

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



**TRANSITABILIDAD DE LA VIA
MONITOREO DE CONSERVACION CARRETERA
CAÑETE – HUANCAYO Km. 175+000 AL Km. 190+000**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ALDO RAFAEL BRAVO LIZANO

Lima- Perú

2010

INDICE DEL INFORME DE SUFICIENCIA

| | |
|---|-----------|
| RESUMEN | 2 |
| LISTA DE CUADROS | 4 |
| LISTA DE FIGURAS | 5 |
| LISTA DE SIMBOLOS | 6 |
| INTRODUCCIÓN | 7 |
| | |
| CAPITULO I.- PERFIL DEL PROYECTO | |
| 1.1. Ubicación. | 8 |
| 1.2. Objetivo Del Proyecto. | 9 |
| 1.3. Descripción y Análisis Del Proyecto. | 10 |
| | |
| CAPITULO II.- MARCO TEORICO | |
| 2.1. Normatividad Vigente. | 16 |
| 2.2. Definiciones. | 21 |
| 2.3. Sistemas de Información Geográfica (SIG). | 24 |
| | |
| CAPITULO III.- VULNERABILIDAD TRAMO Km. 175+000 al Km. 190+000 | |
| 3.1. Metodología. | 28 |
| 3.2. Matriz de Evaluación. | 30 |
| 3.3. Infraestructura Vial del Tramo. | 31 |
| 3.4. Caracterización de los Niveles de amenazas. | 48 |
| 3.5. Sectores Críticos. | 51 |
| 3.6. Evaluación Vulnerabilidad. | 53 |
| 3.7. Mitigación Problemas Detectados. | 56 |
| | |
| CONCLUSIONES | 58 |
| RECOMENDACIONES | 59 |
| BIBLIOGRAFIA | 60 |
| ANEXOS | 61 |

RESUMEN

Siendo las vías afectadas por la ocurrencia de eventos naturales, que en numerosas ocasiones interrumpen su función y causan pérdidas materiales y humanas, es necesario evaluar cada uno de los componentes de la vía y proponer soluciones para mitigar los posibles daños, que suelen tener un impacto significativo en las pérdidas económicas, tanto de los costos directos que provienen de la rehabilitación, como de los costos indirectos por su cierre temporal.

Las infraestructuras de transporte terrestre se han tratado tradicionalmente como bienes de dominio y uso público. Esta situación ha llevado a que, en la mayoría de los casos, las administraciones públicas se hayan sentido responsables de su planificación, provisión, gestión, mantenimiento y financiación; asumiendo un control excesivo sobre ellas.

El tema de la vulnerabilidad del sistema de transporte es prioritario, pero nuestros programas de inversión reflejan poco esa prioridad. Todos los años se pierde infraestructura por efectos naturales, principalmente puentes, alcantarillas y tramos de carreteras por deslizamientos.

Existe una tendencia a resolver el problema inmediato y una vez que el primer impacto se resuelve, se pierde la urgencia de resolver las cosas en forma permanente.

Por tanto, la respuesta muchas veces es tan vulnerable como lo era antes del evento. A pesar de la presión pública para dar una respuesta, ésta normalmente es lenta y es posible que la población pase un tiempo sin tener la infraestructura completamente restaurada y más todavía para tener la solución definitiva que debería corregir la vulnerabilidad

Se puede mejorar la vulnerabilidad del sistema mediante los contratos de conservación. El tipo de intervención realizada por estos contratos es de relativamente bajo costo, porque los presupuestos asignados se dirigen principalmente al estado de los pavimentos. Son muy útiles para atender el

momento de la emergencia porque las empresas están obligadas a atender derrumbes, fallas en rellenos de aproximación, problemas en los puentes, etc.

Como primer paso para mejorar la planificación debe realizarse el levantamiento de perfiles de vulnerabilidad que son valiosos para determinar las áreas que deben analizarse con mayor detalle para plantear proyectos de corrección y mitigación de eventos.

Por lo tanto es importante incorporar el tema de la vulnerabilidad vial y análisis de riesgo en los procesos de diseño de proyectos de construcción y mantenimiento; estableciendo una metodología para identificar el tema de la vulnerabilidad en la toma de inventarios viales, base de los programas de inversión.

En el presente informe se elabora una metodología para la identificación de factores que afectan la transitabilidad de la vía, tomando en cuenta estado en que se encuentra el elemento analizado, a mayor deterioro o deficiencia técnica mayor vulnerabilidad del elemento y la posibilidad que se afecte el elemento ante agentes externos.

Se debe cruzar nuestros sistemas de información geográfica para que se señalen los puntos críticos a lo largo de las vías.

LISTA DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 2.1: Ancho de calzada para carreteras de bajo volumen de tránsito | 18 |
| Cuadro 2.2: Velocidades recomendadas por condiciones topográficas | 18 |
| Cuadro 3.1: Matriz de Vulnerabilidad | 30 |
| Cuadro 3.2: Matriz de Amenazas | 31 |
| Cuadro 3.3: Ancho de calzada para el tramo en estudio | 32 |
| Cuadro 3.4: Tipo de pavimento | 34 |
| Cuadro 3.5: Clasificación de la topografía. | 35 |
| Cuadro 3.6: Nivel de Gravedad – Huecos | 36 |
| Cuadro 3.7: Nivel de Gravedad – Desprendimiento | 37 |
| Cuadro 3.8: Nivel de Gravedad – Piel de cocodrilo | 38 |
| Cuadro 3.9: Nivel de Gravedad – Fisuras longitudinales | 38 |
| Cuadro 3.10: Nivel de Gravedad – Fisuras transversales | 39 |
| Cuadro 3.11: Nivel de Gravedad – Deformación estructural | 40 |
| Cuadro 3.12: Clasificación del Estado del Pavimento | 41 |
| Cuadro 3.13: Velocidad de Operación | 42 |
| Cuadro 3.14: Fricción lateral | 43 |
| Cuadro 3.15: Estado de Cunetas | 44 |
| Cuadro 3.16: Estado de Puentes y Pontones | 44 |
| Cuadro 3.17: Estado de Alcantarillas | 45 |
| Cuadro 3.18: IMDA 2008 | 46 |
| Cuadro 3.19: IMDA 2012 | 46 |
| Cuadro 3.20: Longitud Tramos en Tangente | 47 |
| Cuadro 3.21: Vulnerabilidad | 54 |
| Cuadro 3.22: Amenazas | 54 |
| Cuadro 3.23: Cálculo del Riesgo | 55 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1.1: Esquema de la Vía Cañete – Chupaca | 8 |
| Figura 2.1: La vía se encuentra disponible para su uso | 21 |
| Figura 2.2: Vulnerabilidad de la vía | 22 |
| Figura 2.3: Inventario Vial | 23 |
| Figura 2.4: Sistema de Información Geográfica | 26 |
| Figura 3.1: Metodología a emplear | 29 |
| Figura 3.2: Ancho de calzada para el tramo en estudio | 32 |
| Figura 3.3: Bordes deteriorados | 33 |
| Figura 3.4: Tipo de pavimento para el tramo en estudio. | 34 |
| Figura 3.5: Tipo de topografía. | 35 |
| Figura 3.6: Estado del Pavimento | 40 |
| Figura 3.7: Velocidad de Operación | 41 |
| Figura 3.8: Reducción de fluidez por fricción lateral | 42 |
| Figura 3.9: Mapa de Zonificación Sísmica del Perú | 48 |
| Figura 3.10: Mapa de Intensidades Sísmicas del Perú | 48 |
| Figura 3.11: Mapa geológico Generalizado de la zona en estudio | 49 |
| Figura 3.12: Ubicación de Puntos críticos | 51 |

LISTA DE SIMBOLOS

- IMDA Índice Medio Diario Anual.
VAN Valor Actual Neto.
CGC Consorcio Gestión de Carreteras.
MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
SGIV Sistema de Gestión de Infraestructura Vial.
SIG Sistema de Información Geográfica
TSB Tratamiento Superficial Bituminoso.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se viene realizando la conservación de la vía, realizando acciones de mantenimiento periódico y rutinario. Sin embargo los factores externos (físicos, geológicos, climáticos) producen deterioro y afectan el servicio de la vía, por lo que resulta importante el desarrollo del presente informe.

Capítulo I: El objetivo de este capítulo es realizar una descripción de toda la vía y se muestra un resumen del Perfil del Proyecto que corresponde a esta carretera, este proyecto vial parte del pueblo de San Vicente de Cañete, Provincia de Cañete, Departamento de Lima y llega hasta la ciudad de Chupaca, Provincia de Chupaca, Departamento de Junín.

Capítulo II: El objetivo de este capítulo es desarrollar lo correspondiente al marco teórico, donde se muestra la normatividad vigente y las definiciones principales.

Capítulo III: El objetivo de este capítulo es desarrollar la metodología para identificar los factores que afectan la transitabilidad de la vía, para lo cual se realiza del inventario vial para el tramo en estudio, evaluando parámetros como el ancho de la calzada, el tipo de pavimento, el estado del pavimento, la topografía, la velocidad de operación, el drenaje y el diseño geométrico

Se realiza la evaluación de la vulnerabilidad calculando el riesgo. Se efectúa el estudio de la vulnerabilidad, teniendo en cuenta el estado técnico de cada parámetro evaluado.

Se elaboran recomendaciones generales para la mitigación de los problemas técnicos encontrados.

En la parte final se encuentran las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo.

CAPITULO I.- PERFIL DEL PROYECTO

1.1. Ubicación.

Este proyecto vial parte del pueblo de San Vicente de Cañete, Provincia de Cañete, Departamento de Lima y llega hasta la ciudad de Chupaca, Provincia de Chupaca, Departamento de Junín.

El tramo en estudio, en el Departamento de Lima, recorre la provincia de Cañete, pasando por los distritos de Lunahuaná, Pacarán y Zúñiga; en la provincia de Yauyos pasa por los distritos de Catahuasi, Ayanca, Yauyos, Catania, Miraflores, Alis y Tomas. En el Departamento de Junín recorre la provincia de Chupaca, pasando por los distritos de Jarpa, Ahuac y Chupaca; en la provincia de Concepción pasa por los distritos de San José de Quero y Chambará.



Figura 1.1: Esquema de la Vía Cañete – Chupaca

Fuente: http://www.proviasnac.gob.pe:81/proyectos/proy_peru.asp

1.2. Objetivo Del Proyecto.

El objetivo del Proyecto es el de mantener la transitabilidad de la Ruta Nacional N° 22 a fin de facilitar una vía alterna entre los departamentos de Junín y Lima que permitan el traslado de pasajeros y carga en condiciones de continuidad, fluidez y seguridad, optimizando los costos de transporte y tiempo de viaje; y así generar un mayor tráfico en la vía para lograr el desarrollo social-económico en toda la zona de influencia del proyecto.

El objetivo del trabajo final es el de:

- Evaluar el Plan de Inversión para los próximos tres años, enfocándonos en la rentabilidad tanto del contratista como del estado.
- Plantear alternativas de conservación vial, evaluar dichas alternativas y seleccionar la mejor.
- Evaluar el impacto socio – ambiental del proyecto en la zona de influencia.
- Medir las condiciones de serviciabilidad actuales de la vía en un tramo determinado, utilizando los equipos de viga Benkelman, Merlín y Bump Integrator.

1.3. Descripción y Análisis Del Proyecto.

Esta carretera se encuentra dividida para los fines del proyecto en los siguientes tramos (se muestran las distancias en los paréntesis):

- Tramo 1: Cañete – Lunahuana (40.80 Km)
- Tramo 2: Lunahuaná - Pacarán (12,5 Km.)
- Tramo 3: Pacarán - Zúñiga (4,20 Km.)
- Tramo 4: Zúñiga - Dv. Yauyos (72,60 Km.)
- Tramo 5: Dv. Yauyos - Dv. Roncha (135,10 Km.)
- Tramo 6: Dv. Roncha – Chupaca (16,30 Km.)

El proyecto integral para la Ruta N°22 consiste en:

- La conservación vial de todos los tramos, la cual será evaluada periódicamente por niveles de servicio.
- La rehabilitación y mejoramientos de los tramos.

A finales del año 2007 Provias Nacional firmo un contrato con el “Consortio Gestión de Carreteras”, compuesto por las empresas ICCGSA, Corporación Mayo y la Empresa de Mantenimiento Vial la Marginal, mediante el cual ganaron el proyecto de conservación de toda la vía y la rehabilitación - mejoramiento, de los tramos 4 y 5 (Zúñiga – Dv Yauyos – Ronchas), los cuales ya pasaron de afirmado a solución básica (capa granular estabilizada, protegida con un recubrimiento bituminoso).

Actualmente se está realizando el estudio definitivo para la rehabilitación y mejoramiento del tramo 1: Cañete – Lunahuana. Los tramos 3 y 6 (Pacarán – Zúñiga y Dv Roncha – Chupaca) están en estudios previos y según el contrato serán licitados para su construcción.

- Luego de la Evaluación Económica realizada se concluye que la mejor alternativa por tramos es como sigue:

TRAMO 01 : Cañete - Lunahuaná: Carpeta Asfáltica

TRAMO 02 : Lunahuaná - Zúñiga: Carpeta Asfáltica

TRAMO 06 : Ronchas - Chupaca: Carpeta Asfáltica

- Para los tramos 03, 04 y 05 no resulta ser rentable para ninguna de las alternativas planteadas, debido a su poco tránsito ($VAN < 0$, $B/C < 1.0$).
- Luego de la Evaluación Económica para toda la vía en su conjunto el proyecto no resulta rentable económicamente ($VAN < 0$, $B/C < 1.0$)
- Debido a que el Estado debe garantizar el bienestar de la sociedad, lo que realmente interesa para llevar a cabo el proyecto es la rentabilidad social.

La ejecución del servicio de conservación de la vía resulta rentable para el contratista.

- Para que sea rentable para el contratista se requiere que el contrato tenga como mínimo 05 años.
- Para que la inversión sea rentable para el Estado, manteniendo las condiciones contractuales, se requiere que el plazo sea de 25 años.
- Los niveles de servicios deben medirse con parámetros cuantitativos

En las últimas décadas, los pobladores de los diferentes distritos de la provincia de Cañete y Yauyos, que constantemente tienen que desplazarse por motivos económicos, legales, educativos, o familiares a lo largo de la carretera Cañete – Yauyos – Huancayo, han venido solicitando a los organismos competentes, para que se atienda sus demandas y se realicen las obras necesarias para contar con una carretera en óptimas condiciones de transitabilidad. En los últimos años, a esta demanda general, se han sumado otras tres demandas particulares:

- a) En la zona se han ido estableciendo empresas mineras y empresas generadoras de energía hidroeléctrica, que requieren una carretera en

óptimas condiciones para el traslado de recursos en la fase de construcción, como en la posterior fase de producción.

- b) En segundo lugar, el aumento de necesidades de recreación de la creciente población de Lima capital y Huancayo, ha incrementado las actividades de turismo local hacia la zona de la cuenca del río Cañete en particular a las localidades de Lunahuaná (Zona baja) y Huancayo (Zona alta).
- c) En tercer lugar, por la cercanía a la carretera central, la carretera Huancayo – Cañete, se ha convertido en posible alternativa para descargar la congestionada carretera central.

El 27 de diciembre de 2007, la empresa “Consorcio Gestión de Carreteras”, asume las obligaciones de contratista conservador para realizar el Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera Cañete – Lunahuaná – Pacarán Ronchas-Chupaca y Rehabilitación del Tramo Zúñiga - Dv. Yauyos-Ronchas. Actualmente, el Consorcio Gestión de Carretera (CGC), viene haciendo trabajos de mantenimiento periódico y rutinario y cambio de estándar, como parte de los compromisos contraídos, según los términos de referencia.

La carretera entre Cañete y Chupaca, se desarrolla en las cuencas de los ríos Cañete y Cunas, cuenca en el que están asentados numerosas poblaciones agrupadas en varios distritos, que en su mayor parte se dedican a la actividad ganadera y agrícola, por lo que se debe de tener una vía en óptimas condiciones para el intercambio comercial y la integración regional entre las poblaciones de la costa central y de la sierra central, desde Cañete hasta Chupaca a lo largo de los 281.73 km de su recorrido.

Al proyectarse la carretera Cañete – Yauyos – Huancayo, como ruta alterna a la Carretera Central, se necesita lograr una mejor transitabilidad para atender la demanda futura debido a que, con el mejoramiento, la vía se convertirá en un corredor económico de gran importancia, es por esta razón que es competencia del Estado realizar los trabajos ahí proyectados.

Dentro de los objetivos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones se encuentra que, debe dotar de infraestructura vial adecuada para un sistema de transporte eficiente, por lo tanto compete a PROVIAS NACIONAL atender la demanda de esta carretera para promover un servicio de transporte terrestre eficiente y seguro.

Tramo Cañete – Lunahuaná. (Km. 0+000 – Km.40+750)

El tramo se encuentra asfaltado, en estos momentos se encuentra en conservación rutinaria después de la rehabilitación. El sistema de drenaje del tramo se encuentra constituido por alcantarillas, badenes, cunetas, y canales, las cuales en su mayoría se encuentran en funcionamiento, se encuentra con señalización horizontal y vertical, adecuada. El ancho de vía promedio es de 7.20 m.

Tramo Lunahuaná – Pacarán. (Km. 40+750 – Km.53+240)

El tramo se encuentra asfaltado con tratamiento superficial sin rehabilitación, en estos momentos se encuentra en conservación periódica y rutinaria. El sistema de drenaje del tramo se encuentra constituido por alcantarillas, badenes, cunetas, y canales, las cuales en su mayoría se encuentran en funcionamiento, se encuentra con señalización horizontal y vertical, adecuada. El ancho de vía promedio es de 6.40 m.

Tramo Pacarán – Catahuasi. (Km. 53+240 – Km.78+805)

El tramo se encuentra con tratamiento Slurry Seal, en estos momentos se encuentra en conservación periódica y rutinaria. El sistema de drenaje del tramo se encuentra constituido por alcantarillas, badenes, cunetas, y canales, las cuales en su mayoría se encuentran en funcionamiento, se encuentra con señalización horizontal y vertical escasa. El ancho de vía promedio es varía de 5.00m a 7.50m.

Tramo Catahuasi – Alis. (Km. 78+805 – Km.164+905).

El tramo se encuentra con tratamiento superficial monocapa, en estos momentos se encuentra en conservación periódica y rutinaria. El sistema de drenaje del tramo se encuentra constituido por alcantarillas, badenes, cunetas, y canales, las cuales en su mayoría se encuentran en funcionamiento, se encuentra con señalización horizontal y vertical escasa. El ancho de vía promedio es varía de 5.00m a 7.50m.

Tramo (Km.164+905 – Km.227+000).

El tramo se encuentra con tratamiento de suelo estabilizado, en estos momentos se encuentra en conservación periódica y rutinaria. El sistema de drenaje del tramo se encuentra constituido por alcantarillas, badenes, cunetas, y canales, las cuales en su mayoría se encuentran en funcionamiento, se encuentra con señalización horizontal y vertical escasa. El ancho de vía promedio es varía de 3.00m a 5.00m.

Tramo (Km.227+000 – Km.253+000).

El tramo se encuentra en afirmado, en estos momentos se encuentra en conservación periódica y rutinaria. El sistema de drenaje del tramo se encuentra constituido por alcantarillas, badenes, cunetas, y canales, las cuales en su mayoría se encuentran en funcionamiento, se encuentra con señalización horizontal y vertical escasa, orografía accidentada, con pendientes de 8.5 – 9% El ancho de vía promedio es varía de 2.60m a 8.00m.

Tramo (Km.253+000 – Roncha Km.265+120).

El tramo se encuentra con tratamiento de suelo estabilizado, en estos momentos se encuentra en conservación periódica y rutinaria. El sistema de drenaje del tramo se encuentra constituido por alcantarillas, badenes, cunetas, y canales, las cuales en su mayoría se encuentran en funcionamiento, se encuentra con señalización horizontal y vertical escasa, orografía accidentada, con pendientes de 8.5 – 9%.

El ancho de vía promedio es varía de 2.60m a 8.00m.

Tramo (Roncha Km.265+120 – Chupaca Km.281+730).

El tramo se encuentra en afirmado, en estos momentos se encuentra en conservación periódica y rutinaria. El sistema de drenaje del tramo se encuentra constituido por alcantarillas, badenes, cunetas, y canales, las cuales en su mayoría se encuentran en funcionamiento, se encuentra con señalización horizontal y vertical escasa, orografía accidentada, con pendientes de 8.5 – 9%. El ancho de vía promedio es varía de 2.60m a 8.00m.

CAPITULO II.- MARCO TEORICO

2.1. Normatividad Vigente.

- **MTC Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras (EG - 2000).**

En lo concerniente a normas y manuales para la gestión vial, actualmente el MTC cuenta con especificaciones para construcción de carreteras (EG-2000) realizadas principalmente para vías de la red principal.

Las Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras que se presentan en esta Norma son de carácter general y responden a la necesidad de promover en el país la uniformidad y consistencia de las especificaciones de partidas que son habituales y de uso repetitivo en Proyectos y Obras Viales.

Estas Especificaciones tienen también la función de prevenir y disminuir las probables controversias que se generan en la administración de los Contratos y estimular una alta calidad de trabajo. Para lograr esto se enfatiza un aspecto importante que radica en el hecho de incentivar el auto control de calidad de la obra vial por su propio ejecutor, es decir que el propio contratista en forma directa garantice un grado de calidad en la ejecución del trabajo y por tanto de los materiales, equipos y el personal que interviene en cada una de las partidas de trabajo que conforman una obra de acuerdo al proyecto, términos de referencia, bases de licitación, especificaciones generales y especiales. La Supervisión tendrá la función de efectuar el Control de Calidad de la Obra para lo cual contará con los elementos técnico - logísticos que requiera el Proyecto.

- **MTC Manuales para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito 2008.**

El MTC ha elaborado el "Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito" que define estas carreteras aquellas que tienen demandas proyectadas hasta 350 vehículos/día y que corresponderán al Sistema Nacional de Carreteras.

El MTC considera necesario normar un manual que proporcione criterios técnicos sólidos y coherentes, para posibilitar el diseño y construcción de carreteras eficientes, optimizados en su costo e impulsar la extensión técnica masiva de su conocimiento en sus estamentos políticos, técnicos y sociales involucrados en el tema. Para este efecto, el manual, presenta tecnologías apropiadas a la realidad del país favoreciendo el uso de los recursos locales y, en especial, el cuidado de los aspectos de seguridad vial y de preservación del medio ambiente, debiendo las entidades responsables de la gestión vial exigir su uso adecuado.

Este manual es de aplicación obligatoria por las autoridades competentes, según corresponda, en todo el territorio nacional para los proyectos de vialidad de uso público, también por razones de seguridad vial, todos los proyectos viales de carácter privado deberán en lo aplicable ceñirse como mínimo a la normativa de este manual.

Los valores de diseño que se indican en este volumen son mínimos normales, es decir representan el límite inferior de tolerancia deseable en el diseño. Por lo tanto, ellos constituyen una norma mandataria, sin embargo, en casos específicos donde exista la necesidad de la reducción de estos valores, además de una justificación técnica-económica así como de las medidas paliativas para compensar la disminución de estas características, deberá contar con la autorización expresa de la autoridad vial competente correspondiente a la carretera en estudio.

El hecho que en este manual se presentan determinados criterios para el diseño de carreteras, implica que existen carreteras que son inseguras o de construcción deficiente y obliga a modificarlas. No se pretende necesariamente, imponer políticas que obliguen a la modificación inmediata de los alineamientos o de la sección transversal de las carreteras existentes de bajo volumen de tránsito, pero sí cuando estos requieran asegurar la transitabilidad.

Fundamentalmente este manual se aplica a carreteras existentes mejorando el trazo sin originar grandes movimientos de tierra.

Para ello es necesario en cada proyecto específico, analizar el grado de problema y la cantidad de recursos que se justifica gastar para superar el problema. Y en este proceso, se tienen normalmente alternativas que debidamente evaluadas, permitirán seleccionar el proyecto óptimo a ejecutar. En este análisis, la magnitud de la demanda de usuarios de la carretera es muy importante para poder valorar los beneficios que la comunidad obtendrá y su relación entre el monto de los beneficios frente a los costos de las obras, lo que permitirá seleccionar entre los proyectos.

La pavimentación de la vía disminuirá los costos de mantenimiento de la vía, disminuirá los costos de operación vehicular, disminuirá el tiempo de viaje del origen al destino favoreciendo principalmente al transporte de productos perecibles, asimismo se incrementará el nivel de servicio al usuario. Aspectos que deberán ser evaluados bajo las consideraciones de costo beneficio y/o costo efectividad.

Cuadro 2.1: Ancho de calzada para carreteras de bajo volumen de tránsito

| IMDA Vehículo / día | Ancho mínimo de calzada (m) | Tipo de superficie de rodadura |
|--|--|--|
| 0 - 350 | 5.50 Para carreteras de 2 carriles 4.00 Para carreteras de 1 carril (*) | Desde tratamiento superficiales asfálticos hasta carpeta asfáltica |
| (*) Con plazoletas de cruce cada 500 m como mínimo en tangente con pendiente uniforme y en curvas horizontales y/o verticales de acuerdo a la visibilidad. | | |

Fuente: Manuales para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Cuadro 2.2: Velocidades recomendadas por condiciones topográficas

| Terreno | Velocidad directriz (Km./h) |
|------------------|------------------------------------|
| Plano y ondulado | Máximo 90 |
| Accidentado | Máximo 50 |
| Muy accidentado | V<30 |

Fuente: Manuales para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

La velocidad directriz corresponde a la velocidad de diseño y la velocidad operativa es la que la autoridad competente establece para regular la velocidad de circulación, la misma que debe formar parte de la señalización vial de los diversos tramos de la carretera. Esta velocidad operativa debe estar aprobada mediante resolución emitida por la autoridad competente.

El tipo de vehículos usuario de las carreteras a que se refiere este manual estará limitados a vehículos ligeros y vehículos pesados de carga o pasajeros hasta de 3 ejes.

El uso de la carretera por vehículos mayores por restricciones de seguridad vial, transitabilidad en la vía, deberá ser expresamente autorizado para cada vehículo específico por la autoridad competente, la que deberá establecer las condiciones del tramo, fecha y hora en que se autoriza la circulación de cada vehículo. La autoridad competente, asimismo, podrá cobrar al usuario una tasa que compense los costos que la circulación de este vehículo origine a la sociedad. El cálculo de este costo será parte de un informe técnico específico o será parte de una reglamentación ad-hoc aprobada por la autoridad competente.

- **MTC Manual de Diseño Geométrico DG-2001.**

Este manual presenta las técnicas de diseño vial, a través de la normalización de las características geométricas de nuestras carreteras.

El Objetivo de este manual es estandarizar los diseños que se realicen en el Perú, uniformizando criterios y procedimientos para el diseño vial. Al mismo tiempo servirá de guía y elemento de consulta para el personal profesional, técnico y de mando medio dedicado a estudios y proyectos viales en sus diferentes fases

Los métodos y procedimientos han sido redactados en términos no mandatorios, no constituyen norma. Sin embargo son los que se estima como más adecuados en cada caso. El proyectista no queda limitado en estas situaciones al uso exclusivo del método recomendado, pero deberá justificar, adecuadamente la validez del procedimiento propuesto en reemplazo.

Cabe destacar, como mala práctica, la tendencia a reducir costos de construcción extremando el uso de elementos geométricos mínimos. En efecto, resulta difícil y oneroso mejorar, posteriormente, los sectores conflictivos que resultan de implantar dichos elementos, con lo que ello implica en términos de visibilidad. Cuando exista limitación de fondos para ejecutar una obra cuya categoría está bien definida, se debe analizar primero la posibilidad de construirla por etapas, antes de minimizar las características geométricas que le corresponden.

- **MTC Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial 2006.**

Este manual proporciona criterios técnicos sólidos y coherentes, para posibilitar el diseño y construcción de carreteras eficientes, optimizados en su costo e impulsar la extensión técnica masiva de su conocimiento en sus estamentos políticos, técnicos y sociales involucrados en el tema.

Para este efecto, el manual, presenta tecnologías apropiadas a la realidad del país favoreciendo el uso de los recursos locales y, en especial, el cuidado de los aspectos de seguridad vial y de preservación del medio ambiente, debiendo las entidades responsables de la gestión vial exigir su uso adecuado.

- **MTC Modelo del Sistema de Gestión de Infraestructura Vial de Provías Nacional.**

El Sistema de Gestión de la Infraestructura Vial (SGIV) consiste en una serie de procesos conducentes a hacer más eficiente la labor de Provías Nacional, estableciendo los procedimientos para planificar la inversión en Carreteras, Puentes, Infraestructura de Seguridad Vial y Emergencias Viales, controlar el avance en la ejecución y, en función de los resultados obtenidos, eventualmente reformular la planificación.

2.2. Definiciones.

Para el correcto entendimiento del presente informe, los siguientes términos tendrán los significados de índole técnico que a continuación se indican:

- **Transitabilidad**

El concepto de “transitabilidad” en el Perú define una situación de “disponibilidad de uso”. Demuestra que una carretera específica está disponible para su uso, es decir, que no ha sido cerrada al tránsito público por causas de “emergencias viales” que la hubieran cortado en algún o en algunos lugares del recorrido, como consecuencia de deterioros mayores causados por fuerzas de la naturaleza, tales como deslizamientos de materiales saturados de agua (“huaicos”), desprendimiento de rocas, pérdidas de la plataforma de la carretera, erosiones causadas por ríos, caída de puentes, etc. por ejemplo.

Este tipo de problemas, es el que causa mayor impacto en la vida de las poblaciones del país y ocurre mayormente en periodos de lluvias.



Figura 2.1: La vía se encuentra disponible para su uso

- **Vulnerabilidad**

Vulnerabilidad se define como el grado de resistencia o comportamiento de la vía frente a la ocurrencia de un peligro de una magnitud dada. La vulnerabilidad tiene diferentes dimensiones o tipos como:

Vulnerabilidad Natural: Es imperativo considerar adecuadamente los eventos naturales que podrían afectar o dañar las carreteras para protegerlas adecuadamente. Las interrupciones ocasionadas por daños o pérdidas de infraestructura se traducen rápidamente en pérdidas económicas para otros sectores productivos de nuestro país. Los riesgos naturales representan un condicionamiento permanente del medio ambiente sobre la red de transporte y sobre su desarrollo. La destrucción de tramos de carreteras y puentes por falta de estudios paleo-eventos previos a la construcción red vial y/o por falta de estudios de ubicación, por material inapropiado para soportar el exceso de recurso hídrico, ocurre frecuentemente y debe ser anticipada.

Vulnerabilidad Física: Es el estado de la infraestructura vial, la condición del pavimento, el estado de la señalización. Para esta evaluación se requiere el inventario vial, identificación de deficiencias constructivas, zonificación, bases históricas de daños.



Figura 2.2: Vulnerabilidad de la vía

• **Inventario Vial**

Constituye una de las primeras y más importantes tareas de los responsables de una vía. Los inventarios sirven para tener un conocimiento básico de la red (longitud) y para obtener una serie de informaciones adicionales hasta el nivel de detalle que recomienden los administradores de la vía, debe contener la siguiente información:

- Nombre de la vía.
- Longitud.
- Tipo de Pavimento.
- Espesores de la Vía.
- Señalización.
- Obras de Arte.
- Diseño Geométrico.

Los inventarios deben estar informatizados y organizados en bases de datos gráficas y numéricas que permitan fácilmente su explotación y preparación de mapas y tratamientos numéricos que se requieran. Asimismo los inventarios deben organizarse de forma que permitan la conexión fácil y rápida con datos evolutivos (tráfico, estado de los pavimentos, de los puentes, etc.).

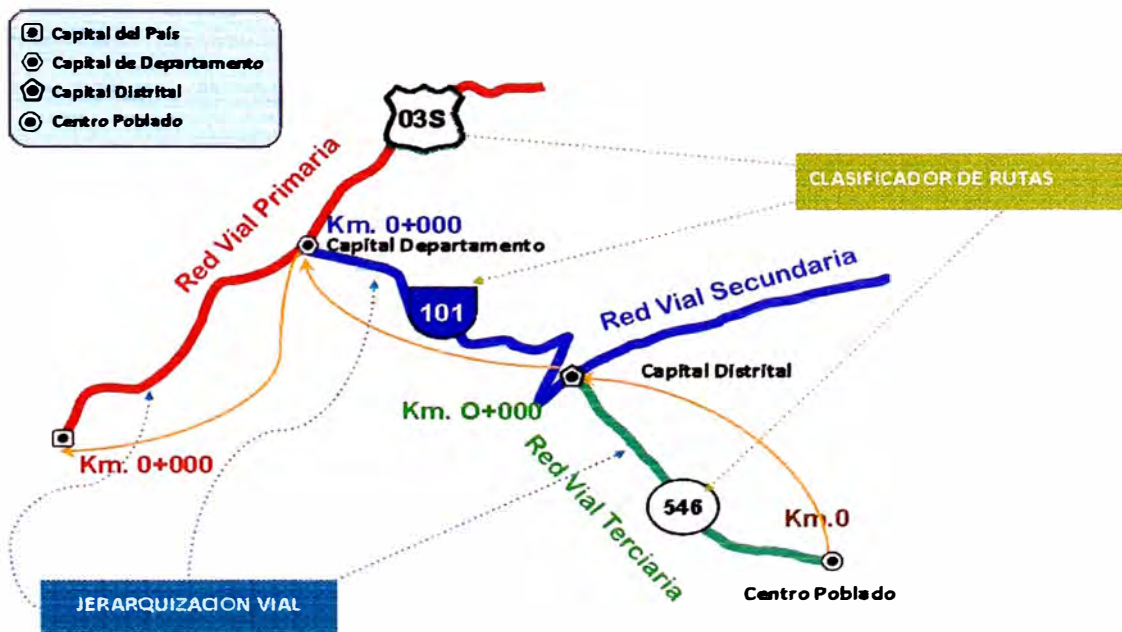


Figura 2.3: Inventario Vial

2.3. Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión. También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información. En el sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. En un sentido más genérico, los SIG son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones.

La tecnología de los Sistemas de Información Geográfica puede ser utilizada para investigaciones científicas, la gestión de los recursos, gestión de activos, la arqueología, la evaluación del impacto ambiental, la planificación urbana, la cartografía, la sociología, la geografía histórica, el marketing, la logística por nombrar unos pocos. Por ejemplo, un SIG podría permitir a los grupos de emergencia calcular fácilmente los tiempos de respuesta en caso de un desastre natural, el SIG puede ser usado para encontrar los humedales que necesitan protección contra la contaminación, o pueden ser utilizados por una empresa para ubicar un nuevo negocio y aprovechar las ventajas de una zona de mercado con escasa competencia

Las carreteras están dotadas de obras e instalaciones que requieren de un constante control, de manera que quede garantizada en todo momento la transitabilidad de la vía. Para esto el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de su Gerencia de Planeación y Presupuesto a creado el Modelo del Sistema de Gestión de Infraestructura Vial de PROVIAS Nacional, que vienen a ser las normas que habrán de regir para llevar mejor la gestión de las carreteras.

Con esta normativa se constituyendo una herramienta fundamental en la gestión informatizada, proporciona ayuda a la optimización de los recursos, control de la actividad y comunicación con el Ministerio.

Para una adecuada solución a tales exigencias, es necesario un tratamiento informático integrado e interactivo de manera que todo el volumen de datos sea fácilmente accesible y está disponible en todo momento para las necesidades de la gestión.

Mediante este sistema se proporciona, entre otros:

- Un inventario gráfico de la carretera totalmente detallado y actualizado.
- Control de puntos críticos.
- El control gráfico de los trabajos de Conservación y Mantenimiento realizados o por realizar.
- Mediciones e índices de calidad en explotación.
- Almacenamiento de los datos referidos a la ubicación y las características técnicas de todos y cada uno de los elementos a conservar en la carretera.
- Gestión de los datos referidos a accidentes tales como: estadísticas, causas, informes, etc.
- Planos temáticos de gran detalle y fiabilidad.
- Actualización de forma automática de la información desde los partes de operaciones.
- Gestión documental de partes externos, atestados, esquemas y fotografías.
- Gestión de los recursos humanos, materiales y maquinaria.
- Elaboración de partes de vigilancia, comunicaciones, operaciones, etc.
- Planificación de las tareas diarias, mensuales y anuales a realizar.
- Ordenes de trabajo.
- Control sobre las operaciones subcontratadas.
- Análisis de costos y beneficios.

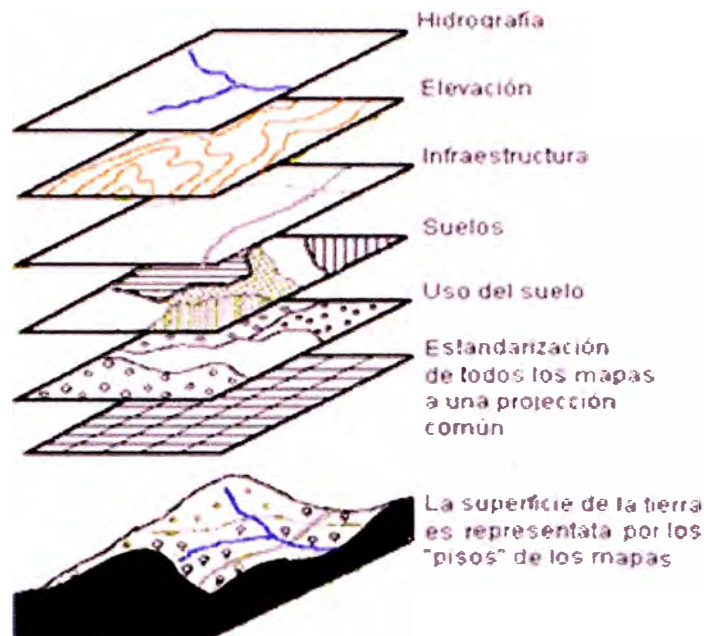


Figura 2.4: Sistema de Información Geográfica

Gráficamente la información está estructurada en una serie de capas de información, cada una de las cuales corresponde a un elemento de la carretera. El usuario tiene la capacidad de realizar una selección de aquellos que desea visualizar en pantalla y consultar.

A continuación se muestra los elementos con topología y las categorías temáticas:

- **Punto:** Elementos de drenaje, estructuras, marcas viales puntuales, puntos kilométricos, señales verticales, puntos críticos.
- **Línea:** Barreras de seguridad, bordillos, colectores, cunetas, drenes profundos, marcas viales lineales, obras de desagüe, vallas de cerramiento.
- **Polígono:** Bermas, calzadas, ríos, taludes, vías de servicio, etc.

El Sistema debe calcular de forma automática la longitud de todos y cada uno de los elementos lineales, y el perímetro y área total de aquellos definidos como polígonos. La interfaz gráfica permite no sólo la visualización del mapa sino también la entrada, consulta y modificación de los datos referidos a los elementos.

El sistema mostrará una tabla con los datos del elemento referidos a su ubicación: eje, calzada, situación y punto kilométrico, sus características y el estado en que se encuentra. Cada entidad gráfica lleva asociada una ficha única con estos datos. Esto, junto a un tratamiento que verifica la integridad relacional de los datos, asegura la no existencia de incongruencias entre la ubicación grafica de cada elemento y los datos almacenados en las fichas.

Al actualizar los datos en el tiempo, no solo se modifican las entidades graficas sino también el contenido de las tablas asociadas a ellos. En definitiva, la información se organiza en torno a una base de datos relacional asociada al tratamiento gráfico (SIG).

Como se ha descrito, el modulo SIG incorpora una vista especifica de señales verticales. Su objetivo es el de disponer de un inventario grafico de las mismas posicionadas concretamente sobre el eje de la carretera. Estos datos son básicos para la elaboración de los inventarios de cuantías y estado de dichos elementos en las labores de mantenimiento a realizar.

Se llevará la gestión administrativa de los recursos humanos, de maquinaria y de materiales, así como de los partes diarios de operaciones, vigilancia, comunicaciones e incidencias y de la planificación de trabajos, estadísticas y costos.

Se dispondrá de inventarios de cuantías sobre los elementos de la vía y una estimación del estado de los mismos. Se puede evaluar las horas de personal a emplear en cada operación, así como de maquinaria o vehículos tipificados que se prevea emplear, el rendimiento horario medio, etc., todo ello de referido al Programa Anual de actuaciones. Del mismo modo, se pueden obtener presupuestos parciales y generales de los planes de trabajo, así como un balance de costes desglosado a partir de los partes de operaciones.

CAPITULO III.- VULNERABILIDAD TRAMO Km. 175+000 al Km. 190+000

3.1. Metodología

Para la identificación de factores que afectan la transitabilidad de la Vía, se seguirán los siguientes pasos:

- a) Realización del Inventario Vial para el tramo en Estudio, indicando el estado de cada parámetro a evaluar, realizando una evaluación técnica teniendo en cuenta su estado técnico actual y las afectaciones que pudieran observarse.
- b) Determinación de los niveles de amenazas naturales. Se establecen los parámetros de amenazas naturales para el tramo en estudio. Caracterización de los peligros geológicos del tramo. Se realiza el análisis de las características topográficas, propiedades físico-mecánicas de los suelos y rocas, potencialidad de los fenómenos físico-geológicos y posibles incrementos de la amenaza sísmica o de otro tipo, debido a las condiciones ingeniero geológicas in situ.
- c) Evaluación de la vulnerabilidad natural y física. Se efectúa el estudio de la vulnerabilidad, teniendo en cuenta el estado técnico de cada elemento y se establece un valor a la amenaza para así poder calcular el nivel de riesgo de cada parámetro

$$\text{RIESGO} = \text{AMENAZA} \times \text{VULNERABILIDAD}$$

- d) Para los elementos que tienen indicadores de Riesgo elevados se establecen recomendaciones para la mitigación de los problemas técnicos encontrados.

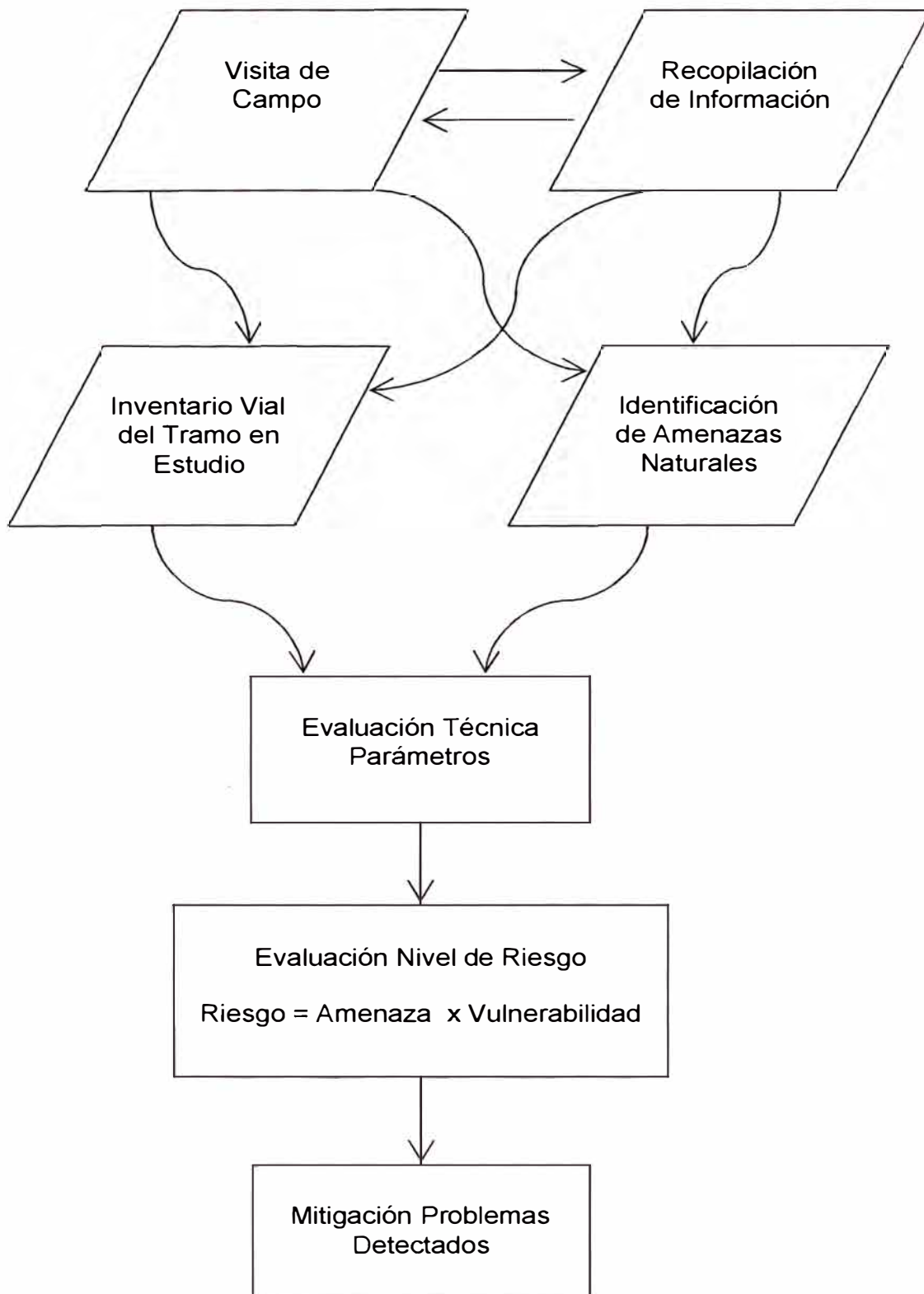


Figura 3.1: Metodología a emplear

3.2. Matriz de Evaluación

Cuadro 3.1: Matriz de Vulnerabilidad

| VULNERABILIDAD PARAMETRO | 1 | 2 | 3 |
|-------------------------------|---|---|---|
| Ancho de Calzada | Comprende el ancho de la superficie de rodadura: Mayor a 3.50 (1) Igual a 3.50 (2) y Menor a 3.50 (3) | | |
| Ancho de Berma | Corresponde al espacio disponible para aparcar: Mayor a 0.50 (1), Igual a 0.50 (2) y Menor a 0.50 (3) | | |
| Tipo de Pavimento | Se refiere al tipo de rodadura: tratamiento superficial (1), afirmado (2), tierra (3) | | |
| Topografía | plano (1), ondulado (2), montañoso (3). | | |
| Estado del pavimento | Se refiere a los daños del pavimento por niveles de gravedad: bueno (1), regular (2) y malo (3). | | |
| Velocidad | Se alcanza y se mantiene la velocidad de operación (1), se alcanza y no se mantiene (2), nose alcanza la velocidad de operación (3) | | |
| Fricción Lateral | Rural (1), Sub Urbano (2), Urbano (3) | | |
| Drenaje | Estado técnico de Cunetas, alcantarillas y Pontones: Bueno (1), Regular (2) y Malo (3) | | |
| Diseño Geométrico | Se refiere al cumplimiento de las normas vigentes: Supera parámetros mínimos (1), Cumple parámetros mínimos (2) y No cumple norma (3) | | |
| Señalización y Seguridad Vial | Se refiere a la existencia de señales verticales y horizontales: completas (1), incompleta (2), no existen señales (3). | | |

Fuente: Elaboración propia

Se establece la vulnerabilidad de cada parámetro según el estado en que se encuentra, a mayor deterioro o deficiencia técnica mayor vulnerabilidad del elemento.

Cuadro 3.2: Matriz de Amenazas

| PARAMETRO \ AMENAZAS | SISMICIDAD | CLIMA | TALUDES |
|-------------------------------|------------|-------|---------|
| Ancho de Calzada | SI | SI | SI |
| Ancho de Berma | SI | SI | SI |
| Tipo de Pavimento | SI | SI | NO |
| Topografía | SI | NO | NO |
| Estado del pavimento | SI | SI | SI |
| Velocidad | SI | SI | NO |
| Fricción Lateral | SI | NO | NO |
| Drenaje | SI | SI | SI |
| Diseño Geométrico | SI | NO | SI |
| Señalización y Seguridad Vial | SI | NO | SI |

Fuente: Elaboración propia

Se establece la posibilidad que se afecte el elemento ante la amenaza de agentes externos, a mayor valor mayor probabilidad de que el elemento se vea afectado.

3.3. Infraestructura Vial del Tramo.

Se obtiene la infraestructura vial del tramo realizando el inventario del mismo, el día de la visita a campo y apoyándose en el video realizado de todo el tramo.

El propósito del inventario es contar con información suficiente para estimar la capacidad de flujo de tránsito en las carreteras de la red. Adicionalmente, se requiere información sobre el tipo y condición del pavimento.

La capacidad de la carretera depende del número y ancho de carriles, ancho de las bermas, topografía general y las características geométricas de la carretera.

Además, también se afecta por el grado de fricción lateral (accesos), el cual está estrechamente ligado al entorno de la vía (área rural, sub urbana, urbana).

Cuando alguna de las características a inventariar cambiaban significativamente en uno o varios puntos intermedios del tramo inventariado, este se subdividió en secciones (o subtramos), registrando todos los campos en cada sección.

A continuación se presenta una descripción de los parámetros incluidos:

Ancho de la calzada

Comprende el ancho de la superficie de rodadura, entre bordes de carriles de circulación, en metros.

Cuadro 3.3: Ancho de calzada

| Tramo | | Ancho de Calzada |
|---------|---------|------------------|
| Inicio | Fin | |
| 190+000 | 189+000 | 3.50 |
| 189+000 | 187+359 | 3.20 |
| 187+359 | 187+252 | 3.00 |
| 187+252 | 186+701 | 3.20 |
| 186+701 | 186+636 | 3.00 |
| 186+636 | 186+243 | 3.20 |
| 186+243 | 186+000 | 3.50 |
| 186+000 | 185+886 | 3.20 |
| 185+886 | 185+610 | 3.50 |
| 185+610 | 185+276 | 3.20 |
| 185+276 | 183+942 | 3.50 |
| 183+942 | 183+733 | 3.00 |
| 183+733 | 182+658 | 3.50 |
| 182+658 | 182+404 | 3.00 |
| 182+404 | 182+035 | 3.20 |
| 182+035 | 181+694 | 3.50 |
| 181+694 | 179+797 | 3.00 |
| 179+797 | 179+737 | 3.20 |
| 179+737 | 175+000 | 3.50 |

Fuente: Elaboración propia

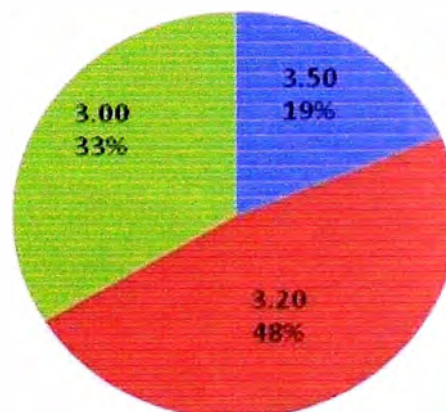


Figura 3.2: Ancho de calzada para el tramo en estudio.

Ancho de bermas

Corresponde al espacio disponible para aparcar o maniobrar en caso de emergencia, en la parte exterior de la calzada de circulación, en metros.

En caso que las secciones típicas indiquen bermas de diferentes anchos a cada lado, se usó el ancho promedio. La existencia de la berma se determinó de acuerdo a la geometría básica de la carretera, sin considerar el hecho que en algunos caminos se encuentra inhabilitado por la vegetación o problemas de drenaje, etc. El concepto es que si la carretera tiene bermas en mala condición, éstas pueden ser rehabilitadas y funcionar adecuadamente.

En nuestro caso no existe prácticamente este ítem, pues los bordes se encuentran deteriorados.



Figura 3.3: Bordes deteriorados.

Tipo de pavimento

Se clasificaron los pavimentos de acuerdo a los siguientes tipos:

- TSB : tratamiento superficial bituminoso
- AF : afirmado
- TR : tierra

Cuadro 3.4: Tipo de Pavimento

| Tramo | | Tipo de Pavimento |
|---------|---------|-------------------|
| Inicio | Fin | |
| 190+000 | 189+626 | TSB |
| 189+626 | 189+521 | AF |
| 189+521 | 175+000 | TSB |

Fuente: Elaboración propia

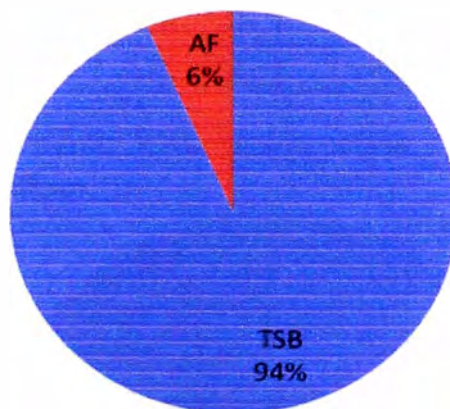


Figura 3.4: Tipo de pavimento para el tramo en estudio.

Topografía

La topografía general del tramo indica las dificultades para la operación del tránsito, especialmente los camiones. Se usaron tres categorías generales y una adicional para casos críticos.

- Plano: son tramos con pendientes suaves (< 3 %) o moderadas (3-4 %) de corta longitud (< 0.5 km).
- Ondulado: terrenos con pendientes moderadas y frecuentes; pero en longitudes no muy grandes (< 1 km).
- Montañoso: pendientes fuertes, (5+ %) y frecuentes.
- Pendientes críticas: se refiere a casos especiales en los cuales existe una pendiente tan fuerte y larga que amerita considerarla como una Sección particular en el tramo. Son pendientes de 6+ % y con longitudes superiores a los 5 km.

Cuadro 3.5: Clasificación de la Topografía

| Tramo | | Topografía |
|---------|---------|------------|
| Inicio | Fin | |
| 190+000 | 185+790 | ONDULADO |
| 185+790 | 185+000 | MONTAÑOSO |
| 185+000 | 184+041 | PLANO |
| 184+041 | 176+838 | ONDULADO |
| 176+838 | 175+000 | PLANO |

Fuente: Elaboración propia

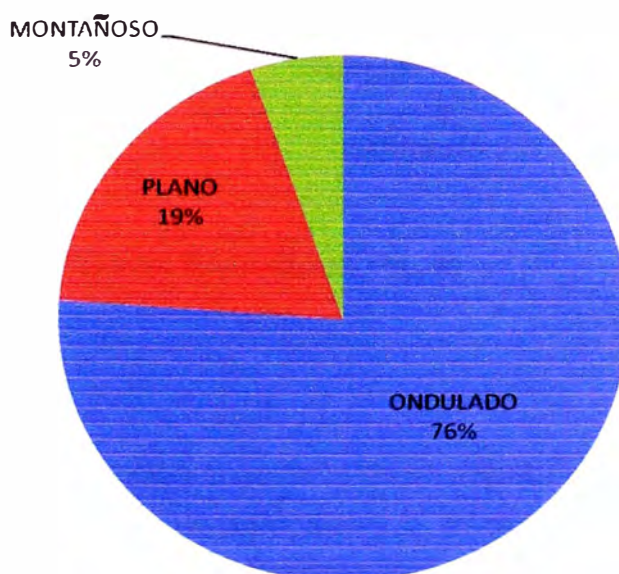


Figura 3.5: Tipo de topografía

Estado del pavimento

Se establece esta condición en función a los daños superficiales se originan en general por un defecto de construcción, por un defecto en la calidad de un producto o por una condición local particular que el tráfico acentúa.

Además, pueden resultar de la evolución de daños estructurales. Se distinguen:

- **Huecos**

Los huecos o baches son consecuencia normalmente del desgaste o de la destrucción de la capa de rodadura. Cuando aparecen, su tamaño es pequeño. Por falta de mantenimiento ellos aumentan y se reproducen en cadena, muchas veces con una distancia igual al perímetro de una rueda de camión. Esta falla proviene de la evolución de otros daños y carencia de mantenimiento, desprendimiento y fisuración de fatiga.

En el siguiente cuadro se muestra el criterio principal para medir la gravedad.

Cuadro 3.6: Nivel de Gravedad - Huecos

| Nivel de Gravedad | Descripción |
|-------------------|----------------------------|
| 1 | Diámetro < 0.2 m |
| 2 | Diámetro entre 0.2 y 0.5 m |
| 3 | Diámetro > 0.5 m. |

Fuente: Elaboración Propia

- **Desprendimiento**

Este daño incluye la desintegración superficial de la carpeta asfáltica debida a la pérdida del ligante bituminoso o del agregado y la pérdida total o parcial de la capa de rodadura.

Esta falla indica causas probables como el defecto de adherencia del asfalto o de dosificación del mismo, el Asfalto defectuoso o endurecido y perdiendo sus propiedades ligantes, agregados defectuosos (sucios o muy absorbentes), defectos de construcción y efecto de agentes agresivos (solventes, agua, etc.).

En el siguiente cuadro se muestra el criterio principal para medir la gravedad.

Cuadro 3.7: Nivel de Gravedad - Desprendimiento

| Nivel de Gravedad | Descripción |
|-------------------|--|
| 1 | Puntual sin aparición de la base granular |
| 2 | Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular |
| 3 | Continuo con aparición de la base granular |

Fuente: Elaboración Propia

- **Piel de cocodrilo**

La piel de cocodrilo está constituida por fisuras que forman polígonos irregulares de ángulos agudos. Puede ser en su principio, poco grave, mostrando polígonos incompletos dibujados en la superficie por fisuras cerradas (es decir, de ancho nulo). El tamaño de la malla disminuye luego bajo el efecto de las condiciones climáticas y del tráfico. Las fisuras se abren y se observan pérdidas de material en sus bordes.

El daño es consecuencia del fenómeno de fatiga de las capas asfálticas sometidas a una repetición de cargas superior a la permisible. Es indicativo de insuficiencia estructural del pavimento. Esta falla comienza en la parte inferior de las capas asfálticas. La fisuración se propaga a la superficie.

En el siguiente cuadro se muestra el criterio principal para medir la gravedad.

Cuadro 3.8: Nivel de Gravedad – Piel de cocodrilo

| Nivel de Gravedad | Descripción |
|-------------------|---|
| 1 | Malla grande (> 0.5 m) sin material suelto |
| 2 | Malla mediana (entre 0.3 y 0.5 m) sin o con material suelto |
| 3 | Malla pequeña (< 0.3 m) sin o con material suelto |

Fuente: Elaboración Propia

El nivel 1 corresponde a la aparición de la red en la superficie. Las fisuras no tienen generalmente un ancho significativo. Se abren en los niveles siguientes.

- **Fisuras longitudinales**

En este rubro se incluyen las fisuras longitudinales de fatiga. Discontinuas y únicas al inicio, evolucionan rápidamente hacia una fisuración continua y muchas veces ramificada antes de multiplicarse debido al tráfico, hasta convertirse en muy cerradas. El daño es consecuencia del fenómeno de fatiga de las capas asfálticas sometidas a una repetición de cargas superior a la permisible. Es indicativo de insuficiencia estructural del pavimento. Esta falla comienza en la parte inferior de las capas asfálticas. La fisuración se propaga a la superficie.

En el siguiente cuadro se muestra el criterio principal para medir la gravedad.

Cuadro 3.9: Nivel de Gravedad – Fisuras longitudinales

| Nivel de Gravedad | Descripción |
|-------------------|--|
| 1 | Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho < 1 mm) |
| 2 | Fisuras abiertas y/o ramificadas sin pérdida de material (ancho > 1 mm) |
| 3 | Fisuras abiertas y/o ramificadas con pérdida de material (ancho > 1 mm). |

Fuente: Elaboración Propia

- **Fisuras transversales**

Las fisuras transversales son fracturas del pavimento, transversales (o casi) al eje de la vía.

Esta falla puede provenir de la retracción térmica de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad debido a un exceso de filler o envejecimiento del asfalto, por la reflexión de grietas de capas inferiores y apertura de juntas de construcción defectuosas.

En el siguiente cuadro se muestra el criterio principal para medir la gravedad.

Cuadro 3.10: Nivel de Gravedad – Fisuras transversales

| Nivel de Gravedad | Descripción |
|-------------------|--|
| 1 | Finas (ancho < 1 mm) |
| 2 | Fisuras abiertas y/o ramificadas sin pérdida de material (ancho > 1 mm) |
| 3 | Fisuras abiertas y/o ramificadas con pérdida de material (ancho > 1 mm). |

Fuente: Elaboración Propia

- **Deformación por deficiencia estructural**

Las deformaciones propias de los pavimentos flexibles se caracterizan, en la casi totalidad de los casos, por las deformaciones por deficiencia estructural, depresiones continuas o localizadas; y el ahuellamiento visco-elástico relacionado con el comportamiento inestable de la capa de rodadura.

En todos los casos, su gravedad es anotada por la profundidad medida sobre una regla rígida de 1.50 m de longitud colocada transversalmente en la calzada. El presente rubro se refiere a las deformaciones por deficiencia estructural.

La depresión continua aparece en el trazado de las ruedas, en un ancho superior a 0.8 m, sobre los laterales del pavimento de 0.5 a 0.8 m del borde, debido al

asentamiento de los materiales de una o varias capas del pavimento y de la subrasante bajo un tráfico pesado y canalizado.

La depresión localizada es un hundimiento de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo. Concieme generalmente a la totalidad del borde del pavimento. Es una consecuencia de defectos de soporte o de estabilidad debidos a una mala calidad de los materiales o a un contenido de agua excesivo.

Los daños son consecuencias del fenómeno de fatiga de una o varias capas del pavimento y de la subrasante sometidas a una repetición de cargas superior a la permisible. Es indicativo de insuficiencia estructural del pavimento.

En el siguiente cuadro se muestra el criterio principal para medir la gravedad.

Cuadro 3.11: Nivel de Gravedad – Deformación estructural

| Nivel de Gravedad | Descripción |
|-------------------|--|
| 1 | Profundidad sensible al usuario (> 0.5 cm) pero < 2 cm |
| 2 | Profundidad entre 2 cm y 4 cm |
| 3 | Profundidad >= 4 cm |

Fuente: Elaboración Propia

Luego de evaluar cada parámetro el nivel de gravedad de las fallas del pavimento se establece la condición de transitabilidad, para lo cual se clasificó en tres categorías:

- Buena (B) : no presenta daños significativos, daños de gravedad de nivel 1.
- Regular (R) : daños menores, pero no se constituye en una obstrucción importante al tráfico, daños de gravedad de nivel 2.
- Malo (M) : daños severos y frecuentes en la calzada, daños de gravedad de nivel 3.

En el cuadro siguiente se muestra la clasificación del estado del pavimento.

Cuadro 3.12: Clasificación del Estado del Pavimento

| Tramo | | Niveles de Gravedad | | | | | | Estado del Pavimento |
|---------|---------|---------------------|-----------|-------------------|---------------|-----------------|-----------------------------|----------------------|
| Inicio | Fin | Huecos | Desprend. | Piel de cocodrilo | Fisuras long. | Fisuras transv. | Deform. por defec. estruct. | |
| 190+000 | 189+626 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | R |
| 189+626 | 189+521 | AFIRMADO | | | | | | M |
| 189+521 | 183+020 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | R |
| 183+020 | 182+980 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | M |
| 182+980 | 180+762 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | R |
| 180+762 | 180+229 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | M |
| 180+229 | 180+020 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | R |
| 180+020 | 179+980 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | M |
| 179+980 | 178+055 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | R |
| 178+055 | 178+015 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | M |
| 178+015 | 175+000 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | R |

Fuente: Elaboración propia

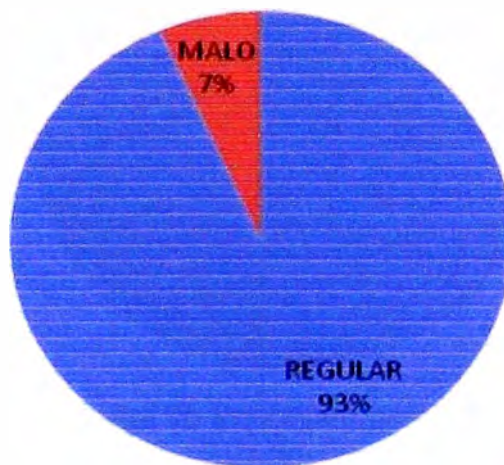


Figura 3.6: Estado del Pavimento

Velocidad

Es la velocidad segura de operación en condiciones de flujo libre; es decir, sin considerar el efecto del congestionamiento del tránsito, de los camiones o de la condición del pavimento. Se obtuvo de las bases de datos existentes o se estimó basándose en la geometría general del tramo analizado. Se expresó en km / h.

Cuadro 3.13: Velocidad de Operación

| Tramo | | Velocidad Km/h |
|---------|---------|-------------------|
| Inicio | Fin | |
| 190+000 | 183+625 | 30.00 |
| 183+625 | 188+000 | 25.00 |
| 188+000 | 182+035 | 30.00 |
| 182+035 | 175+000 | 25.00 |

Fuente: Elaboración propia

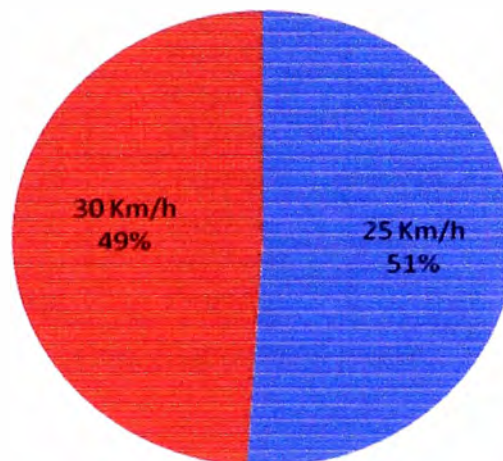


Figura 3.7: Velocidad de operación para el tramo en estudio

Fricción lateral

Se refiere al grado de reducción de la fluidez del tránsito que se genera como consecuencia de los vehículos entrando y saliendo de la carretera analizada. En zonas rurales de poco desarrollo al lado de la vía este efecto no es importante; pero al acercarnos a las zonas pobladas se hace más crítico. Cuando la vía atraviesa zonas de mucho desarrollo o urbanas, la capacidad vial y la velocidad se reducen significativamente. La clasificación debe reflejar estas variaciones adecuadamente. Para ello se utilizaron tres categorías:

- Rural (R) : poca o ninguna fricción lateral. Zonas rurales de poco desarrollo comercial o residencial al lado de la carretera.
- Sub-Urbano (SU) : zonas de moderado desarrollo alrededor de la carretera. Condición propia de los accesos a zonas urbanas.
- Urbano (U) : zonas urbanas, donde la capacidad y velocidad de operación de la carretera están más controladas por las intersecciones que por la geometría. Existe alto flujo de tránsito local.

Cuadro 3.14: Fricción Lateral

| Tramo | | Fricción Lateral | Centro Poblado |
|---------|---------|------------------|---------------------|
| Inicio | Fin | | |
| 190+000 | 185+150 | RURAL | |
| 185+150 | 185+114 | SUB URBANO | HACUYPACHA |
| 185+114 | 181+100 | RURAL | |
| 181+100 | 181+000 | URBANO | TINCO DE YAURICOCHA |
| 181+000 | 177+800 | RURAL | |
| 177+800 | 177+630 | URBANO | HUANCACHI |
| 177+800 | 175+600 | RURAL | |
| 177+630 | 175+550 | URBANO | SIRIA |
| 175+600 | 175+000 | RURAL | |

Fuente: Elaboración propia.

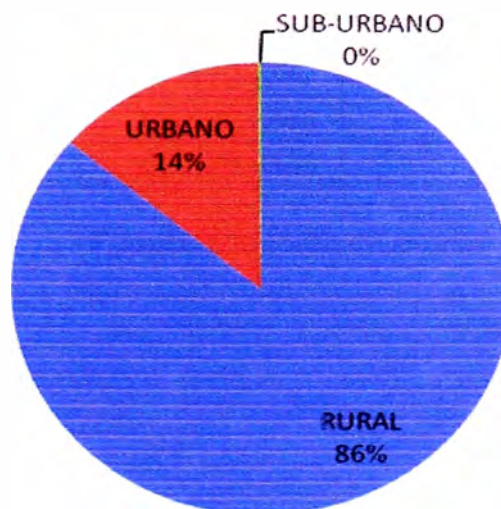


Figura 3.8: Reducción de fluidez por fricción lateral

Drenaje

Se refiere a la existencia de cunetas y alcantarillas indicando el estado de las mismas estableciéndose 03 niveles de estado:

- Buena (B) : bueno.
- Regular (R) : regular.
- Malo (M) : malo.

Cuadro 3.15: Estado de Cunetas

| Tramo | | Estado |
|---------|---------|---------|
| Inicio | Fin | |
| 190+000 | 180+762 | REGULAR |
| 180+762 | 180+229 | MALA |
| 180+229 | 175+000 | REGULAR |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3.16: Estado de Puentes y Pontones

| Ubicación | | Estado |
|-----------|---------|--------|
| Item | Km | |
| 1 | 182+404 | B |
| 2 | 181+198 | B |
| 3 | 181+000 | B |
| 4 | 179+737 | B |
| 5 | 177+244 | B |
| 6 | 176+838 | B |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3.17: Estado de Alcantarillas

| Ubicación | | Estado |
|-----------|---------|--------|
| Item | Km | |
| 1 | 189+828 | B |
| 2 | 189+417 | B |
| 3 | 187+806 | B |
| 4 | 185+610 | B |
| 5 | 184+541 | B |
| 6 | 184+041 | B |
| 7 | 183+533 | B |
| 8 | 183+233 | B |
| 9 | 182+035 | B |
| 10 | 181+380 | B |
| 11 | 180+495 | B |
| 12 | 180+076 | B |
| 13 | 179+458 | B |
| 14 | 179+186 | B |
| 15 | 178+841 | B |
| 16 | 178+000 | B |
| 17 | 177+555 | B |
| 18 | 176+000 | B |
| 19 | 175+556 | B |

Fuente: Elaboración propia

Diseño Geométrico

El cumplimiento de la normativa vigente pasa por establecer el tipo de vía según el IMDA, para lo cual tenemos la siguiente información:

Cuadro 3.18: IMDA 2008

| 2008 | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 |
|----------------------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------------------------|----------------------|
| | 0+00 a 40+800 | 40+800 a 53+300 | 53+300 a 65+800 | 65+800 a 138+400 | 138+400 a 273+500 | 273+500 a 289+800 |
| Tipo de | Cañete | Lunahuaná | Pacarán | Zúñiga | Dv Yauyos | Roncha |
| Vehículo | Lunahuaná | Pacarán | Zúñiga | Dv Yauyos | Roncha | Chupaca |
| Auto | 301 | 21 | 76 | 1 | 9 | 17 |
| Station Wagon | 261 | 58 | 51 | 2 | 177 | 293 |
| Camioneta Pick Up | 145 | 131 | 96 | 18 | 31 | 26 |
| Camioneta Rural | 209 | 120 | 105 | 4 | 37 | 33 |
| Micro | 11 | 12 | 17 | - | 5 | 5 |
| Omnibus 2 ejes | 11 | 10 | 8 | 8 | 8 | 9 |
| Omnibus +2 ejes | - | - | - | - | - | - |
| Camión 2 ejes | 45 | 44 | 36 | 9 | 37 | 36 |
| Camión 3 ejes | 8 | 5 | 8 | 11 | 7 | 5 |
| Camión 4 ejes | - | - | 2 | - | - | - |
| Semitrayler 2S1/2 S2 | 2 | - | 1 | - | 1 | - |
| Semitrayler 2S3 | 5 | 7 | 4 | - | 8 | 5 |
| Semitrayler 3S1/3S2 | 2 | 2 | 2 | - | 1 | 2 |
| Semitrayler 3S3 | 10 | 7 | 12 | - | 26 | 23 |
| Total | 1,010 | 417 | 418 | 53 | 347 | 454 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3.19: IMDA 2012

| 2012 | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 |
|----------------------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------------------------|----------------------|
| | 0+00 a 40+800 | 40+800 a 53+300 | 53+300 a 65+800 | 65+800 a 138+400 | 138+400 a 273+500 | 273+500 a 289+800 |
| Tipo de | Cañete | Lunahuaná | Pacarán | Zúñiga | Dv Yauyos | Roncha |
| Vehículo | Lunahuaná | Pacarán | Zúñiga | Dv Yauyos | Roncha | Chupaca |
| Auto | 385 | 26 | 97 | 1 | 10 | 21 |
| Station Wagon | 334 | 73 | 65 | 2 | 226 | 375 |
| Camioneta Pick Up | 185 | 167 | 122 | 22 | 39 | 33 |
| Camioneta Rural | 267 | 153 | 134 | 4 | 47 | 41 |
| Micro | 13 | 14 | 21 | - | 6 | 6 |
| Omnibus 2 ejes | 14 | 13 | 10 | 10 | 10 | 11 |
| Omnibus +2 ejes | - | - | - | - | - | - |
| Camión 2 ejes | 63 | 61 | 51 | 11 | 52 | 51 |
| Camión 3 ejes | 10 | 6 | 10 | 15 | 9 | 6 |
| Camión 4 ejes | - | - | 2 | - | - | - |
| Semitrayler 2S1/2 S2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Semitrayler 2S3 | 7 | 10 | 5 | 1 | 11 | 7 |
| Semitrayler 3S1/3S2 | 2 | 2 | 2 | - | 1 | 2 |
| Semitrayler 3S3 | 22 | 18 | 25 | 9 | 46 | 40 |
| Total | 1,305 | 544 | 546 | 76 | 459 | 594 |

Fuente: Elaboración propia

Se tiene IMDA 2008 =347 y IMDA 2012 = 459 entonces se considera una carretera de tercera clase y la norma vigente es la DG2001.

Para dicha norma en la tabla 402.01 se definen la longitud de tramos en tangente, de donde para nuestro tramo $L_{min.s} = 42.00m$

Dicha longitud no se cumple

Cuadro 3.20: Longitud Tramos en Tangente

| V_d (Km/h) | $L_{min.s}$ (m) | $L_{min.o}$ (m) | $L_{máx}$ (m) |
|-----------------|--------------------|--------------------|------------------|
| 30 | 42 | 84 | 500 |
| 40 | 56 | 111 | 668 |
| 50 | 69 | 139 | 835 |
| 60 | 83 | 167 | 1002 |
| 70 | 97 | 194 | 1169 |
| 80 | 111 | 222 | 1336 |
| 90 | 125 | 250 | 1503 |
| 100 | 139 | 278 | 1670 |
| 110 | 153 | 306 | 1837 |
| 120 | 167 | 333 | 2004 |
| 130 | 180 | 362 | 2171 |
| 140 | 195 | 390 | 2338 |
| 150 | 210 | 420 | 2510 |

Fuente: DG2001 - MTC

El radio mínimo $R=30$ para esta clase de vía lo cual tampoco se cumple.

Por lo tanto en cuanto al diseño geométrico la vía no cumple con la norma DG2001.

Señalización y Seguridad Vial

La Señalización y Seguridad Vial para el tramo en estudio no es materia del presente trabajo, pero cabe mencionar que se encontró una señalización deficiente.

3.4. Caracterización de los Niveles de amenazas.

Sismicidad

La geomorfología de la zona de estudio se encuentran conformadas sobre las unidades sedimentarias, volcánicas y metamórficas, en cuanto a las formaciones geológicas de la ruta se encuentran las formaciones de Cañete, Cerro Negro, Torán, Cocachacra y Pariatambo, conforme se aprecia en el Mapa y la leyenda geológica adjunta.

Los procesos geodinámicos existentes en el área de Estudio son esporádicos, no evidenciando procesos geodinámicos de mayor envergadura, y no existen puntos críticos que requieran tratamiento especial; sin embargo existe la posibilidad que debido a cortes de talud superior se generen procesos geodinámicos tales como: derrumbes, desprendimientos y desplomes; sobre todo en el sector de Magdalena (Km. 01+500) hasta Llapay (Km. 30+010) que corresponde al segundo tramo Magdalena – Chupaca.

La zona se encuentra en una región de alta sismicidad conforme lo vemos en las siguientes figuras. El área en estudio se encuentra en la Zona 3 definida como de sismicidad alta. Y Según el mapa de intensidades sísmicas estamos en Zona de Intensidad VII a VIII.

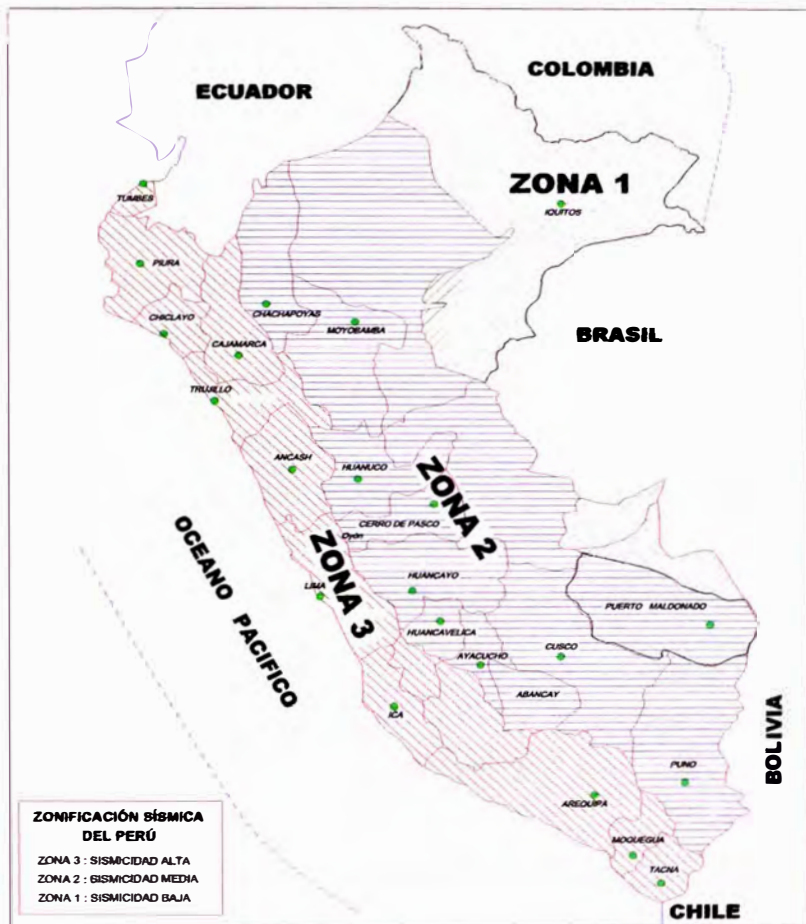


Figura 3.9: Mapa de Zonificación Sísmica del Perú

Figura 3.10: Mapa de Intensidades Sísmicas del Perú

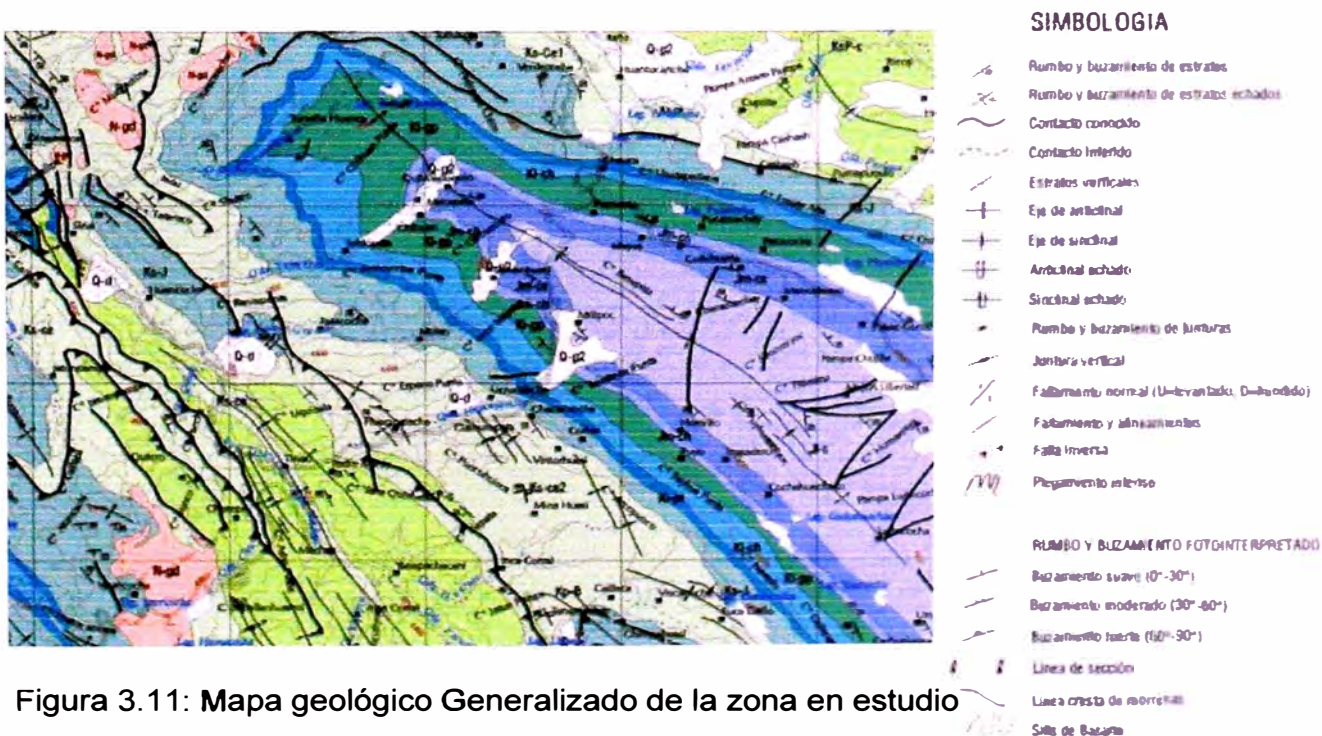


Clima

En cuanto a los fenómenos de flujos hídricos que son manifestaciones geodinámicas cuyo agente principal es el agua de escorrentía superficial, que según jerarquía se puede clasificar en cárcavas, huaycos y erosión de riberas. En el tramo del Estudio se ha ubicado en el Km. 31+100, saliendo del caserío de Llapay la erosión de la plataforma afectada por las crecidas extraordinarias Río Cañete que ha afectado la vía en una longitud de 10.00 m; el mismo que debe contrarrestarse colocando un pequeño enrocado. Dentro de los elementos que conforman el clima de una región, la lluvia es un agente importante, como factor catalizador de fenómenos gravitacionales. La región central, por ser montañosa, es una de las zonas con mayor acumulado de precipitaciones del territorio nacional, con promedios anuales de 1200 mm. En los meses de Diciembre a marzo llega a alcanzar acumulados de 1400 mm.

Taludes

El deslizamiento de taludes es el principal peligro geológico que afecta el tramo de estudio, pues el área posee un relieve accidentado, esto se pone de manifiesto con más énfasis en los taludes artificiales que se realizaron al construir la vía.



Estado de la Via

Del tramo en Estudio, el 93% se encuentra en estado técnico regular y el 7% malo, existen problemas generales tales como: erosión de los bordes, las cunetas no cuentan con revestimiento, baches, grietas, en ocasiones carencia total del pavimento, fundamentalmente por la falta de mantenimiento.

El diseño geométrico de la vía y la falta de señalización adecuada se convierte también en un elemento de riesgo a controlar.

3.5. Sectores Críticos.

Teniendo en cuenta los niveles de amenazas y el inventario de la infraestructura vial se consideran como sectores críticos, aquellos en donde exista reducción del ancho de la vía, zonas donde el pavimento está totalmente deteriorado, las zonas de topografía ondulada y montañosa, y las zonas donde se presentan taludes sin reforestación.

A continuación se muestra un mapa con esos sectores críticos

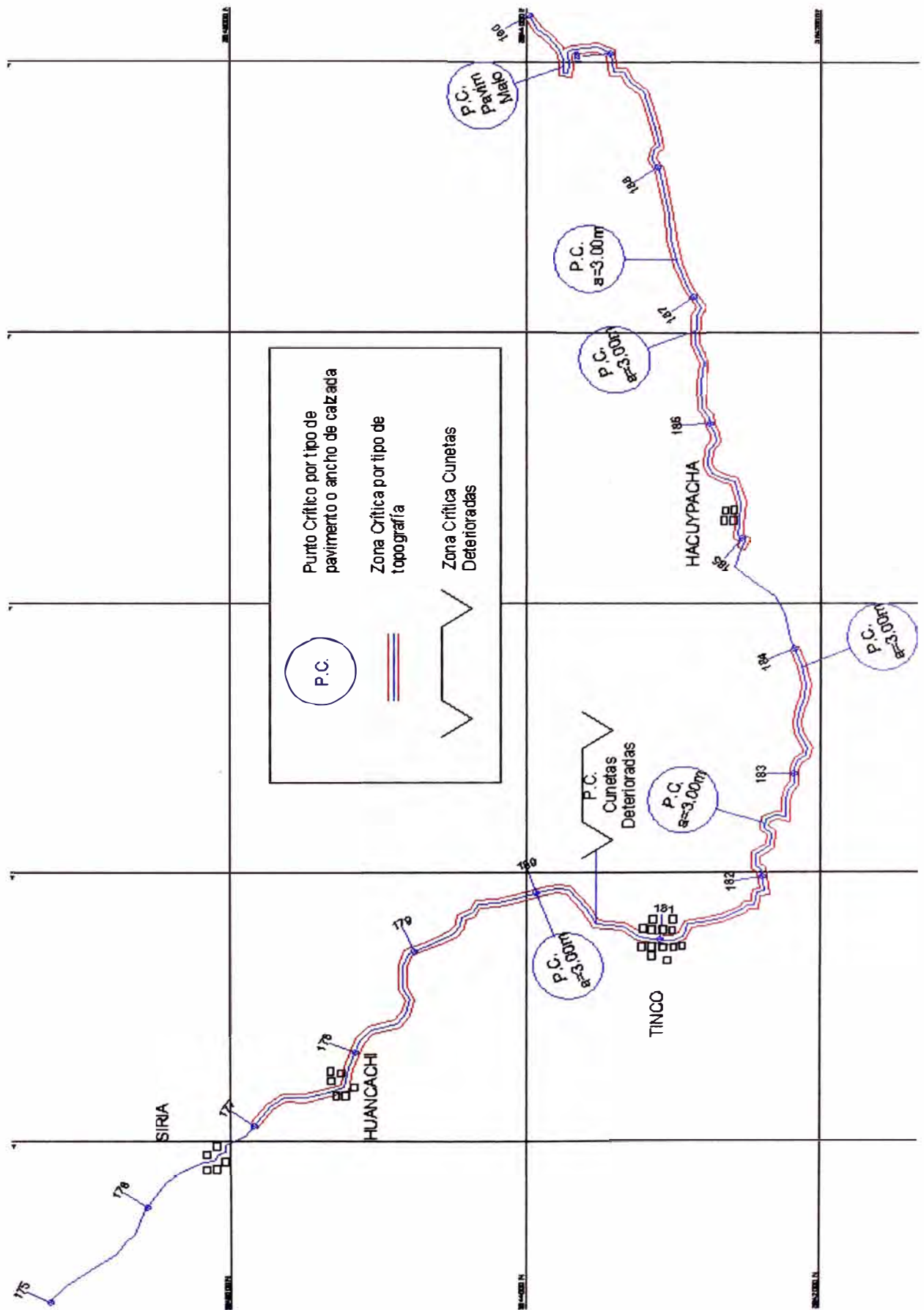


Figura 3.12: Ubicación de Puntos críticos

3.6. Evaluación Vulnerabilidad.

Entendiendo que el riesgo es el resultado de la relación del peligro ó amenaza y la vulnerabilidad; éste puede ser expresado en términos de daños o pérdidas esperadas ante la ocurrencia de un fenómeno de intensidad determinada y las condiciones de vulnerabilidad que presenta la ciudad, entonces:

$$\text{RIESGO} = \text{AMENAZA} \times \text{VULNERABILIDAD}$$

Vulnerabilidad: estado en que se encuentra el elemento analizado, a mayor deterioro o deficiencia técnica mayor vulnerabilidad del elemento, se asignarán valores de 1 a 3.

Amenaza: posibilidad que se afecte el elemento ante agentes externos, se dará un punto por cada amenaza presente, se tendrán valores de 1 a 3.

Calculamos el Riesgo y de esa manera tenemos se identifican los elementos que necesitan ser intervenidos para poder mitigar los problemas detectados. Sin embargo, como los peligros y condiciones de vulnerabilidad presentan variaciones, es posible determinar una distribución espacial del riesgo, hallando las áreas de mayor riesgo frente a cada tipo de fenómeno, con la finalidad de determinar y priorizar acciones, intervenciones y proyectos de manera específica, orientados a disminuir los niveles de vulnerabilidad y riesgo del tramo en estudio. En el tramo de estudio las lluvias están relacionados con cambios climáticos que provocan inundaciones severas, transporte de sedimentos y sedimentación debido a los altos caudales sobre el río Cañete y las quebradas que atraviesan la vía; y el deslizamiento de laderas por efectos de las lluvias. Configurando los efectos siguientes:

- Colmatación de pontones y alcantarillas.
- Daños en la infraestructura del sistema de drenaje
- Erosión de los taludes no pavimentadas, provocando el aislamiento de algunos sectores e impidiendo la transitabilidad.

A continuación se muestra los resultados obtenidos

Cuadro 3.21: Vulnerabilidad

| PARAMETRO | VULNERABILIDAD | | | OBSERVACION |
|-------------------------------|----------------|---|---|--|
| | | | | |
| Ancho de Calzada | | | 3 | 81% Menor a 3.50 |
| Ancho de Berma | | | 3 | 100% Menor a 0.50 |
| Tipo de Pavimento | 1 | | | 94% Tratamiento Superficial |
| Topografía | | 2 | | 76% Ondulado |
| Estado del pavimento | | 2 | | 93% Regular |
| Velocidad | 1 | | | 51% Se mantiene velocidad de operación |
| Fricción Lateral | 1 | | | 86% Zona Rural |
| Drenaje | | 2 | | 80% Cunetas estado regular |
| Diseño Geométrico | | | 3 | No cumple Norma DG 2001 |
| Señalización y Seguridad Vial | | 2 | | Señales Incompletas |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 3.22: Amenazas

| AMENAZAS | SISMICIDAD | CLIMA | TALUDES | TOTAL |
|-------------------------------|------------|-------|---------|-------|
| PARAMETRO | | | | |
| Ancho de Calzada | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Ancho de Berma | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Tipo de Pavimento | 1 | 1 | 0 | 2 |
| Topografía | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Estado del pavimento | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Velocidad | 1 | 1 | 0 | 2 |
| Fricción Lateral | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Drenaje | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Diseño Geométrico | 1 | 0 | 1 | 2 |
| Señalización y Seguridad Vial | 1 | 0 | 1 | 2 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 3.23: Cálculo del Riesgo

| PARAMETRO | VULNERABILIDAD | AMENAZA | RIESGO = AMENAZA X VULNERABILIDAD |
|-------------------------------|----------------|---------|-----------------------------------|
| Ancho de Calzada | 3 | 3 | 9 |
| Ancho de Berma | 3 | 3 | 9 |
| Tipo de Pavimento | 1 | 2 | 2 |
| Topografía | 2 | 1 | 2 |
| Estado del pavimento | 2 | 3 | 6 |
| Velocidad | 1 | 2 | 2 |
| Fricción Lateral | 1 | 1 | 1 |
| Drenaje | 2 | 3 | 6 |
| Diseño Geométrico | 3 | 2 | 6 |
| Señalización y Seguridad Vial | 2 | 2 | 4 |

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados de Riesgo se concluye que el ancho de la calzada y el ancho de la berma presentan los mayores valores seguidos del estado del pavimento, el drenaje y el diseño geométrico.

3.7. Mitigación Problemas Detectados.

Para erradicar cada uno de los problemas detectados en las vías a partir de los deterioros observados durante los trabajos de campo, se presentan las recomendaciones siguientes:

- El ancho de la calzada y el ancho de la berma se convierten en los principales problemas detectados, se recomienda que en los puntos críticos detectados realizar las obras necesarias para aumentar este ancho, como se ha notado que la reducción del ancho de la calzada se debe a un deterioro de los bordes, se recomienda un mejoramiento de los mismos.
- El estado de pavimento y el drenaje es otro de los problemas detectados, establecer un plan para ejecutar obras de conservación de mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico en los puntos críticos indicados, en lo referente al tipo de pavimento, considerando si fuese necesario la reposición del mismo.
- Limpiar y erradicar la vegetación parásita de los drenajes. En caso necesario se reconstruirán, según el gasto hidrológico.
- Establecer un plan para ejecutar obras de conservación de mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico en los puntos críticos indicados.
- Realizar el tratamiento de los tramos afectados, eliminar el asfalto dañado, con el objetivo de disminuir la vulnerabilidad a eventos naturales y garantizar la operatividad luego de un desastre. Pavimentar las carreteras que no presentan la capa de rodamiento asfaltada.
- En los tramos donde se muestran peligros potenciales de derrumbes y deslizamientos por la inestabilidad de los taludes, se hace necesario tomar medidas encaminadas a aumentar su estabilidad. En sentido general se recomienda, de acuerdo con las posibilidades tecnológicas y económicas, realizar las siguientes operaciones: Construir bermas y posteriormente

cubrirlas con cobertura vegetal y Colocar mallas de sujeción con intercalación de cobertura vegetal.

- Estas medidas pueden aplicarse también en los taludes que sostienen el tramo en estudio, donde existen deslizamientos y erosión del talud, con peligro para la estabilidad de las vías.

CONCLUSIONES

- Para el tramo en estudio con los valores calculados de riesgo se concluye que el ancho de la calzada y el ancho de las bermas son los problemas más importantes, porque se obtiene Riesgo igual a 9 en ambos casos.
- Para el estado de pavimento, el drenaje y el diseño geométrico el valor de riesgo es 6; y son en orden de importancia los otros problemas detectados para la transitabilidad.
- El tramo estudiado se hallan en estado técnico regular a malo, el valor global de riesgo es 47, y requiere que se tomen medidas de mitigación, para resolver los problemas detectados.
- La crecida de los ríos provoca el arrastre y movimiento de fango, piedras, árboles y otros desechos que erosionan el cauce, lo cual ha provocado daños estructurales o fallos y deslizamientos en los taludes de los pontones.
- En el tramo examinado existe la posibilidad de que se produzcan deslizamientos o desprendimientos de rocas de los taludes, como consecuencia de intensas lluvias.
- La Geometría de la Vía afecta la transitabilidad al no cumplir los parámetros de la norma vigente como longitud de tramos en tangente, no cumple los radios mínimos, ni las distancias de visibilidad.

RECOMENDACIONES

- Luego de ejecutar las medidas de mitigación se recomienda realizar nuevamente la evaluación de riesgo para verificar si los parámetros encontrados se mantienen el estado de riesgo encontrado en el presente informe.
- Es necesario realizar este tipo de evaluación de riesgo cada 03 meses para planificar los mantenimientos a realizar ya sean rutinarios y/o periódicos.
- Establecer un plan para ejecutar obras de conservación de mantenimiento rutinario en los puntos críticos indicados en la figura 3.12 y en lo referente al tipo de pavimento, considerando si fuese necesario la reposición del mismo.
- Limpiar y erradicar la vegetación parásita de los drenajes. En caso necesario se reconstruirán, según el gasto hidrológico.
- Realizar el tratamiento de los tramos afectados; eliminar el asfalto dañado, con el objetivo de disminuir la vulnerabilidad a eventos naturales y garantizar la operatividad luego de un desastre. Pavimentar las carreteras que no presentan la capa de rodamiento asfaltada con el tratamiento superficial monocapa.
- En los tramos donde se muestran peligros potenciales de derrumbes y deslizamientos por la inestabilidad de los taludes, se hace necesario tomar medidas encaminadas a aumentar su estabilidad. En sentido general se recomienda, de acuerdo con las posibilidades tecnológicas y económicas, realizar las siguientes operaciones: Construir bermas y posteriormente colocar mallas de sujeción intercaladas con cobertura vegetal.
- En los puntos críticos identificados mejorar el diseño geométrico, buscando una alternativa que no implique un alto costo en movimiento de tierra.

BIBLIOGRAFIA

- MTC Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito 2008.
- MTC Manuales para el Diseño de Carreteras de Bajo Volumen 2008.
- MTC Manual para la Conservación de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito 2008.
- PVC Contrato de Servicios N°288-2007-MTC/20 y Términos de Referencia.
- Página web: www.proviasnac.gob.pe

ANEXOS



FOTO 01: Pavimento deteriorado



FOTO 02: Pavimento deteriorado por mal drenaje



FOTO 03: Zona a nivel de afirmado



FOTO 04: Labores a Mantenimiento



FOTO 05: Drenaje Inexistente, pavimento deteriorado, disminución ancho de la
via

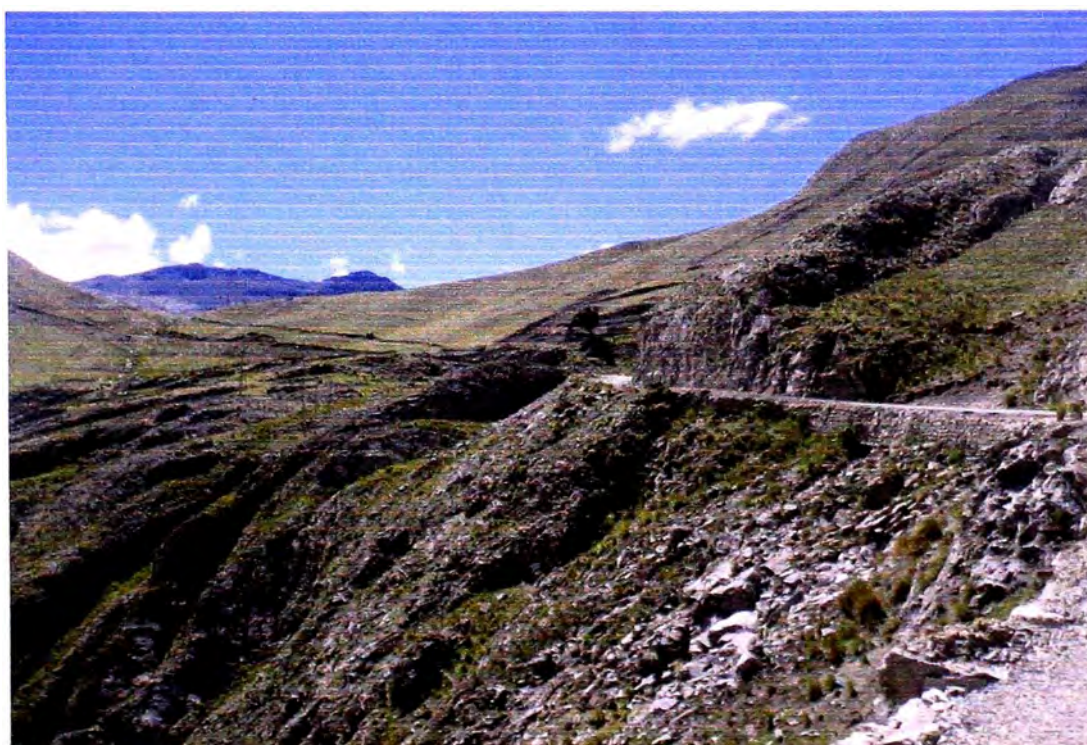


FOTO 06: Topografía Ondulada