1.05	0.40	1.5	1.5	-	-	-	
7									
8									
9									
10									

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$m=1+(9/98)(100-HDV)=<10$

HDV = 43.5	m = 6.19
------------	----------

RESULTADO	
VDC max =	60
PCI =	40
Condicion =	Malo

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	2
TRAMO:	31+040 - 31+080	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Grt. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	3M	196.00	75.38	37.0	37.0	76.0	3	48
2	7M	28.00	10.77	21	21	60.0	2	44
3	19L	248.00	95.38	18.0	18.0	41.0	1	40
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m=1+(9/98)(100-HDV)\leq 10$$

HDV = 37	m = 6.79
----------	----------

RESULTADO	
VDC max =	48
PCI =	52
Condicion =	Regular

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	3
TRAMO:	31+080 - 31+120	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1 Piel de cocodrilo	7 Grietas de borde	13 Huecos
2 Exudacion	8 Grt. de R. Juntas	14 Acceso a Puentes
3 Grietas en bloque	9 Desnivel de calzada y hombrillo	15 Ahuellamiento
4 Elev. y Hundimiento	10 Grietas Long. y Trans.	16 Deformacion por Empuje
5 Corrugaciones	11 Bacheo y zanjas reparadas	17 Grietas de deslizamientos
6 Depresiones	12 Agregado pulido	18 Hinchamientos
Severidad: H = Alta M = Media L = Baja		19 Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	3M	192.00	73.85	27.0	27.0	61.0	3	38
2	1M	3.25	1.25	23	23	52.0	2	39
3	7M	16.00	6.15	11.0	11.0	31.0	1	31
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$$

HDV = 27 m = 7.70

RESULTADO	
VDC max =	39
PCI =	61
Condicion =	Bueno

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	4
TRAMO:	31+120 - 31+160	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Gr. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	3M	120.75	46.44	32.0	32.0	61.0	4	34
2	10H	6.50	2.50	15	15	60.0	3	38
3	7M	14.60	5.62	11.0	11.0	51.0	2	38
4	3L	7.31	2.81	3.0	3.0	38.0	1	38
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD	
$m=1+(9/98)(100-HDV)=<10$	
HDV = 32	m = 7.24

RESULTADO	
VDC max =	38
PCI =	62
Condicion =	Bueno

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	6
TRAMO:	31+200 - 31+240	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Gr. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	19M	132.00	50.77	36.0	36.0	59.0	3	38
2	3L	117.50	45.19	19	19	57.0	2	42
3	7L	15.90	6.12	4.0	4.0	40.0	1	41
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m=1+(9/98)(100-HDV)<10$$

HDV = 36

m = 6.88

RESULTADO

VDC max = 42
PCI = 58
Condicion = Bueno

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	7
TRAMO:	31+240 - 31+280	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Grt. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	3M	128.00	49.23	35.0	35.0	39.0	2	29
2	10M	3.50	1.35	4	4	37.0	1	38
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) = < 10$$

HDV = 35 m = 6.97

RESULTADO	
VDC max =	38
PCI =	62
Condicion =	Bueno

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	10
TRAMO:	31+360 - 31+400	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	<i>Piel de cocodrilo</i>	7	<i>Grietas de borde</i>	13	<i>Huecos</i>
2	<i>Exudacion</i>	8	<i>Grt. de R. Juntas</i>	14	<i>Acceso a Puentes</i>
3	<i>Grietas en bloque</i>	9	<i>Desnivel de calzada y hombrillo</i>	15	<i>Ahuellamiento</i>
4	<i>Elev. y Hundimiento</i>	10	<i>Grietas Long. y Trans.</i>	16	<i>Deformacion por Empuje</i>
5	<i>Corrugaciones</i>	11	<i>Bacheo y zanjas reparadas</i>	17	<i>Grietas de deslizamientos</i>
6	<i>Depresiones</i>	12	<i>Agregado pulido</i>	18	<i>Hinchamientos</i>
	<i>Severidad: H = Alta M = Media L = Baja</i>			19	<i>Peladura</i>

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	19M	132.00	50.77	35.0	35.0	63.0	4	35
2	19L	128.00	49.23	12	12	57.0	3	37
3	10M	7.40	2.85	8.0	8.0	51.0	2	38
4	7M	10.00	3.85	8.0	8.0	41.0	1	41
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m=1+(9/98)(100-HDV) \leq 10$$

HDV = 35

m = 6.97

RESULTADO

VDC max = 41
PCI = 59
Condicion = Bueno

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	12
TRAMO:	31+440 - 31+480	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Grt. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	3M	260.00	100.00	43.0	43.0	66.0	3	42
2	19L	120.00	46.15	12	12	57.0	2	42
3	7M	17.00	6.54	11.0	11.0	47.0	1	46
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m=1+(9/98)(100-HDV)\leq 10$$

HDV = 43	m = 6.23
----------	----------

RESULTADO	
VDC max =	46
PCI =	54
Condicion =	Regular

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	13
TRAMO:	31+480 - 31+520	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Gr. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	19M	120.00	46.15	35.0	35.0	94.0	4	54
2	3M	96.11	36.97	30.0	30.0	83.0	3	53
3	13M	1.00	0.38	16.0	16.0	69.0	2	50
4	7M	23.00	8.85	13.0	13.0	41.0	1	41
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m=1+(9/98)(100-HDV)\leq 10$$

HDV = 35	m = 6.97
----------	----------

RESULTADO	
VDC max =	54
PCI =	46
Condicion =	Regular

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	14
TRAMO:	31+520 - 31+560	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Gr. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	3M	248.00	95.38	41.0	41.0	75.0	2	54
2	19M	124.00	47.69	34	34	43.0	1	43
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m=1+(9/98)(100-HDV)\leq 10$$

HDV = 41 m = 6.42

RESULTADO	
VDC max =	54
PCI =	46
Condicion =	Regular

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	16
TRAMO:	31+600 - 31+640	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Gr. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	3M	248.00	95.38	42.0	42.0	79.0	4	45
2	19L	248.00	95.38	16	16	73.0	3	47
3	7M	24.00	9.23	13.0	13.0	62.0	2	45
4	13L	1.00	0.38	8.0	8.0	48.0	1	47
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m=1+(9/98)(100-HDV) \leq 10$$

HDV = 42	m = 6.33
----------	----------

RESULTADO	
VDC max =	47
PCI =	53
Condicion =	Regular

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	17
TRAMO:	31+640 - 31+680	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Gr. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	19M	132.00	50.77	38.0	38.0	100.0	4	57
2	3M	137.60	52.92	35	35	92.0	3	59
3	19L	128.00	49.23	16.0	16.0	78.0	2	56
4	10M	12.70	4.88	10.0	10.0	45.0	1	45
5	10L	4.80	1.85	1	1	-	-	-
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD
$m=1+(9/98)(100-HDV)\leq 10$
HDV = 38 m = 6.69

RESULTADO	
VDC max =	59
PCI =	41
Condicion =	Regular

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	18
TRAMO:	31+680 - 31+720	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Gr. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	19H	48.75	18.75	54.0	54.0	90.0	3	57
2	3M	57.96	22.29	23	23	79.0	2	57
3	10M	17.60	6.77	13.0	13.0	58.0	1	58
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) = < 10$$

HDV = 43.5 m = 6.19

RESULTADO	
VDC max =	58
PCI =	42
Condicion =	Regular

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	19
TRAMO:	31+720 - 31+760	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Gr. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	19H	132.00	50.77	74.0	74.0	130.0	4	74
2	3M	150.00	57.69	36	36	128.0	3	78
3	13M	1.00	0.38	16.0	16.0	114.0	2	77
4	10M	4.30	1.65	4.0	4.0	80.0	1	80
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m=1+(9/98)(100-HDV) \leq 10$$

HDV = 74	m = 3.39
----------	----------

RESULTADO	
VDC max =	20
PCI =	80
Condicion =	Muy Malo

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	20
TRAMO:	31+760 - 31+800	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Gr. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	19H	132.00	50.77	74.0	74.0	109.0	4	63
2	3M	39.50	15.19	20	20	104.0	3	66
3	10M	6.50	2.50	8.0	8.0	98.0	2	70
4	10L	21.50	8.27	7.0	7.0	80.0	1	79
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m=1+(9/98)(100-HDV)\leq 10$$

HDV = 74	m = 3.39
----------	----------

RESULTADO	
VDC max =	79
PCI =	21
Condicion =	Muy Malo

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	21
TRAMO:	31+800 - 31+840	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	<i>Piel de cocodrilo</i>	7	<i>Grietas de borde</i>	13	<i>Huecos</i>
2	<i>Exudacion</i>	8	<i>Grt. de R. Juntas</i>	14	<i>Acceso a Puentes</i>
3	<i>Grietas en bloque</i>	9	<i>Desnivel de calzada y hombrillo</i>	15	<i>Ahuellamiento</i>
4	<i>Elev. y Hundimiento</i>	10	<i>Grietas Long. y Trans.</i>	16	<i>Deformacion por Empuje</i>
5	<i>Corrugaciones</i>	11	<i>Bacheo y zanjas reparadas</i>	17	<i>Grietas de deslizamientos</i>
6	<i>Depresiones</i>	12	<i>Agregado pulido</i>	18	<i>Hinchamientos</i>
	<i>Severidad: H = Alta M = Media L = Baja</i>			19	<i>Peladura</i>

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	19H	132.00	50.77	74.0	74.0	153.0	4	84
2	19M	128.00	49.23	38	38	139.0	3	83
3	3M	63.72	24.51	25.0	25.0	116.0	2	79
4	3L	72.00	27.69	16.0	16.0	80.0	1	80
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m=1+(9/98)(100-HDV)<10$$

HDV = 74

m = 3.39

RESULTADO

VDC max = 84
PCI = 16
Condicion = Muy Malo

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	23
TRAMO:	31+880 - 31+920	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	<i>Piel de cocodrilo</i>	7	<i>Grietas de borde</i>	13	<i>Huecos</i>
2	<i>Exudacion</i>	8	<i>Grt. de R. Juntas</i>	14	<i>Acceso a Puentes</i>
3	<i>Grietas en bloque</i>	9	<i>Desnivel de calzada y hombrillo</i>	15	<i>Ahuellamiento</i>
4	<i>Elev. y Hundimiento</i>	10	<i>Grietas Long. y Trans.</i>	16	<i>Deformacion por Empuje</i>
5	<i>Corrugaciones</i>	11	<i>Bacheo y zanjas reparadas</i>	17	<i>Grietas de deslizamientos</i>
6	<i>Depresiones</i>	12	<i>Agregado pulido</i>	18	<i>Hinchamientos</i>
	<i>Severidad: H = Alta M = Media L = Baja</i>			19	<i>Peladura</i>

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	3L	84.27	32.41	17.0	17.0	40.0	4	19
2	19L	260.00	100.00	15.0	15.0	38.0	3	23
3	10M	3.30	1.27	4.0	4.0	36.0	2	27
4	7L	18.00	6.92	4.0	4.0	23.0	1	23
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m=1+(9/98)(100-HDV)\leq 10$$

HDV = 17

m = 8.62

RESULTADO

VDC max = 27
PCI = 73
Condicion = Muy Bueno

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	25
TRAMO:	31+960 - 32+000	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Grt. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	19M	14.13	5.43	14.0	14.0	38.0	4	18
2	19L	106.00	40.77	12.0	12.0	37.0	3	23
3	7M	6.00	2.31	7.0	7.0	32.0	2	23
4	10M	2.10	0.81	3.0	3.0	22.0	1	22
5	10L	2.80	1.08	2	2	-	-	-
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m=1+(9/98)(100-HDV)\leq 10$$

HDV = 14

m = 8.90

RESULTADO

VDC max = 23
PCI = 77
Condicion = Muy Bueno

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	26
TRAMO:	32+000 - 32+040	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Grt. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	13M	1.00	0.38	16.0	16.0	22.0	1	22
2	10L	7.10	2.73	2.0	2.0	-	-	-
3	10M	2.10	0.81	2.0	2.0	-	-	-
4	3M	2.56	0.98	2.0	2.0	-	-	-
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$m=1+(9/98)(100-HDV) \leq 10$

HDV = 16	m = 8.71
----------	----------

RESULTADO	
VDC max =	22
PCI =	78
Condicion =	Muy Bueno

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	28
TRAMO:	32+080 - 32+120	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Grt. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	10M	24.10	9.27	18.0	18.0	38.0	3	23
2	7M	20.00	7.69	12.0	12.0	32.0	2	18
3	10L	24.10	9.27	8.0	8.0	22.0	1	21
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD	
$m=1+(9/98)(100-HDV) \leq 10$	
HDV = 18	m = 8.53

RESULTADO	
VDC max =	23
PCI =	77
Condicion =	Muy Bueno

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	31
TRAMO:	32+200 - 32+240	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	<i>Piel de cocodrilo</i>	7	<i>Grietas de borde</i>	13	<i>Huecos</i>
2	<i>Exudacion</i>	8	<i>Grt. de R. Juntas</i>	14	<i>Acceso a Puentes</i>
3	<i>Grietas en bloque</i>	9	<i>Desnivel de calzada y hombrillo</i>	15	<i>Ahuellamiento</i>
4	<i>Elev. y Hundimiento</i>	10	<i>Grietas Long. y Trans.</i>	16	<i>Deformacion por Empuje</i>
5	<i>Corrugaciones</i>	11	<i>Bacheo y zanjas reparadas</i>	17	<i>Grietas de deslizamientos</i>
6	<i>Depresiones</i>	12	<i>Agregado pulido</i>	18	<i>Hinchamientos</i>
	<i>Severidad: H = Alta M = Media L = Baja</i>			19	<i>Peladura</i>

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	10H	10.00	3.85	19.0	19.0	51.0	3	32
2	10M	23.80	9.15	17.0	17.0	38.0	2	28
3	7M	28.00	10.77	15.0	15.0	23.0	1	23
4	10L	1.20	0.46	0.0	0.0	-	-	-
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m=1+(9/98)(100-HDV)\leq 10$$

HDV = 19 m = 8.44

RESULTADO	
VDC max =	32
PCI =	68
Condicion =	Bueno

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	33
TRAMO:	32+280 - 32+320	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	<i>Piel de cocodrilo</i>	7	<i>Grietas de borde</i>	13	<i>Huecos</i>
2	<i>Exudacion</i>	8	<i>Grt. de R. Juntas</i>	14	<i>Acceso a Puentes</i>
3	<i>Grietas en bloque</i>	9	<i>Desnivel de calzada y hombrillo</i>	15	<i>Ahuellamiento</i>
4	<i>Elev. y Hundimiento</i>	10	<i>Grietas Long. y Trans.</i>	16	<i>Deformacion por Empuje</i>
5	<i>Corrugaciones</i>	11	<i>Bacheo y zanjas reparadas</i>	17	<i>Grietas de deslizamientos</i>
6	<i>Depresiones</i>	12	<i>Agregado pulido</i>	18	<i>Hinchamientos</i>
	<i>Severidad: H = Alta M = Media L = Baja</i>			19	<i>Peladura</i>

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	10M	8.80	3.38	8.0	8.0	10.0	1	10
2	10L	5.90	2.27	2.0	2.0	-	-	-
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m=1+(9/98)(100-HDV)\leq 10$$

HDV =	8	m =	9.45
-------	---	-----	------

RESULTADO	
VDC max =	10
PCI =	90
Condicion =	Excelente

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	35
TRAMO:	32+360 - 32+400	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Grt. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	19L	216.00	83.08	16.0	16.0	38.0	3	25
2	10M	23.30	8.96	15	15.0	35.0	2	26
3	7L	26.00	10.00	5.0	5.0	22.0	1	23
4	10L	6.50	2.50	2.0	2.0	-	-	-
5	3L	2.28	0.88	0	0	-	-	-
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD	
$m=1+(9/98)(100-HDV)\leq 10$	
HDV = 16	m = 8.71

RESULTADO	
VDC max =	26
PCI =	74
Condicion =	Muy Bueno

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	36
TRAMO:	32+400 - 32+440	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Grt. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta	M = Media	L = Baja	19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	10M	49.30	18.96	25.0	25.0	69.0	4	39
2	3M	49.34	18.98	22.0	22.0	67.0	3	43
3	13M	1.00	0.38	16.0	16.0	53.0	2	39
4	7L	12.00	4.62	4.0	4.0	33.0	1	33
5	10L	5.80	2.23	2	2	-	-	-
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD	
$m=1+(9/98)(100-HDV)\leq 10$	
HDV = 25	m = 7.89

RESULTADO	
VDC max =	43
PCI =	57
Condicion =	Bueno

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	37
TRAMO:	32+440 - 31+480	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Grt. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	3M	32.70	12.58	18.0	18.0	18.0	1	18
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD
$m=1+(9/98)(100-HDV)=<10$
HDV = 18 m = 8.53

RESULTADO	
VDC max =	18
PCI =	82
Condicion =	Muy Bueno

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	40
TRAMO:	32+560 - 32+600	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Gr. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	10M	37.90	14.58	35.0	35.0	79.0	3	51
2	19M	60.00	23.08	28.0	28.0	67.0	2	49
3	7M	25.00	9.62	14.0	14.0	41.0	1	41
4	3M	3.08	1.18	2.0	2.0	-	-	-
5	10L	1.70	0.65	0	0	-	-	-
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD	
$m=1+(9/98)(100-HDV) \leq 10$	
HDV = 35	m = 6.97

RESULTADO	
VDC max =	51
PCI =	49
Condicion =	Regular

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	44
TRAMO:	32+720 - 32+760	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Grt. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max				
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC	
1	10M	34.00	13.08	20.0	20.0	67.0	4	38	
2	7H	15.00	5.77	18.0	18.0	56.0	3	35	
3	13M	1.00	0.38	16.0	16.0	42.0	2	31	
4	3M	18.00	6.92	13.0	13.0	26.0	1	26	
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$$

HDV = 20 m = 8.35

RESULTADO	
VDC max =	38
PCI =	62
Condicion =	Bueno

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	46
TRAMO:	32+800 - 32+840	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	<i>Piel de cocodrilo</i>	7	<i>Grietas de borde</i>	13	<i>Huecos</i>
2	<i>Exudacion</i>	8	<i>Gr. de R. Juntas</i>	14	<i>Acceso a Puentes</i>
3	<i>Grietas en bloque</i>	9	<i>Desnivel de calzada y hombrillo</i>	15	<i>Ahuellamiento</i>
4	<i>Elev. y Hundimiento</i>	10	<i>Grietas Long. y Trans.</i>	16	<i>Deformacion por Empuje</i>
5	<i>Corrugaciones</i>	11	<i>Bacheo y zanjas reparadas</i>	17	<i>Grietas de deslizamientos</i>
6	<i>Depresiones</i>	12	<i>Agregado pulido</i>	18	<i>Hinchamientos</i>
	<i>Severidad: H = Alta M = Media L = Baja</i>			19	<i>Peladura</i>

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max				
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC	
1	10M	45.40	17.46	25.0	25.0	74.0	5	39	
2	7H	14.00	5.38	17.0	17.0	67.0	4	37	
3	7M	20.00	7.69	12.0	12.0	58.0	3	37	
4	19L	124.00	47.69	11.0	11.0	48.0	2	36	
5	3M	9.80	3.77	9.0	9.0	33	1	33	
6									
7									
8									
9									
10									

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m=1+(9/98)(100-HDV)=<10$$

HDV = 25

m = 7.89

RESULTADO

VDC max = 39
PCI = 61
Condicion = Bueno

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	47
TRAMO:	32+840 - 32+880	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Gri. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	10M	40.90	15.73	22.0	22.0	62.0	3	38
2	3M	47.30	18.19	22.0	22.0	46.0	2	35
3	7M	40.00	15.38	18.0	18.0	26.0	1	26
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m=1+(9/98)(100-HDV)\leq 10$$

HDV = 22 m = 8.16

RESULTADO

VDC max =	38
PCI =	62
Condicion =	Bueno

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	49
TRAMO:	32+920 - 31+960	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	7	Grietas de borde	13	Huecos
2	Exudacion	8	Gr. de R. Juntas	14	Acceso a Puentes
3	Grietas en bloque	9	Desnivel de calzada y hombrillo	15	Ahuellamiento
4	Elev. y Hundimiento	10	Grietas Long. y Trans.	16	Deformacion por Empuje
5	Corrugaciones	11	Bacheo y zanjas reparadas	17	Grietas de deslizamientos
6	Depresiones	12	Agregado pulido	18	Hinchamientos
	Severidad: H = Alta M = Media L = Baja			19	Peladura

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	19M	40.00	15.38	21.0	21.0	33.0	2	24
2	10L	51.10	19.65	12.0	12.0	23.0	1	23
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD	
$m=1+(9/98)(100-HDV)=<10$	
HDV = 21	m = 8.26

RESULTADO	
VDC max =	24
PCI =	76
Condicion =	Muy Bueno

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
CURSO DE TITULACION PROFECIONAL 2011-II
INVENTARIO VIAL CON APLICACION DEL SIG

CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

CARRETERA:	Cañete - Lunahuana	UNIDAD DE MUESTRA:	50
TRAMO:	32+960 - 33+000	AREA (m2):	260
EVALUADOR:	Grupo 11 - Seccion B	FECHA:	29/10/2011

NUMERACION DE FALLAS

1	<i>Piel de cocodrilo</i>	7	<i>Grietas de borde</i>	13	<i>Huecos</i>
2	<i>Exudacion</i>	8	<i>Grt. de R. Juntas</i>	14	<i>Acceso a Puentes</i>
3	<i>Grietas en bloque</i>	9	<i>Desnivel de calzada y hombrillo</i>	15	<i>Ahuellamiento</i>
4	<i>Elev. y Hundimiento</i>	10	<i>Grietas Long. y Trans.</i>	16	<i>Deformacion por Empuje</i>
5	<i>Corrugaciones</i>	11	<i>Bacheo y zanjas reparadas</i>	17	<i>Grietas de deslizamientos</i>
6	<i>Depresiones</i>	12	<i>Agregado pulido</i>	18	<i>Hinchamientos</i>
<i>Severidad: H = Alta M = Media L = Baja</i>			19	<i>Peladura</i>	

VALOR DEDUCIDO POR FALLAS					ITERACION PARA CALCULO DE VDC max			
i	Codigo	Area (m2)	% Incidencia	VDi	Vdi	VD Total	q	VDC
1	19M	160.00	61.54	37.0	37.0	63.0	2	46
2	10M	51.70	19.88	26.0	26.0	39.0	1	39
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Calculo del PCI, de acuerdo a la norma
ASTM-D6433-03

VALOR MAXIMO ADMISIBLE DE VD

$$m=1+(9/98)(100-HDV)=<10$$

HDV = 37 m = 6.79

RESULTADO

VDC max =	46
PCI =	54
Condicion =	Regular

OBSERVACIONES:

**ANEXO II: FICHAS DEL SUBSISTEMA DE INVENTARIO VIAL CALIFICADO
PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES (SIC-18)**

SIC (Subsistema de Inventario Calificado) - Pavimento Flexible

Carretera: Cañete - Lunahuaná

Fecha: 30/09/2011

Tramo: 31+000 - 33+000

Responsable: Grupo 11 - Sección B

Carretera	Calzada	Faja	Ubicación Inicio		Ubicación Fin		Tipo de Daño	Nivel de Gravedad	Clase de Densidad	Fecha
			Código PR	Distancia	Código PR	Distancia				
24	CD	T	0031	0	0031	40	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							06 - Desprendimientos	2		
							08 - Fisuras Transversales	3		
							10 - Daño de Berma Pav	3		
24	CD	T	0031	40	0031	80	06 - Desprendimientos	1		30/09/2011
							08 - Fisuras Transversales	2		
							10 - Daño de Berma Pav	2		
24	CD	T	0031	80	0031	120	01 - Piel de Cocodrilo	2		30/09/2011
							02 - Fisuras Longitudinales	2		
							10 - Daño de Berma Pav	1		
24	CD	T	0031	120	0031	160	02 - Fisuras Longitudinales	3		30/09/2011
							08 - Fisuras Transversales	3		
							10 - Daño de Berma Pav	1		
24	CD	T	0031	160	0031	200	06 - Desprendimientos	2	1	30/09/2011
							07 - Huecos	1		
							02 - Fisuras Longitudinales	2		
							10 - Daño de Berma Pav	1		
24	CD	T	0031	200	0031	240	06 - Desprendimientos	2		30/09/2011
							08 - Fisuras Transversales	1		
							02 - Fisuras Longitudinales	1		
24	CD	T	0031	240	0031	280	08 - Fisuras Transversales	2		30/09/2011
							02 - Fisuras Longitudinales	1		
							10 - Daño de Berma Pav	1		
24	CD	T	0031	280	0031	320	08 - Fisuras Transversales	2		30/09/2011

SIC (Subsistema de Inventario Calificado) - Pavimento Flexible

Carretera: Cañete - Lunahuaná

Fecha: 30/09/2011

Tramo: 31+000 - 33+000

Responsable: Grupo 11 - Sección B

Carretera	Calzada	Faja	Ubicación Inicio		Ubicación Fin		Tipo de Daño	Nivel de Gravedad	Clase de Densidad	Fecha
			Código PR	Distancia	Código PR	Distancia				
24	CD	T	0031	320	0031	360	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							08 - Fisuras Transversales	2		
							02 - Fisuras Longitudinales	1		
							10 - Daño de Berma Pav	1		
24	CD	T	0031	360	0031	400	06 - Desprendimientos	2		30/09/2011
							08 - Fisuras Transversales	2		
							02 - Fisuras Longitudinales	1		
24	CD	T	0031	400	0031	440	08 - Fisuras Transversales	2		30/09/2011
							02 - Fisuras Longitudinales	2		
							10 - Daño de Berma Pav	1		
24	CD	T	0031	440	0031	480	06 - Desprendimientos	2		30/09/2011
							02 - Fisuras Longitudinales	2		
							10 - Daño de Berma Pav	1		
24	CD	T	0031	480	0031	520	06 - Desprendimientos	2	1	30/09/2011
							08 - Fisuras Transversales	2		
							07 - Huecos	2		
							10 - Daño de Berma Pav	2		
24	CD	T	0031	520	0031	560	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							06 - Desprendimientos	2		
							10 - Daño de Berma Pav	2		
24	CD	T	0031	560	0031	600	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							06 - Desprendimientos	2		
							08 - Fisuras Transversales	2		
							10 - Daño de Berma Pav	1		

SIC (Subsistema de Inventario Calificado) - Pavimento Flexible

Carretera: Cañete - Lunahuaná

Fecha: 30/09/2011

Tramo: 31+000 - 33+000

Responsable: Grupo 11 - Sección B

Carretera	Calzada	Faja	Ubicación Inicio		Ubicación Fin		Tipo de Daño	Nivel de Gravedad	Clase de Densidad	Fecha
			Código PR	Distancia	Código PR	Distancia				
24	CD	T	0031	600	0031	640	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							06 - Desprendimientos	2		
							08 - Fisuras Transversales	2		
24	CD	T	0031	640	0031	680	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							06 - Desprendimientos	2		
							07 - Huecos	1		
							08 - Fisuras Transversales	2		
24	CD	T	0031	680	0031	720	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							06 - Desprendimientos	3		
							08 - Fisuras Transversales	2		
							10 - Daño de Berma Pav	1		
24	CD	T	0031	720	0031	760	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							06 - Desprendimientos	3		
							07 - Huecos	2	1	
							08 - Fisuras Transversales	2		
							10 - Daño de Berma Pav	2		
24	CD	T	0031	760	0031	800	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							06 - Desprendimientos	2		
							08 - Fisuras Transversales	1		
24	CD	T	0031	800	0031	840	06 - Desprendimientos	3		30/09/2011
							02 - Fisuras Longitudinales	2		
24	CD	T	0031	840	0031	880	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							06 - Desprendimientos	3		
							08 - Fisuras Transversales	2		

SIC (Subsistema de Inventario Calificado) - Pavimento Flexible

Carretera: Cañete - Lunahuaná

Fecha: 30/09/2011

Tramo: 31+000 - 33+000

Responsable: Grupo 11 - Sección B

Carretera	Calzada	Faja	Ubicación Inicio		Ubicación Fin		Tipo de Daño	Nivel de Gravedad	Clase de Densidad	Fecha
			Código PR	Distancia	Código PR	Distancia				
24	CD	T	0031	880	0031	920	02 - Fisuras Longitudinales	1		30/09/2011
							06 - Desprendimientos	1		
							08 - Fisuras Transversales	1		
							10 - Daño de Berma Pav	1		
24	CD	T	0031	920	0031	960	02 - Fisuras Longitudinales	1		30/09/2011
							06 - Desprendimientos	2		
							08 - Fisuras Transversales	1		
							10 - Daño de Berma Pav	2		
24	CD	T	0032	960	0032	0	02 - Fisuras Longitudinales	1		30/09/2011
							06 - Desprendimientos	2		
							08 - Fisuras Transversales	1		
24	CD	T	0032	0	0032	40	02 - Fisuras Longitudinales	1		30/09/2011
							08 - Fisuras Transversales	2		
24	CD	T	0032	40	0032	80	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							08 - Fisuras Transversales	2		
							10 - Daño de Berma Pav	2		
24	CD	T	0032	80	0032	120	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							08 - Fisuras Transversales	2		
							10 - Daño de Berma Pav	1		
24	CD	T	0032	120	0032	160	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							06 - Desprendimientos	2		
							08 - Fisuras Transversales	1		
							10 - Daño de Berma Pav	2		
24	CD	T	0032	160	0032	200	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011

SIC (Subsistema de Inventario Calificado) - Pavimento Flexible

Carretera: Cañete - Lunahuaná
 Tramo: 31+000 - 33+000

Fecha: 30/09/2011
 Responsable: Grupo 11 - Sección B

Carretera	Calzada	Faja	Ubicación Inicio		Ubicación Fin		Tipo de Daño	Nivel de Gravedad	Clase de Densidad	Fecha
			Código PR	Distancia	Código PR	Distancia				
							08 - Fisuras Transversales	1		
							10 - Daño de Berma Pav	1		
24	CD	T	0032	200	0032	240	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							08 - Fisuras Transversales	3		
							10 - Daño de Berma Pav	2		
24	CD	T	0032	240	0032	280	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							08 - Fisuras Transversales	2		
							10 - Daño de Berma Pav	1		
24	CD	T	0032	280	0032	320	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							08 - Fisuras Transversales	2		
							10 - Daño de Berma Pav	2		
24	CD	T	0032	320	0032	360	02 - Fisuras Longitudinales	1		30/09/2011
							08 - Fisuras Transversales	1		
							10 - Daño de Berma Pav	1		
24	CD	T	0032	360	0032	400	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							06 - Desprendimientos	1		
							08 - Fisuras Transversales	1		
							10 - Daño de Berma Pav	2		
24	CD	T	0032	400	0032	440	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							07 - Huecos	2	1	
							08 - Fisuras Transversales	1		
24	CD	T	0032	440	0032	480	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							10 - Daño de Berma Pav	1		
24	CD	T	0032	480	0032	520	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011

SIC (Subsistema de Inventario Calificado) - Pavimento Flexible

Carretera: Cañete - Lunahuaná
 Tramo: 31+000 - 33+000

Fecha: 30/09/2011
 Responsable: Grupo 11 - Sección B

Carretera	Calzada	Faja	Ubicación Inicio		Ubicación Fin		Tipo de Daño	Nivel de Gravedad	Clase de Densidad	Fecha
			Código PR	Distancia	Código PR	Distancia				
							08 - Fisuras Transversales	2		
							10 - Daño de Berma Pav	2		
24	CD	T	0032	520	0032	560	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							06 - Desprendimientos	1		
							08 - Fisuras Transversales	2		
							10 - Daño de Berma Pav	2		
24	CD	T	0032	560	0032	600	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							06 - Desprendimientos	2		
							08 - Fisuras Transversales	2		
24	CD	T	0032	600	0032	640	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							08 - Fisuras Transversales	1		
24	CD	T	0032	640	0032	680	02 - Fisuras Longitudinales	1		30/09/2011
							08 - Fisuras Transversales	2		
24	CD	T	0032	680	0032	720	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							08 - Fisuras Transversales	2		
							10 - Daño de Berma Pav	2		
24	CD	T	0032	720	0032	760	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							07 - Huecos	2	1	
							08 - Fisuras Transversales	2		
							10 - Daño de Berma Pav	3		
24	CD	T	0032	760	0032	800	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							08 - Fisuras Transversales	2		
24	CD	T	0032	800	0032	840	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							06 - Desprendimientos	1		

SIC (Subsistema de Inventario Calificado) - Pavimento Flexible

Carretera: Cañete - Lunahuaná

Fecha: 30/09/2011

Tramo: 31+000 - 33+000

Responsable: Grupo 11 - Sección B

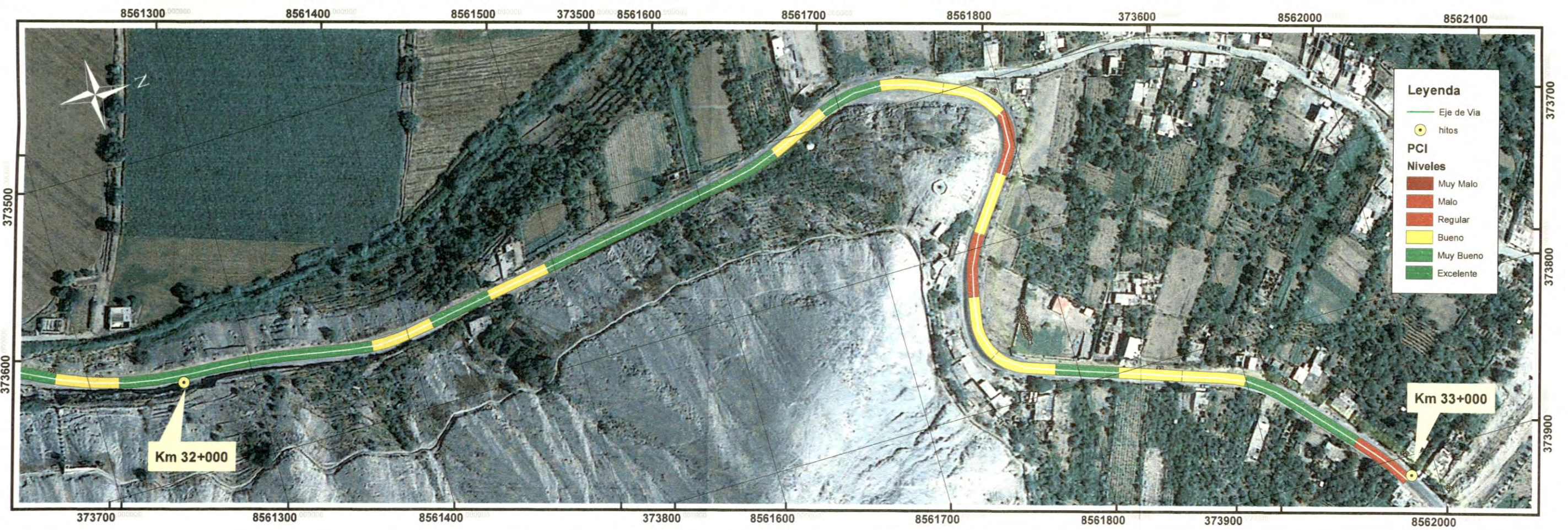
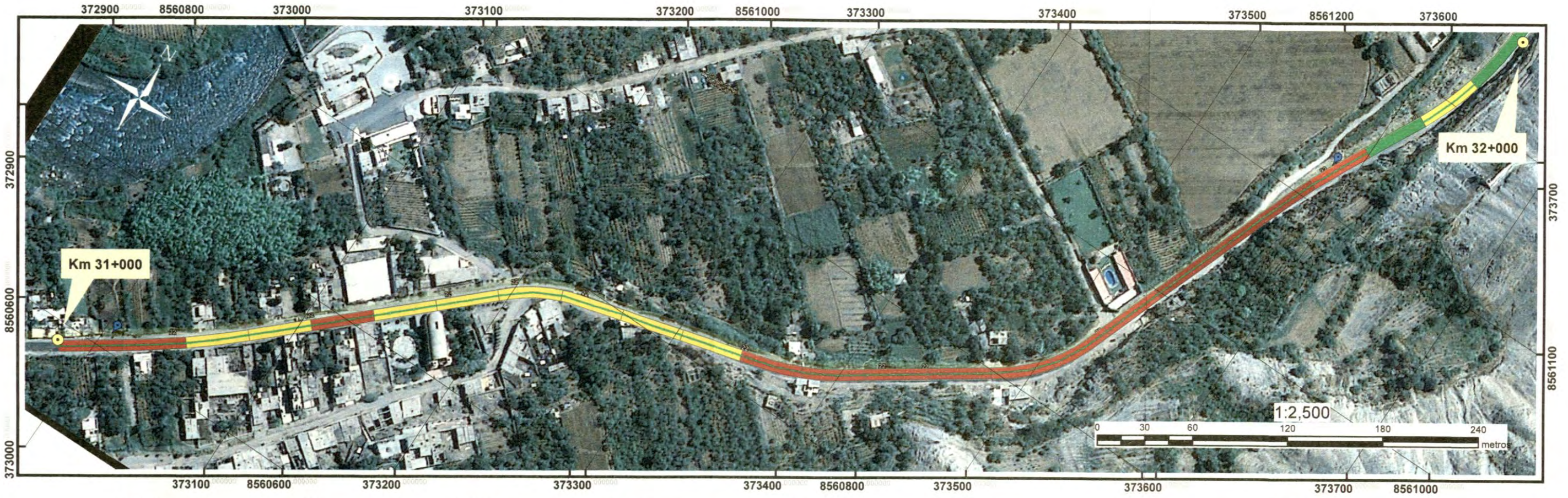
Carretera	Calzada	Faja	Ubicación Inicio		Ubicación Fin		Tipo de Daño	Nivel de Gravedad	Clase de Densidad	Fecha
			Código PR	Distancia	Código PR	Distancia				
							08 - Fisuras Transversales	2		
24	CD	T	0032	840	0032	880	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							08 - Fisuras Transversales	2		
							10 - Daño de Berma Pav	2		
24	CD	T	0032	880	0032	920	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							06 - Desprendimientos	1		
							08 - Fisuras Transversales	2		
							10 - Daño de Berma Pav	1		
24	CD	T	0032	920	0032	960	02 - Fisuras Longitudinales	1		30/09/2011
							06 - Desprendimientos	2		
							08 - Fisuras Transversales	1		
24	CD	T	0032	960	0033	0	02 - Fisuras Longitudinales	2		30/09/2011
							06 - Desprendimientos	2		
							08 - Fisuras Transversales	2		

**ANEXO III: MAPA TEMATICO DEL PCI EN CARRETERA CAÑETE -
LUNAHUANA (TRAMO: KM 31+000 - KM 33+000)**

**ANEXO IV: MAPAS TEMATICOS DE FALLAS SEGUN SUBSISTEMA DE
INVENTARIO VIAL CALIFICADO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES (SIC-18)**

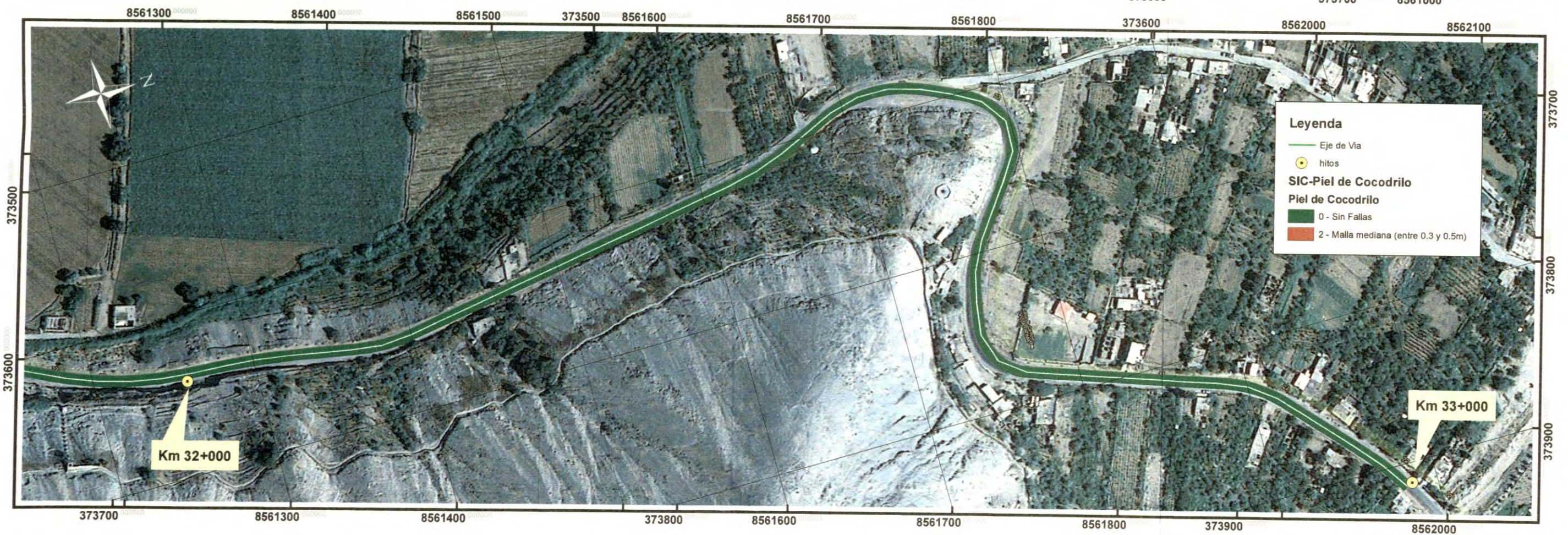
PCI (Pavement Condition Index)

Carretera Cañete - Lunahuana km 31+000 - km 33+000



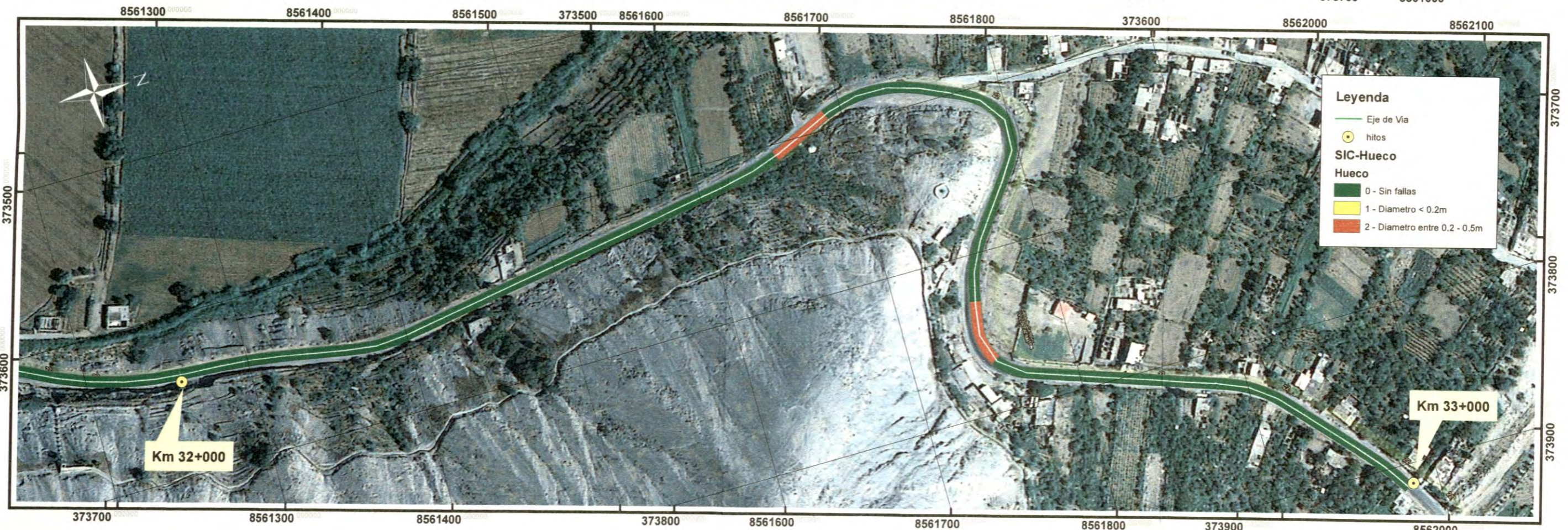
SIC Pavimento Flexible (Piel de Cocodrilo)

Carretera Cañete - Lunahuana km 31+000 - km 33+000



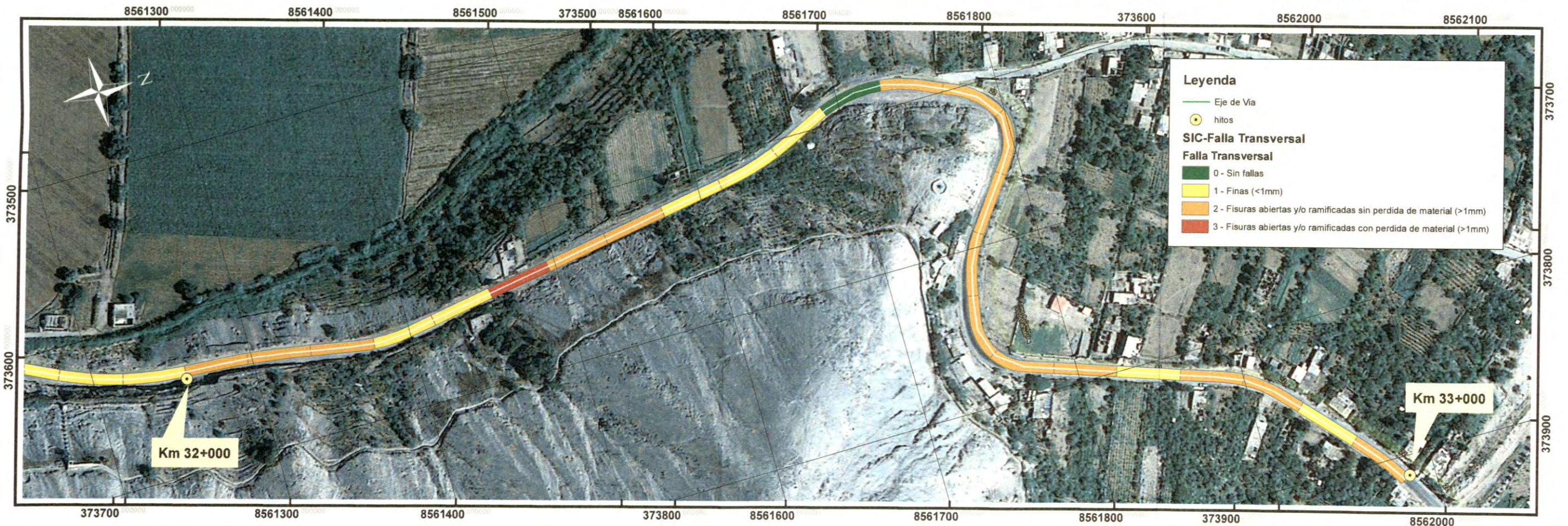
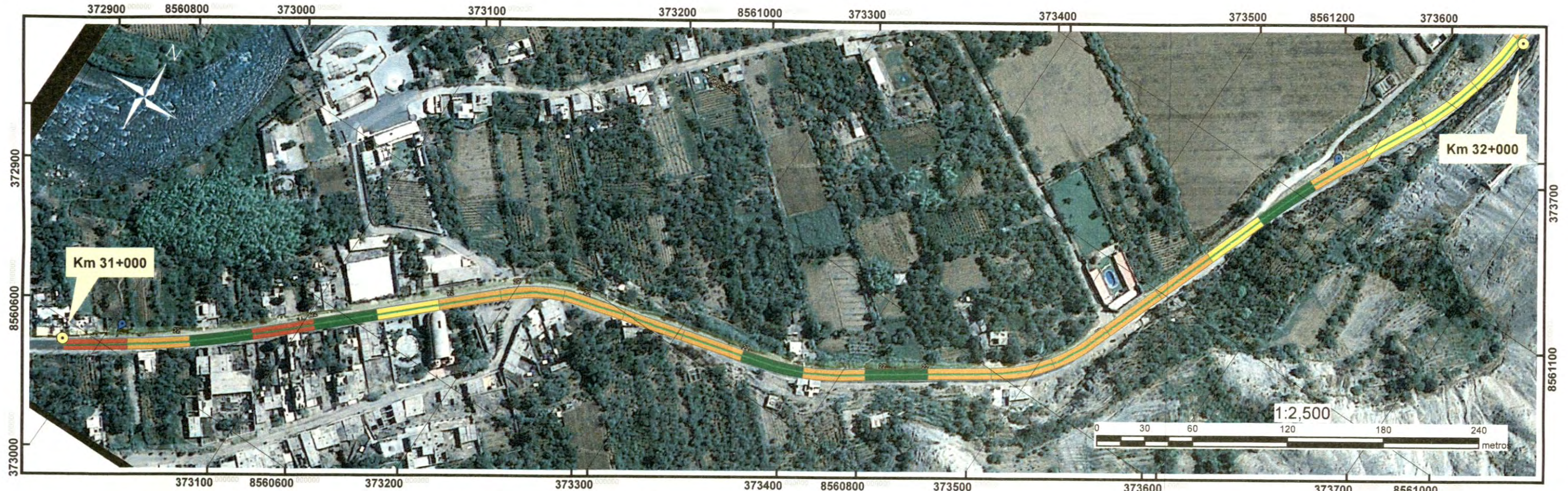
SIC Pavimento Flexible (Huecos)

Carretera Cañete - Lunahuana km 31+000 - km 33+000



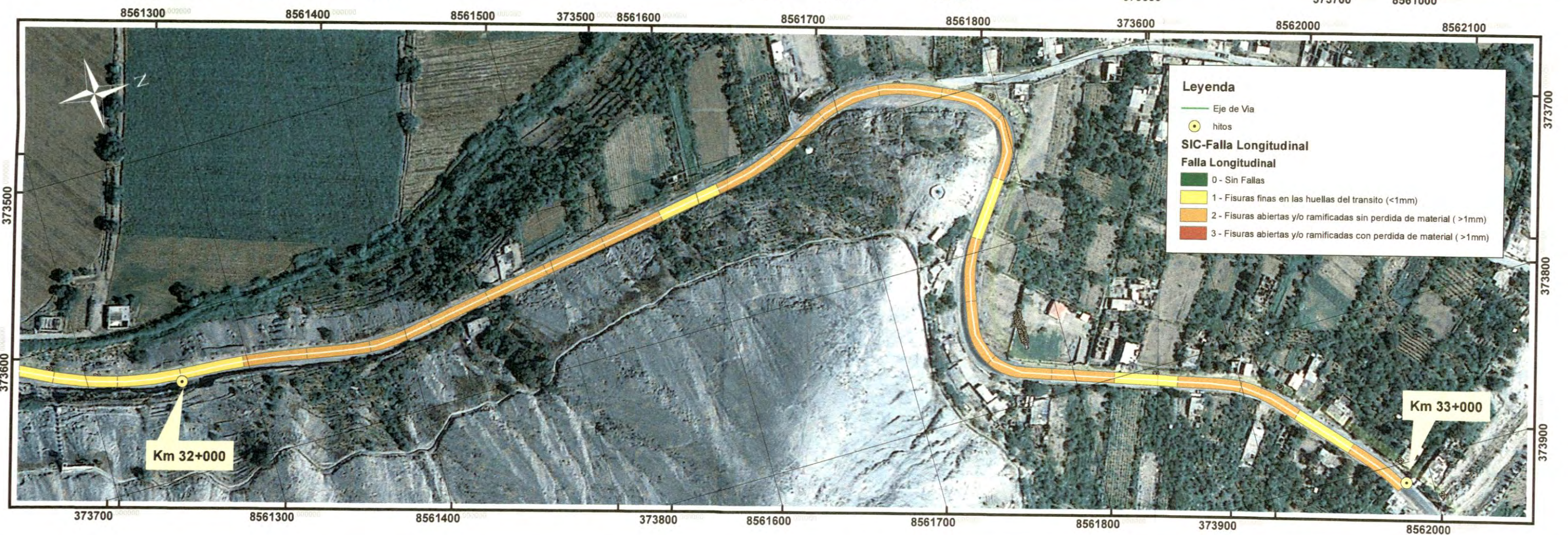
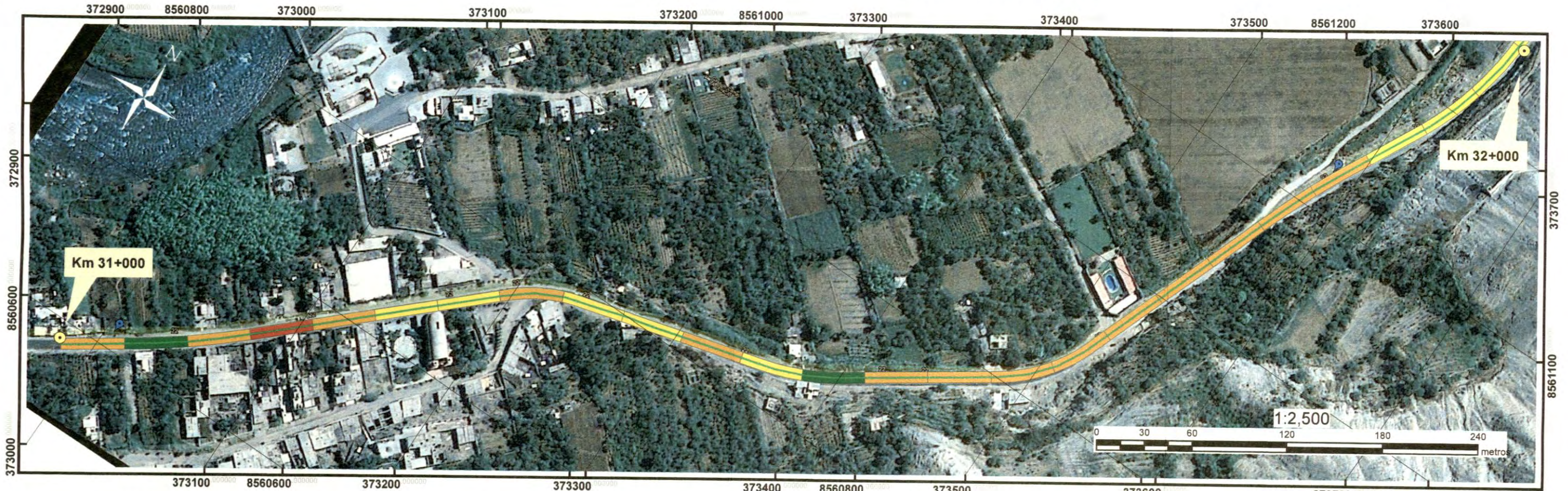
SIC Pavimento Flexible (Falla Transversal)

Carretera Cañete - Lunahuana km 31+000 - km 33+000



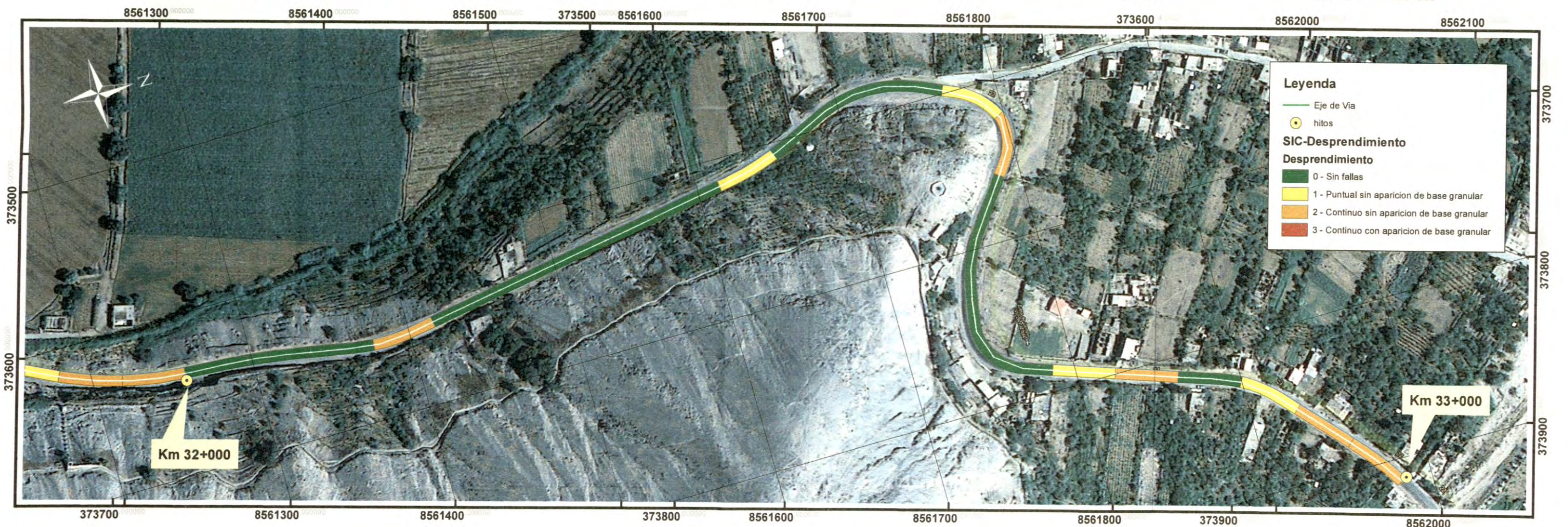
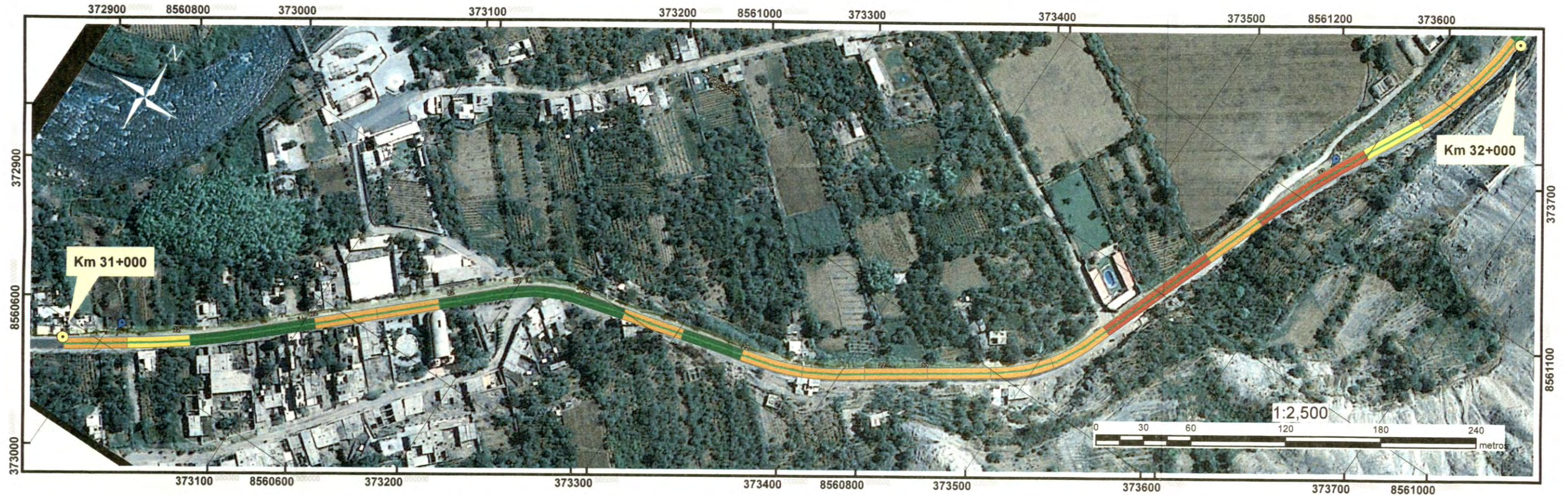
SIC Pavimento Flexible (Falla Longitudinal)

Carretera Cañete - Lunahuana km 31+000 - km 33+000



SIC Pavimento Flexible (Desprendimientos)

Carretera Cañete - Lunahuana km 31+000 - km 33+000



SIC Pavimento Flexible (Daños en Berma)

Carretera Cañete - Lunahuana km 31+000 - km 33+000

