

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



**GESTION DE RIESGOS DE DESASTRES.
CARRETERA CAÑETE – CHUPACA, ANALISIS DE
RIESGOS APLICADO AL TRAMO DEL Km.114+000 AL
Km.129+000.**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

HUGO ANTONIO RODRIGUEZ PORTOCARRERO

Lima- Perú

2011

RESUMEN

Siendo nuestras carreteras la principal vía de comunicación en nuestro país, y previniendo que su funcionamiento no se vea paralizado por desastres de ninguna naturaleza, es que se convierte en una prioridad la aplicación de la "Gestión de Riesgos de Desastres en carreteras", en las distintas etapas del proyecto: pre inversión, inversión y post inversión, que involucra la elaboración de estudios de perfil, pre factibilidad, factibilidad, expediente técnico, ejecución, operación y mantenimiento, tomando todas las previsiones normativas y técnicas que aseguren que dichas intervenciones sean viables y sostenibles en el tiempo, **para lo cual será determinante bajar el nivel de daños probables a niveles aceptables o manejables y esta será una de las funciones más importantes del Análisis de Riesgos**, ya que brinda información de que tramos de una carretera necesita tomar acciones para bajar sus niveles de vulnerabilidad de manera de mitigar los Peligros.

El alcance del presente trabajo propone una alternativa racional, desde la forma como se debe recolectar los datos en campo y la metodología a seguir, para determinar los niveles de peligros, la vulnerabilidad y riesgos en carreteras, a través de la propuesta de cuadros temáticos los cuales incluyen características del terreno, condiciones hidrológicas y sísmicas.

Lo que se busca con este informe es dar a conocer la importancia de la consideración del Análisis de Riesgos ocasionados por eventos naturales, socios naturales y antrópicos en las Políticas del Proyecto Perú ya que en más de un 90% la vulnerabilidad encontrada tiene el nivel alto, por lo que será necesario incluir en futuros contratos la mejora de las condiciones geométricas de la vía y la ejecución de obras de complementarias de contención, recolección y evacuación de aguas, con fines de prevenir pérdidas en la infraestructura vial y a las personas que transitan por la vía.

LISTA DE CUADROS.	Pág.
Cuadro 2.01. Clasificación de peligros por origen.	16
Cuadro 2.02. Clasificación de inundaciones.	26
Cuadro 2.03. Ancho de calzada, para carreteras de BVT.	37
Cuadro 2.04. Propuesta, para definir el grado de peligros en la zona de ejecución del proyecto.	42
Cuadro 2.05. Identificación del grado de vulnerabilidad por factores de exposición, fragilidad y resiliencia.	43
Cuadro 2.06. Propuesta, para definir el grado de vulnerabilidad de deslizamientos y sismos.	44
Cuadro 2.07 Propuesta, para definir el grado de vulnerabilidad de inundaciones por escorrentías y aguas de ríos.	45
Cuadro 2.08 Lineamientos para interpretación de resultados del cuadro 2.05. Decisiones sobre los resultados del cuadro 2.03.	46
Cuadro 2.09 Matriz de peligro y vulnerabilidad.	47
Cuadro 2.10 Propuesta, para medir el nivel de riesgos de accidentes por las características geométricas de la vía.	48
Cuadro 2.11 Tipos de mapas y sus contenidos.	49
Cuadro 4.01 Precipitaciones total mensual y anual de la cuenca del rio Cañete.	61
Cuadro 4.02 Análisis de peligros en el tramo 120+000 al 120+400.	65
Cuadro 4.03 Análisis de vulnerabilidad de la vía frente deslizamientos en las progresivas 120+000 al 120+400.	65
Cuadro 4.04 Análisis de vulnerabilidad de la vía frente inundaciones por escorrentías en las progresivas 120+000 al 120+400.	66
Cuadro 4.05 Niveles de riesgos por los peligros identificados en las progresivas 120+000 al 120+400.	67
Cuadro 4.06 Resumen de Riesgos por los peligros identificados en el tramo Km.114+000 al Km.129+000, en porcentaje (%) de la longitud total=15000.00m.	67
Cuadro 4.07 Niveles de Riesgos por los peligros Identificados en el tramo Km. 114+000 al Km.129+000.	68

LISTA DE FIGURAS.	Pág.
Figura 2.01 Flujograma del modelo de la Gestión de Riesgos de Desastres, para carreteras.	11
Figura 2.02 El Concepto del Riesgo.	14
Figura 2.03 La Planificación y la Gestión de Riesgos = Desarrollo Sostenible	19
Figura 2.04 Análisis de Riesgos en el Ciclo de un Proyecto.	20
Figura 2.05 Procesos en la Gestión de Riesgos.	20
Figura 2.06 Identificación de peligros naturales en el Perú.	24
Figura 2.07 Mapa de sismicidad del Perú entre los años de 1900 al 2000.	25
Figura 2.08 Llanura de inundación del río Choluteca, Honduras.	28
Figura 2.09 Tramo de la carretera Cañete- Chupaca con peligro de inundación.	29
Figura 2.10 Esquema de Circulación de agua en una ladera.	29
Figura 2.11 Tipos de Movimientos en ladera.	31
Figura 2.12 Relación entre inclinación de ladera natural y el talud excavado.	32
Figura 2.13 Fuerzas actuando sobre una superficie de rotura en un talud.	33
Figura 2.14 Susceptibilidad de deslizamientos inducidos por terremotos.	35
Figura 2.15 Sismo de 6.4° en la escala de Richter, 13 de mayo del 2010, carretera Fernando Belaunde Terry.	36
Figura 2.16 Carretera de la muerte, a 64.00km de la Paz-Región Yungas-Bolivia.	38
Figura 2.17 El Riesgo de Desastres como resultado de la Amenaza y Vulnerabilidad.	40
Figura 2.18 Modelo de mapa de peligros.	50
Figura 3.01 Modelo de ficha de campo.	54
Figura 4.01 Mapa de ubicación del proyecto.	56
Figura 4.02 Plano vista en planta de la vía Cañete – Yauyos – Chupaca	57
Figura 4.03 Perfil Longitudinal de la vía Cañete – Yauyos – Chupaca.	58
Figura 4.04 Ficha de toma de datos en campo, progresivas Km.120+000 al Km.120+400.	64

LISTA DE SIMBOLOS Y DE SIGLAS.

GrD.- Gestión de Riesgos.

PIP.- Proyecto de Inversión Pública.

SNIP.-Sistema Nacional de Inversión Pública.

IMD.- Indicé medio diario.

MTC.- Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

INDECI.-Instituto Nacional de Defensa Civil.

UNI.-Universidad Nacional de Ingeniería.

ATDR.- Administración Técnica del Distrito de Riego de Mala-Omas-Cañete.

	Pág.
RESUMEN	
LISTA DE CUADROS	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS	
INTRODUCCIÓN	03
CAPITULO I: GENERALIDADES	05
1.1 ANTECEDENTES	06
1.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO	08
1.2.1 Características del diseño geométrico y obras de arte	09
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1 RESUMEN DE LA METODOLOGIA DE LA GESTION DE RIESGOS DE DESASTRES EN CARRETERAS	11
2.2 CONCEPTOS GENERALES	13
2.2.1 Análisis de riesgos	13
2.2.2 Riesgos	14
2.2.3 Peligros o Amenazas	15
2.2.4 Vulnerabilidad	17
2.3 GESTION DE RIESGOS	18
2.3.1 Proceso	20
2.3.2 Normativa	22
2.4 ANALISIS DE RIESGOS EN CARRETERAS	22
2.4.1 Guía para la identificación de problemas de deslizamientos, inundaciones sismos y geometría de la vía	26
2.4.2 Análisis de Riesgos	40
2.4.3 Mapas de Peligros, Vulnerabilidades y Riesgos	48
CAPÍTULO III: TRABAJO DE CAMPO	50
3.1 TOMA DE DATOS EN CAMPO	51
3.1.1 Coordinación y reconocimiento	51
3.1.2 Identificación y caracterización de peligros	51

3.1.3	Identificación y caracterización de vulnerabilidades	52
3.2	ANALISIS DE INFORMACION EXISTENTE	53
CAPÍTULO IV: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA AL TRAMO EN ESTUDIO		55
4.1	CARACTERIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO	56
4.1.1	Ubicación Geográfica	56
4.1.2	Accesibilidad	59
4.1.3	Demografía	59
4.1.4	Medio Físico	59
4.1.5	Aspectos Económicos	61
4.2	ANALISIS DE RIESGOS.	62
4.3	MAPAS DE PELIGROS, VULNERABILIDADES Y RIESGOS	71
CONCLUSIONES		72
RECOMENDACIONES		74
BIBLIOGRAFÍA		76
ANEXO 01.		
ANEXO 02.		
ANEXO 03.		
ANEXO 04.		

INTRODUCCION.

El Perú, por encontrarse ubicado en el Cinturón de Fuego del Océano Pacífico, por la presencia de la Corriente Peruana, la proximidad a la Línea Ecuatorial, la influencia de la Amazonía, así como de la Cordillera de los Andes con una geomorfología variada, que cruza longitudinalmente el territorio nacional y por el cambio climático que hoy en día es un fenómeno mundial que origina cambios en el comportamiento del clima en todo el territorio nacional, es que está expuesto a diversos peligros, como sismos, deslizamientos, derrumbes y erosión, así como a variaciones climáticas en determinadas regiones, como precipitaciones, vientos intensos, granizadas y heladas, entre otros.

Dado que todo proyecto de carreteras está inmerso en un entorno cambiante y dinámico, que incluye condiciones físicas, es necesario evaluar como estos cambios pueden afectar al proyecto y también como la ejecución del mismo puede afectar a dichas condiciones. En particular este tipo de proyectos se circunscriben y exponen a una serie de peligros naturales que pueden constituirse en un peligro si no se adoptan medidas para reducir o no generar condiciones de vulnerabilidad. Es por ello que se hace necesario identificar los peligros y las condiciones de vulnerabilidad con el fin de diseñar mecanismos para reducir los riesgos.

Por estas razones el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) plantea como requisito para la declaración de viabilidad que los proyectos demuestren ser socialmente rentables, sostenibles, y que se enmarquen en las políticas sectoriales, regionales y/o locales. Cuando un Proyecto de Inversión Pública (PIP) es afectado por un peligro, se genera la interrupción parcial o total del servicio que brinda el proyecto y se incurren en gastos en rehabilitación y/o reconstrucción y pérdidas económicas, físicas y/o sociales para los usuarios. Como consecuencia de esta situación, los beneficios son menores a los previstos y los costos mayores a los inicialmente planificados, todo lo cual afecta negativamente la rentabilidad social de proyecto. Más aún, al

interrumpirse los servicios, se está afectando la sostenibilidad del mismo, en términos de los beneficios que brinda.

En el presente trabajo se está iniciando con el planteamiento de la metodología del análisis y cálculo de riesgos en carreteras, teniendo como base lo propuesto por el INDECI, SNIP y otras aplicaciones de estudios de Riesgos de carreteras en Centroamérica, dejando abierta la posibilidad a que este trabajo se mejore, para lo cual será importante contar con mayor información al respecto.

La aplicación de la metodología del análisis y cálculo de Riesgos consta de cuatro capítulos: el primero, las generalidades donde se desarrolla los antecedentes y la descripción del proyecto; el segundo, el marco teórico donde se definen los aspectos conceptuales de la gestión de riesgos incidiendo en el análisis y cálculo de riesgos en carreteras, también se desarrolla la parte de identificación de problemas de deslizamientos, inundaciones, geometría de la vía y sismos; el tercero, se presenta el trabajo de campo realizado en la visita a la zona del proyecto, y, finalmente, el cuarto capítulo contiene la aplicación de la metodología al tramo en estudio, donde se hace un análisis y cálculo de todos los peligros identificados en las diferentes progresivas del tramo en estudio así como también se desarrollan los respectivos mapas de Peligros, Vulnerabilidades y Riesgos, culminando con las conclusiones, recomendaciones, la bibliografía de consulta básica y los anexos más relevantes.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

La carretera en estudio hasta antes de los trabajos de mantenimiento era una carretera considerada del tipo rural, desde Cañete a Lunahuaná era una vía pavimentada, de Lunahuaná hasta Chupaca una vía a nivel de afirmado, muy poco transitada por el mal estado de la plataforma de rodadura y por la poca seguridad que esta daba a los usuarios.

Por el reclamo permanente de los pueblos que se asientan en los perímetros de esta carretera, es que el año de 1998, PROMCEPRI contrata al consorcio AYESA-ALPHA COLSULT para realizar el estudio de Ingeniería e impacto Ambiental para la Ampliación, Construcción y Conservación de la Carretera Lunahuaná- Huancayo.

En el año 2003, la Oficina de Planificación y Planeamiento del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aprueba el perfil elaborado por el Ing. Floriano Palacios León, autorizando así el Estudio Definitivo para el Mejoramiento de la Carretera Lunahuaná: Tramo: Ronchas - Chupaca.

El 06.03.2008, HOB Consultores S.A. suscribe con PROVIAS NACIONAL, el Contrato de Servicios de Consultoría N° 049-2008-MTC/20, para la Elaboración del Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera: Lunahuaná - Dv. Yauyos - Chupaca, Tramo: Ronchas-Chupaca.

La carretera en estudio forma parte de la Red Nacional RN24, se inicia en Cañete y termina en Chupaca, y forma parte del "Proyecto Perú" impulsado por Provias Nacional. "Proyecto Perú" es un programa de infraestructura vial que intenta revertir, bajo el sistema de contratación de mantenimiento por niveles de servicio, el colapso y abandono de las carreteras clasificadas como de tercer orden, con la finalidad de buscar el desarrollo sostenido de las áreas rurales de nuestro país.

Anterior a la firma del contrato con el “Consortio Gestión de Carreteras” se han realizado varios estudios, para la rehabilitación de esta vía, pero el bajo volumen de tráfico registrado ($IMD < 400$ veh/día) no justificaba hacer un mejoramiento bajo mejores condiciones de las que enmarca el “Proyecto Perú”, el cual es un programa que establece un sistema de contratación de las actividades de conservación de la infraestructura vial, mediante contratos en los que las prestaciones se controlan por niveles de servicio y por plazos iguales o superiores a tres (3) años, que implican el concepto de “transferencia de riesgo” al Contratista, estos contratos no incluyen realizar trabajos que permitan disminuir los riesgos naturales y socio naturales.

Dado que el tipo de pavimento aplicado a esta vía no tiene normativa, es que el MTC con fecha 22 de agosto del 2008 firma el convenio de Cooperación Interinstitucional con la Universidad Nacional de Ingeniería, para el monitoreo de los trabajos y elaboración de la norma, para la aplicación de pavimentos básicos a las carreteras de bajo volumen de tránsito, que permitirán manejar diferentes alternativas de construcción y mantenimiento según las condiciones locales del Perú.

En los trabajos de mantenimiento de esta vía no está considerada la aplicación de la “Gestión de Riesgos”, ya que no existen documentos o manuales de aplicación a carreteras, para elaborar el análisis de riesgos y los mapas de peligros, vulnerabilidades y riesgos de la carretera Cañete – Chupaca en el tramo 114+000 al 129+000, nos remitiremos a documentos existentes de referencia en el ámbito nacional que son los emitidos por el Ministerio de Economía y Finanzas (Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres en los Proyectos de Inversión Pública), por el Instituto Nacional de Defensa Civil (Manual Básico para la Estimación del Riesgo), y a otras bibliografías encontradas con referencia al tema en estudio.

1.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos son los pobladores por donde atraviesa la vía: Cañete-Pacaran-Yauyos-Chupaca, los que hacen aproximadamente 300,000 habitantes. Las actividades económicas principales a los que se dedican son la agricultura, ganadería en pequeña escala, comercio y algunos servicios complementarios, esta vía también sirve de acceso a varios asentamientos mineros y a la central hidroeléctrica el Platanal, que es una de las principales generadoras de energía limpia en nuestro País.

Para establecer una política de mantenimiento de mejoramiento de la transitabilidad y serviciabilidad de la Red Vial no Pavimentada, catalogadas como vías de bajo tráfico ($IMD < 400$ veh/día), es que se crea el “Proyecto Perú” un programa bajo responsabilidad de PROVIAS NACIONAL, se crea por Resolución Ministerial N° 223-2007-MTC-02, modificada por Resolución Ministerial N° 408-2007-MTC/02, es un programa de infraestructura vial diseñado para mejorar las vías de integración de corredores económicos, conformando ejes de desarrollo sostenido con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la Red Vial Nacional, Departamental y Vecinal.

El Programa “Proyecto Perú” aspira a establecer un sistema de contratación de las actividades de conservación de la infraestructura vial, mediante contratos en los que las prestaciones se controlen por niveles de servicio y por plazos iguales o superiores a tres (3) años, que implican el concepto de “transferencia de riesgo” al Contratista.

Con fecha 27 de diciembre de 2007 se realiza firma de Contrato N°288-2007-MTC/20, con el CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS, por un monto total del contrato de S/.131'589,139.31 y con un plazo de contrato de 5 años. Fecha de inicio: 01/02/08 y de termino 31/01/13, bajo la modalidad de contratación a Precios Unitarios.

En resumen los trabajos constan de comenzar haciendo una reconformación del afirmado existente mediante escarificado o cortes y rellenos perfilado y compactado de la subrasante o capa nivelante sobre la cual se colocara la base estabilizada con emulsión, La preparación de la mezcla podrá efectuarse en Plantas, debiendo estar provistos de dispositivos adecuados que permitan dosificar por separado la emulsión, el agua y el material mineral y sobre esta se colocara una capa de material bituminoso con monocapa o slarryseal, El servicio de conservación vial es la prestación que se brinda a través de actividades permanentes o periódicas orientadas a preservar los diferentes elementos que conforman la vía, y así garantizar que el transporte terrestre sea cómodo, seguro y económico. Comprende la conservación vial rutinaria, la conservación vial periódica, la gestión socio ambiental, la prevención y atención de emergencias y, la atención al usuario, no se realizaran cambios en la geometría por lo tanto no requiere de estudios de ingeniería profundos.

1.2.1 Características del diseño geométrico y obras de arte:

No se modifica la geometría de la vía.

Velocidad Directriz < 40km/h.

Ancho de Calzada: 2.6-7.20m

Berma: Sin berma.

Radio mínimo: 23.00m.

Pendiente máxima: 8.5%

Pendiente mínima: 0.10%

Bombeo: 0%.

Cunetas proyectadas: 1.00 x 0.50.

Badenes de concreto.

Alcantarillas de concreto.

Muros secos.

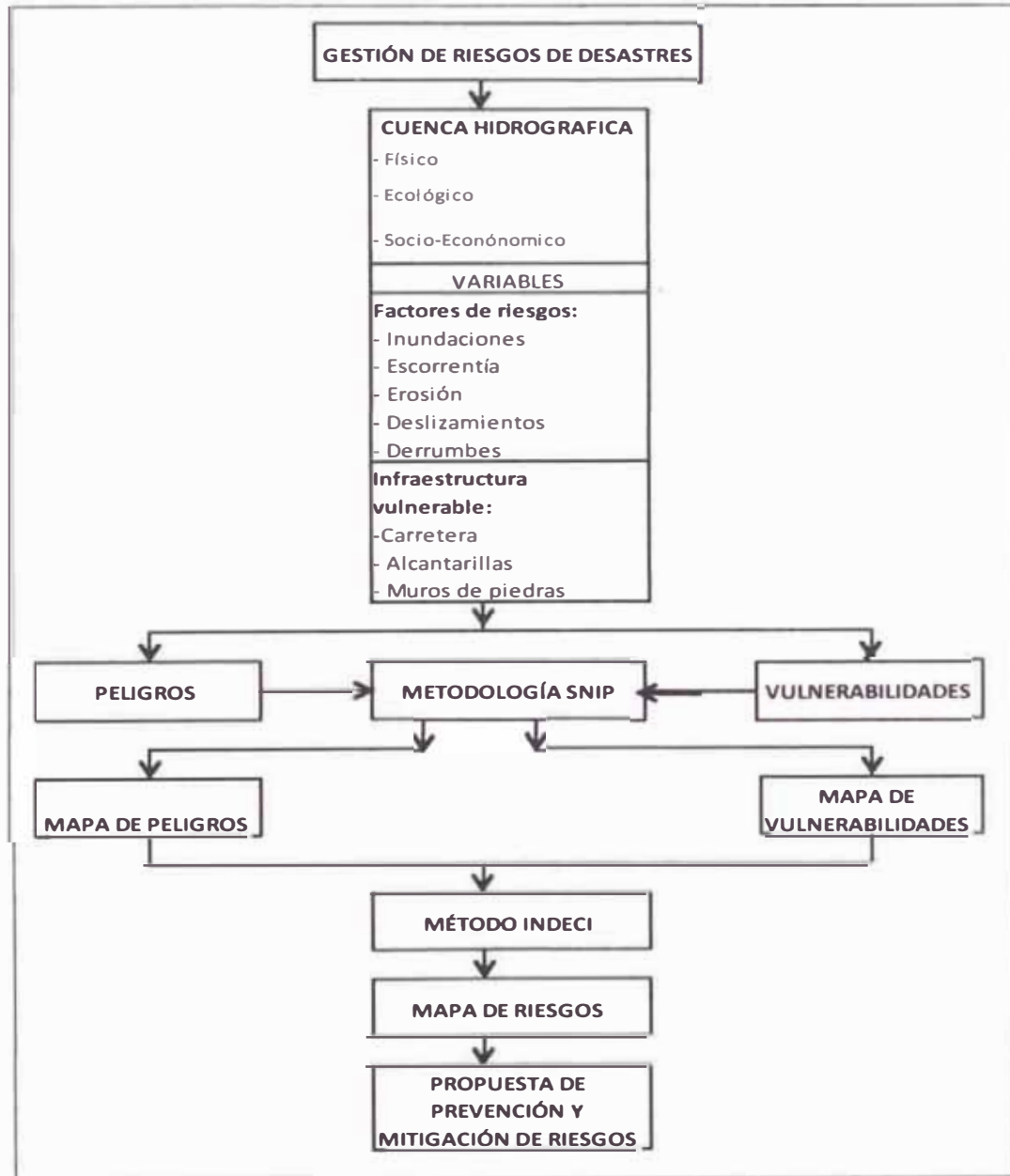
CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. RESUMEN DE LA METODOLOGÍA PARA LA APLICACIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES EN CARRETERAS.

El diagrama del modelo propuesto se representa en la figura 2.01.

Figura 2.01 Flujograma del Modelo de Gestión de Riesgos de Desastres aplicado a carreteras.



Fuente: Elaboración propia.

Se procederá a describir el diagrama de flujo presentado en la figura 2.01, donde se indicará brevemente los estudios necesarios que se deben desarrollar para determinar los riesgos de desastres en carreteras.

a. Estudio de cuenca Hidrográfica

La cuenca geográfica es importante estudiarla, porque es en ella donde se desarrolla el proyecto y es en la cuenca donde se encuentran presentes las variables de peligros naturales, los mismos que al ser alterados por causas propiciadas por el hombre o por eventos naturales como precipitaciones, sismos, etc.; generan diferentes tipos de reacciones hacia la infraestructura del proyecto como puede ser deslizamientos de tierras, inundaciones, entre otros.

b. Identificación de amenazas

Se sabe que el peligro o amenaza es todo aquello que de llegar a ocurrir podría ocasionar pérdidas, tanto materiales como de vidas humanas. Es por ello que en el desarrollo de la metodología de gestión de riesgos, está la identificación de los peligros.

En esta etapa se procederá con la identificación de todos los peligros existentes que afecten a la carretera; para eso se realizara una visita a campo en el cual se recolectará toda la información relevante en las fichas propuestas.

c. Determinación de peligros más significativos

Con la información recolectada se inicia la fase de procesamiento de datos, del cual se obtendrá los peligros de mayor incidencia, con apoyo de la metodología desarrollada por el SNIP.

d. Análisis de peligros

Luego de determinar los peligros más incidentes en el área del proyecto se procederá a evaluar los niveles de estos, para poder determinar la ubicación de los puntos críticos. Como parte del análisis de peligros se elaborará los mapas de peligros, haciendo uso de la metodología desarrollada por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).

e. Identificación de vulnerabilidades

La vulnerabilidad es la exposición, predisposición o la susceptibilidad física que tiene la infraestructura de la carretera a ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que se manifieste un fenómeno peligroso.

La identificación de las vulnerabilidades se realiza como una actividad paralela a la identificación de peligros durante la visita de campo. Para la toma de datos en campo referentes a la vulnerabilidad se utilizará la misma ficha de identificación de peligros.

f. Análisis de vulnerabilidades

Luego de determinar las vulnerabilidades de los peligros más incidentes en el área del proyecto se procederá a evaluar los niveles de vulnerabilidades siguiendo la metodología desarrollada por el SNIP.

Como parte del análisis de vulnerabilidades se elaborará los mapas de vulnerabilidades.

g. Análisis de Riesgos

El grado del riesgo es el resultado del producto del peligro y la vulnerabilidad, para lo cual es necesario tener los grados de peligros y vulnerabilidades.

Luego de haber calculado los riesgos, para los peligros más incidentes en el área del proyecto se procederán a elaborar sus respectivos mapas.

h. Prevención y mitigación de Riesgos

Los riesgos que se obtendrán del análisis correspondiente, serán los más incidentes, por lo cual se tendrá que ejecutar un plan de prevención y/o mitigación de los peligros que afecten la infraestructura de la carretera.

En esta etapa se propondrá las soluciones más adecuadas para poder mitigar los riesgos que existen en el proyecto.

2.2. CONCEPTOS GENERALES.

2.2.1. Análisis de riesgos.

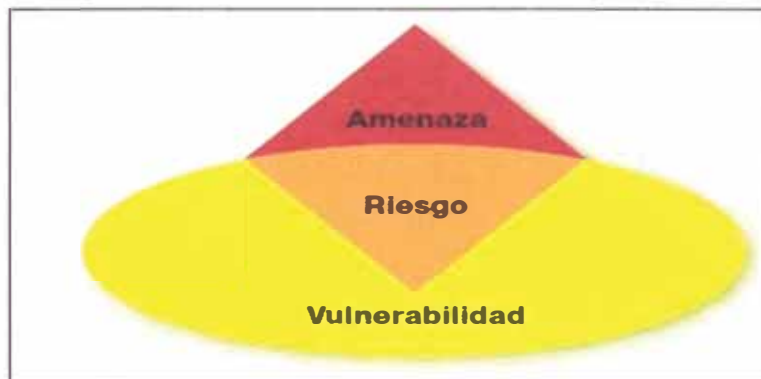
La estimación del Riesgo según la concepción del sistema Defensa Civil del Perú, es el conjunto de acciones y procedimientos que se realizan en un determinado centro poblado o área geográfica, a fin de levantar información sobre la identificación de los peligros naturales y/o tecnológicos y el análisis de

las condiciones de vulnerabilidad, para determinar o calcular el riesgo esperado (probabilidades de daños: pérdidas de vida e infraestructura).

Complementariamente, como producto de dicho proceso, recomendar las medidas de prevención (de carácter estructural y no estructural) adecuadas, con la finalidad de mitigar o reducir los efectos de los desastres, ante la ocurrencia de un peligro o peligros previamente identificados.

En la figura 2.02, se representa los lugares o poblaciones en el sector amarillo que se caracterizan por tener determinados tipos de vulnerabilidad, los que están en el área rojo o anaranjado se encuentran amenazados por fenómenos naturales. Sin embargo, solo están en riesgo los que se encuentran en la zona anaranjada, puesto que allí es donde la amenaza coincide con la vulnerabilidad.

Figura 2.02: El concepto de riesgo.



Fuente: Manual de análisis de riesgos, GTZ.

2.2.2. Riesgo.

Se define como la probabilidad de que una unidad social o sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia del impacto de un peligro.

El riesgo es una función de un peligro o amenaza y de la vulnerabilidad de esto quiere decir que el riesgo es una función de ambos componentes, que puede expresarse como sigue:

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

La relación es directamente proporcional: a mayor peligro (intensidad, multiplicidad, frecuencia), mayor riesgo; y a mayor vulnerabilidad, que se explica por tres factores: mayor exposición, mayor fragilidad o menor resiliencia, mayor

riesgo, es decir, que la probabilidad de daños y/o pérdidas sea mayor. El nivel de riesgo se caracteriza por ser dinámico y cambiante, de acuerdo con las variaciones que sufren sus dos componentes (peligro y vulnerabilidad) en el tiempo, en el territorio, en el ambiente y en la sociedad. La tarea consiste en reducir el nivel de riesgo, logrando que no se activen nuevos peligros, no se generen nuevas condiciones de vulnerabilidad o se reduzcan las vulnerabilidades existentes (DGPM-MEF, 2006).

En las siguientes páginas se analizarán las características de los peligros y la vulnerabilidad que explican el riesgo.

2.2.3. Peligro o amenaza.

El peligro es un evento que tiene probabilidad de ocurrir y por tanto causar daños a una unidad social o económica, el fenómeno físico se puede presentar en un lugar específico con una cierta intensidad y en un periodo de tiempo definido. Así, el grado o nivel de peligro está definido en función de características como intensidad, localización, área de impacto, duración y peligro de recurrencia.

Los peligros se pueden clasificar como:

Naturales: asociado a fenómenos meteorológicos, geotectónicos, biológicos, de carácter extremo o fuera de lo normal.

En el Perú (tipificado entre los 3 países más riesgosos del mundo en cuanto a eventos climáticos intensos), se presentan peligros naturales tales como: terremotos, fenómeno El Niño, sequías severas, friajes, heladas, deslizamientos, huaycos y lluvias intensas estacionales que generan inundaciones.

Socionaturales: son peligros que se generan por una inadecuada relación hombre-naturaleza; está relacionado con procesos de degradación ambiental o de intervención humana sobre los ecosistemas. Se expresa en el aumento de la frecuencia y severidad de los fenómenos naturales o puede dar origen a peligros naturales donde no existían antes y puede reducir los efectos mitigantes de los ecosistemas naturales.

Ejemplo: La probabilidad de ocurrencia de deslizamientos o huaycos se incrementa por las actividades de remoción de tierras que se realizan para la construcción de grandes infraestructuras como carreteras, aeropuertos, represas.

Antrópicos: Son peligros generados por los procesos de modernización, industrialización o importación de desechos tóxicos.

Ejemplo: El derramamiento de sustancias tóxicas, tal como el derrame de mercurio que ocurrió en Choropampa-Cajamarca, en junio del 2000, por la ejecución de actividades mineras.

En el cuadro 2.01, se presenta una relación de peligros que ocurren con mayor frecuencia en nuestro país y dentro de las cuales también están los peligros más recurrentes en carreteras.

Cuadro 2.01: Clasificación de peligros por su origen.

Naturales	Socionaturales	Antropicos
.-Sismos	.-Inundaciones(relacionadas con deforestacion	.-Contaminacion ambiental
.-Tsunamis	de cuencas, acumulacion de desechos	.-Incendios urbanos
.-Heladas	domesticoa, industriales y otros a los	.-Explosiones
.-Erupciones volcanicas	cauces de los rios)	.-Derrames de sustancias toxicas
.-Sequias	.-Deslizamientos (en areas en pendientes,	
.-Granizadas	pronunciadas con deforestacion)	
.-Precipitaciones pluviales, que	.-Huaycos.	
ocasionan amenazas fisicas	.-Desertificacion	
como inundaciones, avalanchas	.-Salinizacion de suelos	
de lodo y desboradamiento de		
rios entre otros.		

Fuente: Pautas metodológicas del SNIP.

El conocimiento de los peligros dentro del proceso de identificación, formulación y evaluación de los proyectos, permite tomar en cuenta el potencial impacto del medio ambiente y del entorno sobre el proyecto de inversión pública, lo cual

posibilitará implementar acciones y medidas para no afectar la operación del proyecto y/o para reducir los riesgos y potenciales daños y pérdidas.

Para la identificación de Peligros se requiere:

- Establecer la ubicación geográfica del proyecto en ámbito de su jurisdicción.
- Revisión de antecedentes de desastres (o desgracias) ocurridos en la zona.
- Conocer la extensión del área de afectación, así como la severidad del fenómeno natural peligroso.
- Época del año que se presenta y frecuencia del peligro.
- Las consecuencias que se generaron por el impacto.
- Las características topográficas, geológicas e hidrográficas del lugar donde se identifica el peligro.

2.2.4. Vulnerabilidad.

El segundo elemento que explica la situación de riesgo es la vulnerabilidad, la cual se define como la incapacidad de una unidad social, de una infraestructura o de una actividad económica, de anticiparse, resistir y/o recuperarse de los daños que le ocasionaría la ocurrencia de un peligro.

La vulnerabilidad es el resultado de un proceso de inapropiada ocupación del territorio y del inadecuado uso de los recursos naturales (suelo, agua, biodiversidad, etc.), así como de la aplicación de modelos de desarrollo inapropiados, que afectan negativamente las posibilidades de un desarrollo sostenible.

Existen 03 factores que determinan la vulnerabilidad:

a).- Exposición: Relacionada con decisiones y prácticas que ubican a una unidad social, estructura física o actividad económica en las zonas de influencia de un peligro, este factor explica la vulnerabilidad porque expone a dicha unidad social al impacto negativo de un peligro, de la unidad social, infraestructura, etc.

b).- Fragilidad: Referido al nivel o grado de resistencia y/o protección de la unidad social o infraestructura, frente al impacto de un peligro. Este componente

de la vulnerabilidad está relacionado a procedimientos constructivos, calidad de materiales, tecnología utilizada, etc.

c).- Resiliencia: Referida al nivel o grado de asimilación y/o recuperación que puede tener la unidad social, la infraestructura física o la actividad económica, después de ocurrido un peligro.

El análisis de los factores de vulnerabilidad deben formar parte del proceso de Identificación, Formulación y Evaluación de un Proyecto de Inversión Pública, porque permite examinar las condiciones de exposición, fragilidad y resiliencia existentes, y de esta forma definir las acciones y medidas que permitan reducir el riesgo al que pueda estar expuesto el proyecto.

La vulnerabilidad se presentan de varios tipos: ambiental y ecológica, física, económica, social, educativa, cultural e ideológica, política e institucional, y, científica y tecnológica.

Para determinar la vulnerabilidad se requiere:

- Conocer el número de población y viviendas ubicadas en la zona del proyecto y la situación actual de sus servicios básicos.
- Conocer con que infraestructuras cuenta la ciudad (escuelas, postas médicas, puente, carreteras, etc.) y su ubicación.
- Ubicar las áreas agrícolas que pueden ser afectadas
- Conocer tipo de suelo en el cual se ubica el proyecto.
- Conocer el tipo de materiales y las técnicas constructivas que se aplicaron en la ejecución del proyecto.
- Grado de organización y participación de la población.
- Existencia de almacén de materiales.

2.3. GESTION DE RIESGOS.

La Gestión del Riesgos (GdR) es el conjunto de decisiones administrativas, de organización y conocimientos operacionales desarrollados por sociedades y

comunidades para implementar políticas y estrategias, y para fortalecer sus capacidades, con el fin de reducir el impacto de amenazas naturales y de desastres ambientales y tecnológicos. Esto involucra todo tipo de actividades, incluyendo medidas estructurales (por ejemplo, construcción de defensas ribereñas para evitar el desbordamiento de un río) y no-estructurales (por ejemplo, la reglamentación de los suelos para determinar los ángulos de los taludes) para evitar o limitar los efectos adversos de los desastres.

Buscando reducir los niveles de riesgo existentes para proteger los medios de vida de los más vulnerables, la gestión del riesgo de desastre constituye la base del desarrollo sostenible, y en este marco se tienen que incluir el análisis de la GdR en los proyectos de Inversión Pública (PIP) como un enfoque transversal, que se aplica a lo largo de todas las fases del ciclo del proyecto: pre inversión, inversión y post inversión, tal como se muestra en la figura N°2.03, que la Gestión de Riesgos aplicándose desde la fase inicial de un proyecto, garantiza su sostenibilidad en el tiempo y en la figura N°2.04 los pasos que se aplican en la gestión de riesgos de un proyecto en cada una de sus etapas.

Figura N° 2.03: La planificación y Gestión de Riesgos=Desarrollo sostenible.



Fuente: Gestión de riesgos de desastres

Figura N° 2.04: Análisis de Riesgos en el ciclo de un proyecto.



Fuente: Pautas metodológicas del SNIP

2.3.1. Proceso.

El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) identifica cuatro procesos en la gestión del riesgo de desastres para el Sistema Nacional de Defensa Civil (SINADECI). Como se muestra en figura 2.05.

- La estimación del riesgo
- La reducción del riesgo
- La respuesta.
- La reconstrucción.

Figura N° 2.05: Procesos en la Gestión de Riesgos.



Fuente: Guía para la planificación del desarrollo local-Caritas del Perú.

a. Estimación del riesgo.

La estimación del riesgo es el conjunto de acciones y procedimientos que se realizan en un determinado centro poblado o área geográfica, a fin de levantar información sobre la identificación de los peligros naturales y/o tecnológicos y analizar las condiciones de vulnerabilidad, para determinar o calcular el riesgo esperado (probabilidad de daños: pérdida de vidas e infraestructura). Para ver más a detalle la metodología de estimación de riesgos, ver lo desarrollado en el punto 2.4.2.

b. Reducción del riesgo de desastres (Antes).

La reducción del riesgo agrupa las acciones de prevención, disminución de vulnerabilidades y preparación.

- La prevención específica corresponde al conjunto de actividades y medidas diseñadas, para proporcionar protección permanente contra los efectos de un desastre. Incluye entre otras, medidas de ingeniería (construcciones sismo resistentes, protección ribereña y otras) y de legislación (uso adecuado de tierras y agua, ordenamiento urbano y otras).

- La reducción del impacto del desastre requiere también de una adecuada preparación, entendida como la planificación de acciones para las emergencias, el establecimiento de alertas y ejercicios de evacuación para una respuesta adecuada durante una emergencia o desastre. La preparación se refiere a las actividades y medidas tomadas anticipadamente, para asegurar una respuesta eficaz ante el impacto de peligros, incluyendo la provisión de información para la evacuación temporal de la población y propiedades del área de peligro.

c. Respuesta (Durante).

La respuesta se define como el conjunto de acciones y medidas aplicadas durante la ocurrencia de una emergencia o desastre, a fin de reducir sus efectos. Contempla la evaluación de los daños, la asistencia con techo, abrigo y alimentos a los damnificados y la rehabilitación para la pronta recuperación temporal de los servicios básicos (agua, desagüe, comunicaciones, alimentación y otros) que permitan normalizar las actividades en la zona afectada por el desastre.

d. Reconstrucción (Después).

Después del desastre, viene la fase de reconstrucción que consiste en la recuperación del estado pre-desastre, tomando en cuenta las medidas de prevención y mitigación necesarias y de acuerdo con las lecciones dejadas por el desastre. Se trata de reconstruir de manera integral la comunidad afectada de tal modo que lo ocurrido no vuelva a suceder o, por lo menos, que sus proporciones sean menores. Es una etapa fundamental en la promoción de un desarrollo planificado integrando el enfoque de gestión de riesgo de desastre.

2.3.2. Normativa.

a. Normativa internacional y regional

A nivel internacional y regional, las dos últimas décadas han sido fundamentales en el reconocimiento de la necesidad de reducir el riesgo de desastre, lo cual se ha traducido en una actividad normativa importante, para ver el desarrollo de este tema.

b. Normativa nacional

Como consecuencia del terremoto y aluvión en el Callejón de Huaylas, en mayo de 1970, el Gobierno creó un sistema para proteger a la población frente a futuros desastres. Ese es el evento que favoreció la toma de conciencia sobre la necesidad de disponer de un Sistema Nacional de Defensa Civil dedicado a la gestión del riesgo de desastre. Para una mayor información sobre el orden cronológico de las normas que delimitan la Defensa Civil en el Perú, ver el anexo 03 donde se numeran los decretos y leyes que se aprobaron como base legal desde 1972 hasta el año 2005.

2.4. ANALISIS DE RIESGOS EN CARRETERAS.

En esta parte del informe se desarrollara los métodos, criterios y/o conceptos básicos que se aplicaran para la evaluación de los peligros, vulnerabilidades y análisis de riesgos en vías de transporte.

La guía que se desarrollará para el análisis de riesgos, de la carretera y tramo en estudio estará aplicada a tres tipos de peligros identificados: inundaciones, deslizamientos y sísmicos; los riesgos de accidentes por mala geometría de la vía solo se analizara a nivel de riesgos.

La identificación de estos peligros se hizo mediante la metodología SNIP y el detalle se presenta en el informe de suficiencia del compañero de grupo, Bachiller Raúl Bautista, "Gestión de Riesgos de Desastres. Carretera Cañete-Chupaca, Tramo: 114+000 al 129+000, Determinación de Peligros".

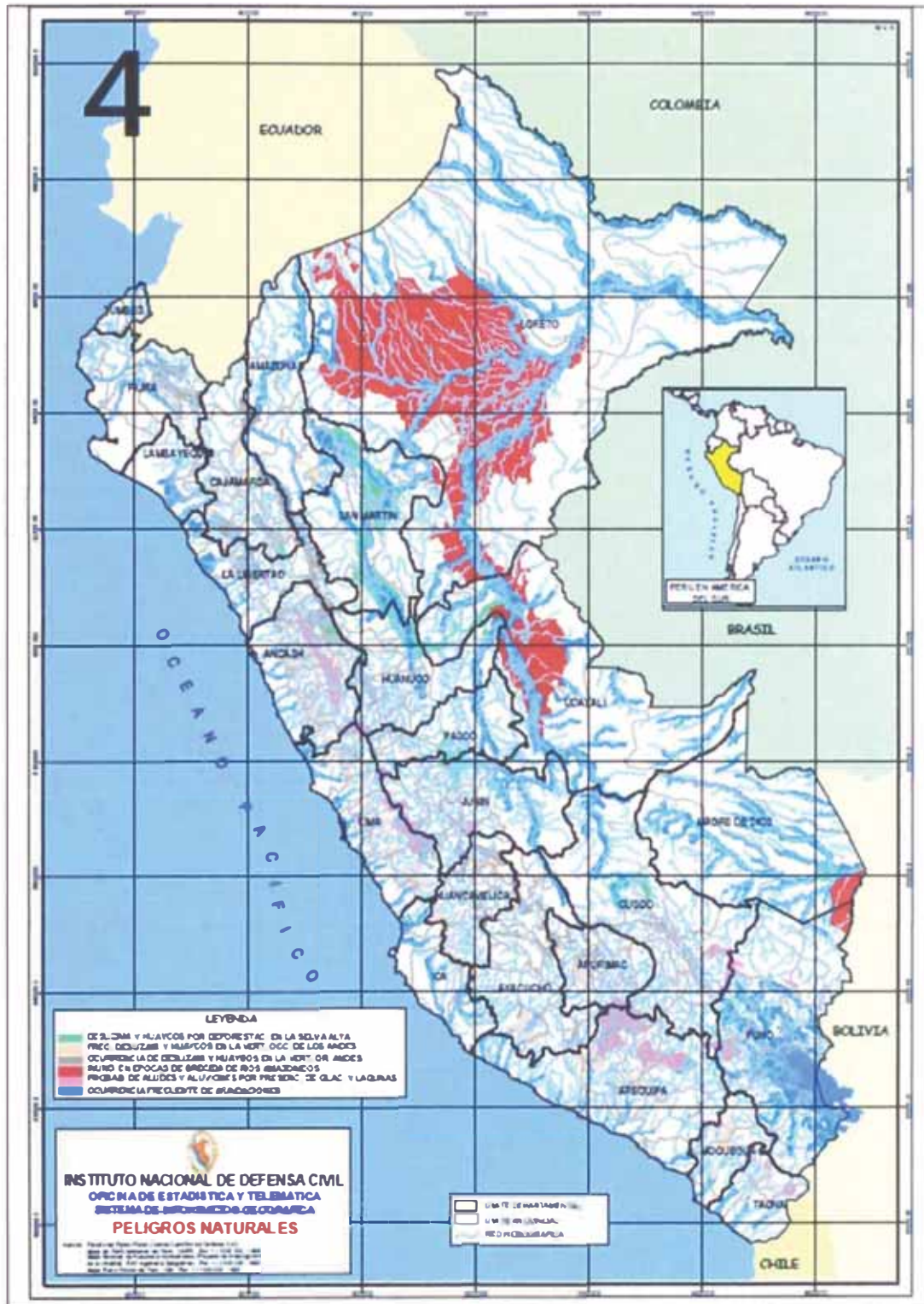
Como información adicional que sustenta los peligros identificados se tiene lo siguiente:

1.-El "Consortio Gestión de Carreteras" responsable de los trabajos de mantenimiento de la carretera Cañete - Chupaca, el año 2008 hizo una evaluación de toda la vía, donde identificaron problemas de deslizamientos, erosión del río y riesgos de accidentes, a los cuales los califico como "puntos críticos", ver el anexo 04.

2.-También se cuenta con mapas de peligros de todo el Perú elaborados por el INDECI, donde se puede ver que existe la probabilidad de ocurrencia de peligros naturales como deslizamientos e inundaciones en la zona en estudio, tal como se puede apreciar en la figura 2.06, a esto también se suma los índices de precipitaciones que muestra el cuadro 4.01 en el capítulo IV, donde la estación de la provincia de Yauyos que es la más cercana al tramo en estudio, registra precipitaciones acumuladas en un año de 281.2mm, registrándose los meses de mayor intensidad entre Diciembre y Abril, estos estudio corresponden a un año promedio histórico entre 1964 y 2000.

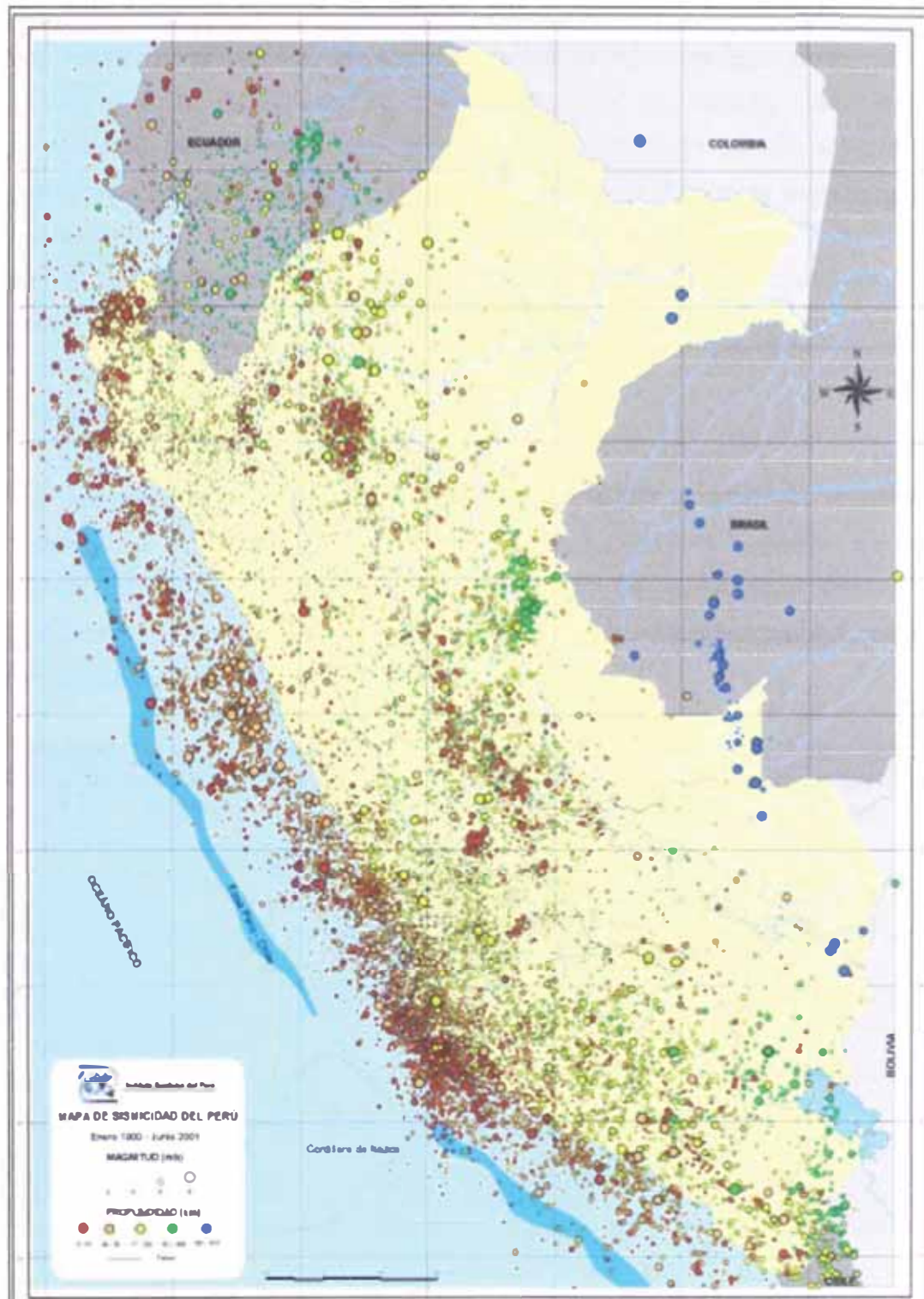
3.-El instituto Geofísico del Perú, presenta un mapa de sismicidad del Perú de sismos ocurridos entre Enero 1900 y Junio del 2000 (ver figura 2.07), donde muestran la ubicación de los epicentros sísmicos en todo el Perú, indicando la magnitud y su profundidad, el promedio de sismos ocurridos en la zona en estudio tienen magnitud entre 3 y 4 en la escala de Richter y la profundidad del epicentro entre 30 y 150km, por lo que calificamos que el nivel del peligro sísmicos como de **grado Medio**.

Figura 2.06: Identificación de Peligros Naturales en el Perú.



Fuente: INDECI.

Figura 2.07: Mapa de Sismicidad del Perú entre los años de 1900 y 2000.



Fuente: Instituto Geofísico del Perú.

2.4.1. Guía para identificar problemas de deslizamientos, inundaciones y sismos.

a) Identificación de áreas susceptibles de inundaciones.

Las inundaciones son eventos de acumulación temporal de agua fuera de los cauces y áreas de reserva hídrica de las redes de drenaje (naturales y construidas). Se presentan debido a que los caudales de escorrentía superan la capacidad de retención e infiltración del suelo y/o la capacidad de transporte de los canales. Las inundaciones son eventos propios y periódicos de la dinámica natural de las cuencas hidrográficas controlada por sus propias características físicas y su entorno hidrometeorológico. Como fenómeno natural son de segundo orden, es decir, que son consecuencia de eventos antecedentes, principalmente las lluvias.

Las inundaciones pueden ser clasificadas en naturales y antrópicas según se muestra en el cuadro N° 2.02. El carácter espacial y temporal de las inundaciones varía ampliamente según el tipo de inundación, siendo la inundación por desbordamiento de cauces por lluvias intensas la que con mayor frecuencia causa desastres.

Cuadro 2.02: Clasificación de Inundaciones.

CLASIFICACIÓN DE LAS INUNDACIONES	
NATURALES	ANTRÓPICAS
<p><i>Empozamiento por lluvia</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Zonas bajas ■ Zonas planas impermeables <p><i>Desbordamiento</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ De lagos ■ De corrientes (ríos, quebradas, arroyos) <p><i>Represamiento</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Confluencias de cauces ■ Coincidencia de crecientes ■ Deslizamientos ■ Palizada <p><i>Mareas</i></p>	<p><i>Empozamiento por lluvia</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Deficiencia de drenaje ■ Obstáculos, obstrucciones <p><i>Desbordamiento</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ De embalses ■ De canales <p><i>Represamiento</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Por obstrucción del cauce ■ Por descargas de caudal <p><i>Mal manejo del recurso</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Alteración de cursos de agua

Fuente: Incorporación de la gestión de riesgos de desastres en la planificación y gestión territorial, Comunidad Andina-Lima 2009-Pag 37.

Una inundación puede ser caracterizada a través de los siguientes parámetros: área, profundidad, velocidad de flujo, tasa de inundación, tiempo de arribo, tiempo de inundación y período de retorno de la creciente. La intensidad de la

inundación se puede expresar a través de uno de ellos o su combinación (ej. el producto de la profundidad por la velocidad de flujo). El fenómeno de inundación es característico (relación frecuencia – intensidad) de cada corriente particular (río, quebrada, arroyo, etc.) pero correlacionado con la cuenca a la cual pertenece. Por ello en el manejo del riesgo de inundación es necesario considerar integralmente las cuencas o micro cuencas y su efecto específico sobre los ríos de interés,

Una zona de inundación se puede identificar en el campo observando la superficie del suelo para detectar indicios geológicos, hidrogeológicos, geomorfológicos (forma del relieve), edafológicos (vegetación) y otros, como por ejemplo humedad del terreno, áreas con aguas empozadas, socavación de Suelos, terrazas de aluviones, sedimentos, zonas con vegetación baja o vegetación dañada y líneas de escombros. Se puede también identificar a través de comparaciones de imágenes de satélites o fotos aéreas con el fin de determinar los cambios durante periodos de tiempo específicos, ríos sinuosos o torrentosos con presencia de piedras y pendientes > al 6%, los materiales de las riberas altamente erosivos, Las precipitaciones son mayores a los 300 mm/año, poca profundidad del fondo del cauce y al crecer pueden traer flujos de escombros y lodos, el relieve es mayor del 30% y la capacidad de retención de los suelos es poca o nula, ya que está conformado por rocas sin vegetación.

Los desbordamientos son un fenómeno natural y recurrente de los ríos, como resultado de lluvias fuertes o continuas que aumentan el nivel de las aguas, a tal punto que el río se sale del cauce natural; también hay inundaciones urbanas por deficiencia en los sistemas recolectores de agua.

Las inundaciones están relacionadas con los patrones de lluvias de cada región que se presentan de diciembre a abril, en la parte alta de las cuencas de alta pendiente, que producen lluvias repentinas, de otra parte, los ríos que discurren en llanuras inundables de muy bajas pendientes pueden fluir por ellas dejando cauces abandonados e inundar nuevos terrenos. Otra fuente de inundaciones es el deshielo de las altas cumbres de los Andes.

Una forma práctica de identificar futuros problemas de Inundaciones en carreteras es el de las cotas de crecidas históricas, es otra forma de definir niveles de peligro, en función de las observaciones y datos históricos. A partir de estos datos se puede indicar una cota para crecidas medias (por ejemplo para

períodos de retorno estimados de diez a cincuenta años), y una cota de crecidas grandes (crecida centenaria), en función del perfil transversal del cauce. Cuando la sección transversal del cauce no varía, se puede asumir que las cotas de inundación solo varían por la pendiente general del terreno. Para luego delimitar las áreas inundables, es aconsejable hacer perfiles topográficos transversales, sobre todo en las zonas donde el río tiene un cauce ancho y orillas bajas.

En las figuras 2.08 y 2.09 se pueden observar algunas características de llanuras de inundación, en la foto 2.08 se puede ver que la línea discontinua de color blanco marca el nivel de inundación que alcanza el río en esa llanura en sus épocas de crecidas y en la foto 2.09 se aprecia que el río Cañete en sus épocas de estiaje está cerca del nivel del tramo de carretera y que seguro en sus épocas de crecidas es una amenaza de inundación a la vía.

Fig.2.08: Llanura de inundación del río Choluteca, Honduras



Fuente: Análisis de riesgos en Centroamérica, Organización de Estados Americanos

Tener en cuenta que las metodologías descritas, para su aplicación requieren de mayor información, para lo cual será necesario disponer de más tiempo en la visita a campo y contar con las herramientas adecuadas en la toma de datos, por lo corto que resulta el tiempo de la visita (01 día), el análisis se basó fundamentalmente en la información que se pudo registrar de manera visual y con la aplicación de los cuadros que se plantean para definir los grados de peligros y vulnerabilidades (2.04, 2.06 y 2.07).

Fig. 2.09: Tramo de la carretera Cañete-Chupaca con peligro de inundación.



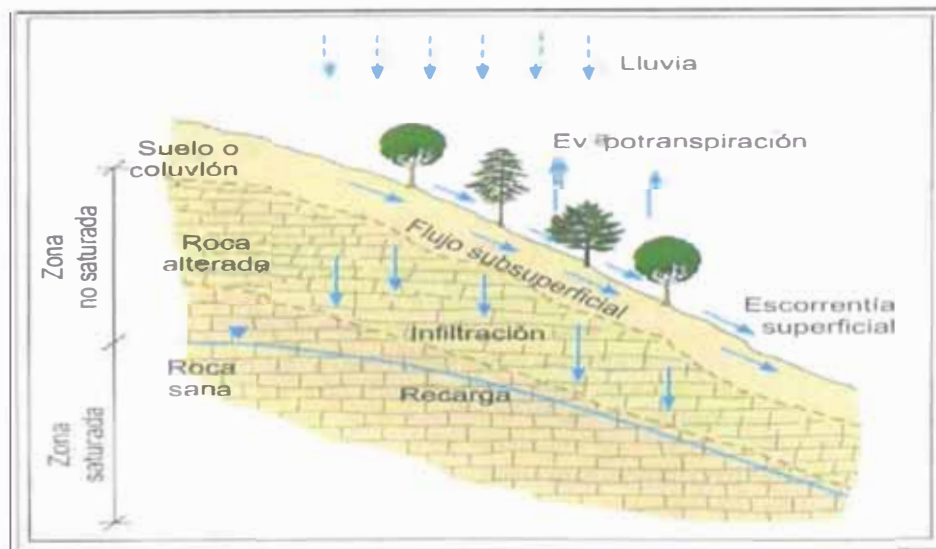
Fuente: Registro fotográfico del Informe de Suficiencia de gestión de riesgos de desastres de carreteras Cañete-Chupaca, en el tramo 114+000 al 129+000

b) Identificación de problemas de deslizamientos.

La estabilidad de un talud está determinado por factores geométricos (altura e inclinación), factores geológicos, factores hidrogeológicos (presencia de aguas) y factores geotécnicos o relacionados con el comportamiento mecánico del terreno (resistencia y deformabilidad), el conocimiento de todos ellos el correcto análisis de la estabilidad de un talud y también las medidas que deberán ser adoptadas para evitar o estabilizar los movimientos.

En la figura N°2.10, se aprecia la circulación de agua en una ladera, ya que esta y los sismos son las principales causas de los deslizamientos.

Figura N°2.10: Esquema de circulación de agua en una ladera.



Fuente: Ingeniería Geológica, Ing. Luis Gonzales Vallejos

La clasificación de los tipos de movimientos en laderas se refieren a los tipos de materiales involucrados, distinguiéndose generalmente entre materiales rocosos, derrubios y suelos, y al mecánico y tipo de rotura considerándose también otros aspectos, como el contenido de agua del terreno y a la velocidad y magnitud del movimiento, a continuación definimos las más conocidas, pero para nuestro informe todo se movimiento de material en laderas se describirá como deslizamientos.

Deslizamientos: Son movimientos de masas de suelo o roca que deslizan, movimientos relativamente respecto al sustrato, la masa generalmente se desplaza en conjunto, comportándose como una unidad en su recorrido, la velocidad puede ser muy variable, pero por lo general suelen ser movimientos muy rápidos y alcanzar grandes volúmenes, los rotacionales son más frecuentes en suelos cohesivos y los traslacionales la rotura tiene lugar a favor de superficies planas entre diferentes tipos de materiales.

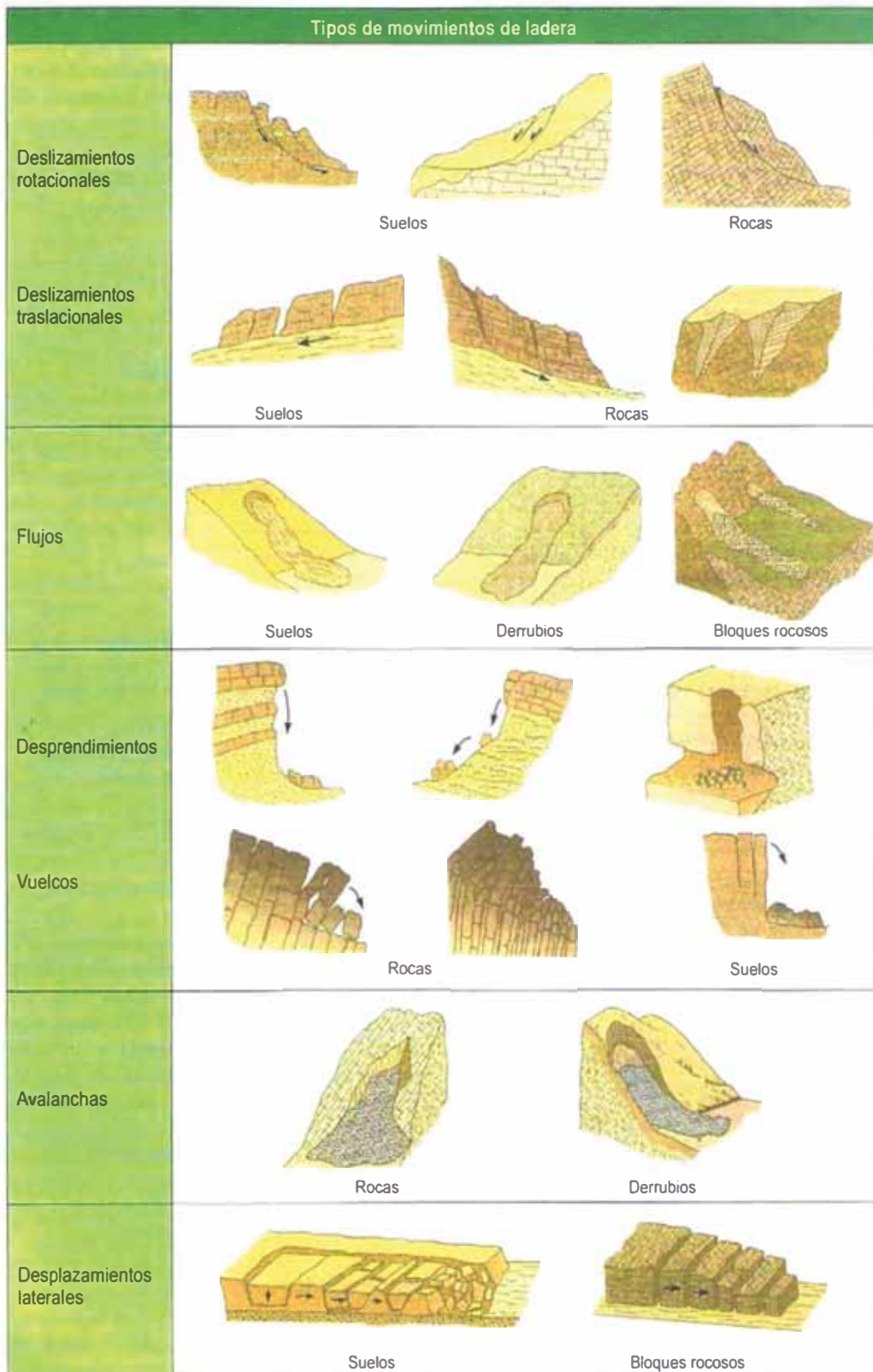
Flujos o Huaycos: Son movimientos de masas de suelos, flujos de barro o tierra o bloques rocosos con abundante presencia de agua donde el material esta disgregado y se comporta como un fluido, estos movimientos pueden alcanzar varios kilómetros, se da predominantemente en materiales fino y homogéneos, la perdida de resistencia suele estar motivada por la saturación en agua.

Desprendimientos: Son caídas libre muy rápidas de bloques o masas rocosas independizadas por planos de discontinuidad preexistentes, son frecuentes en laderas de zonas montañosas escarpadas, en acantilados y, en general, en paredes rocosas, siendo frecuentes las roturas en forma de cuña y en bloque formando familias de discontinuidades, los factores que lo provocan son la erosión y pérdida de apoyo o desbalance de los bloques previamente independizados o sueltos.

Avalanchas: Son muy rápidos, con caídas de masas de rocas o derrubios, que se desprenden de laderas escarpadas y pueden ir acompañadas de hielo o nieve, las masas rocosas se rompen y pulverizan durante la caída, son generalmente el resultado de deslizamientos o desprendimientos de gran magnitud.

En la figura N°2.11 se muestra gráficamente los diferentes tipos de movimientos de laderas o deslizamientos.

Figura N° 2.11. Tipos de movimientos en ladera.



Fuente: Ingeniería Geológica, Ing. Luis Gonzales Vallejos.

b.1. Evaluación de la estabilidad de un talud

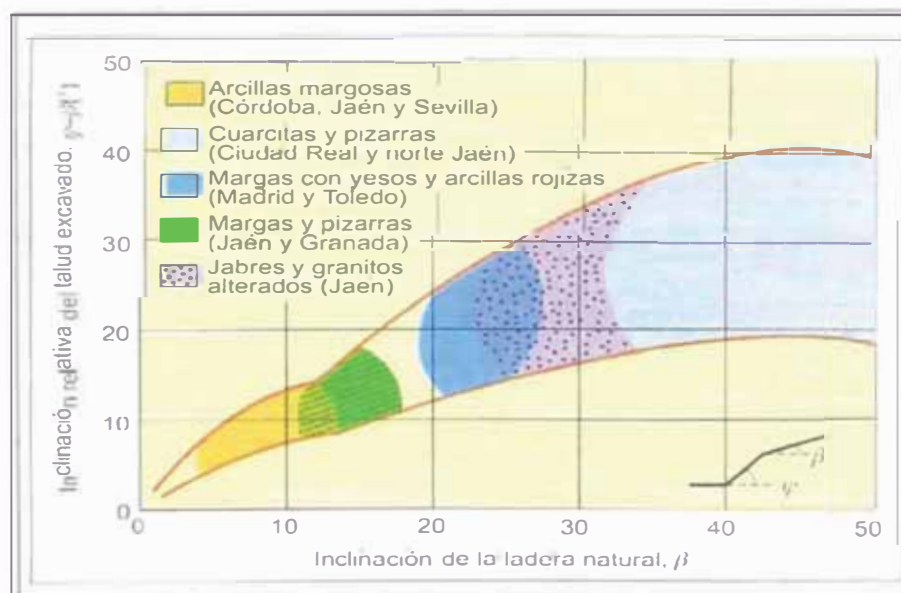
La estabilidad de un talud natural de corte o relleno comúnmente se evalúa mediante métodos de estabilidad basados en el equilibrio límite del suelo, estos métodos toman en cuenta los factores que influyen en la resistencia del suelo o masa rocosa.

Las fuerzas resistentes contra los deslizamientos vienen a ser la resistencia al corte del suelo, la componente normal del peso a la superficie de rotura y fuerzas externas y las fuerzas desestabilizadoras vienen a ser la componente paralelo al plano de rotura del peso, la presión intersticial del agua y las cargas externas que podrían estar presentes, en el figura N°2.13 se puede ver gráficamente como actúan las fuerzas sobre una superficie de rotura en el talud.

Los principales parámetros que definen la resistencia del suelo son el ángulo de fricción interna en el caso de suelos granulares y la resistencia al corte no drenado en el caso de suelos cohesivos (arcillas).

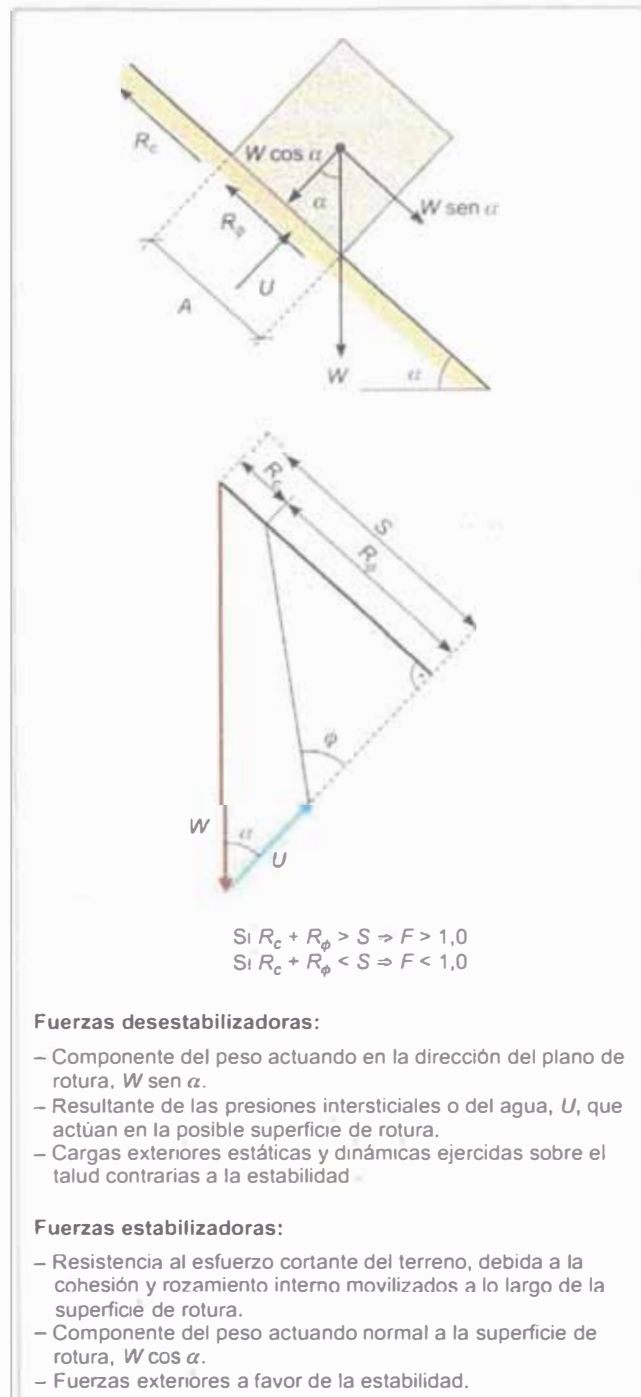
Antes se presenta la figura N°2.12, en la que se puede ver la relación de la inclinación de la ladera natural y el talud excavado, para diferentes tipos de suelos.

Figura N° 2.12. Relación entre la inclinación de la ladera natural y el talud excavado.



Fuente. Ingeniería Geológica, Ing. Luis Gonzales Vallejos

Figura N°2.13. Fuerzas actuando sobre una superficie de rotura en un talud.



Fuente: Ingeniería Geológica, Ing. Luis Gonzales Vallejos.

c) Identificación de problemas de sismos.

Un sismo es una vibración de la Tierra producida por una rápida liberación de energía. La energía se acumula por la interacción de los diferentes movimientos de la corteza terrestre, a través de las placas tectónicas, que al no resistir más la continua deformación se rompe produciendo sismos en los lugares más débiles de la corteza. Los puntos donde se producen los sismos se denominan focos y su proyección sobre la superficie terrestre, epicentros.

Existen diferentes maneras de medir los sismos. En especial, se realiza por la cantidad de energía liberada (Magnitud) y por los daños que causa la onda sísmica a medida que avanza (Intensidad). La magnitud es un dato medido de manera instrumental, por lo que es una característica netamente objetiva; y la intensidad se mide a través de la observación de los daños o de la percepción de los individuos, lo que la hace subjetiva. Debido a las características de las fuentes sismogénicas (lugares donde es más probable la ocurrencia de sismos), de la topografía del lugar de estudio y de las características (espesor y tipo de material) de los suelos, su respuesta ante los sismos es diferente. Por lo tanto, las ondas sísmicas medidas a través de frecuencia, período, aceleración, velocidad y desplazamiento, nos ayudan a entender las características específicas del comportamiento dinámico de los suelos.

En resumen, la condición de amenaza sísmica está caracterizada por movimientos ondulatorios y, por lo tanto, está representada por variables físicas que indican la respuesta del suelo ante las particularidades del sitio de estudio. Las condiciones geológicas y geotécnicas permiten establecer los períodos de vibración fundamental del suelo.

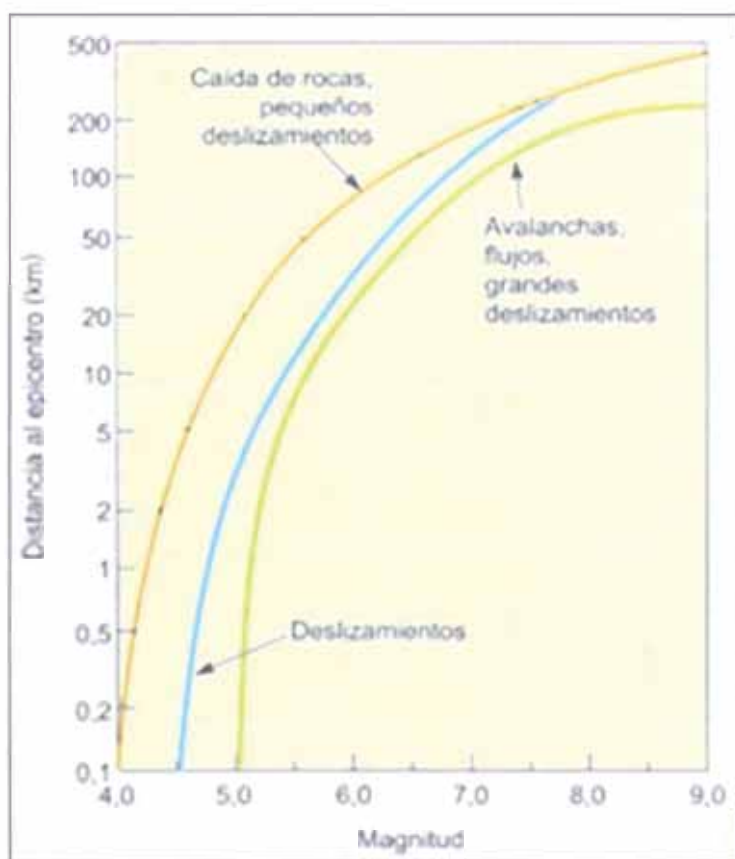
Existen condiciones de sitio especiales, como el potencial de licuación (arena con alto contenido de humedad, que hace que ante un movimiento fuerte el suelo se comporte como un líquido) y topografía con valles o colinas, que inciden en la amplificación de la onda sísmica. Estas condiciones particulares exigen que el diseño y construcción de cualquier estructura que estén en estos lugares contemplen características específicas.

Desde el punto de vista espacial, el fenómeno sísmico afecta áreas extensas, de tal manera que el conjunto de la población, edificaciones, infraestructura y actividades económicas están expuestas de forma permanente a esta amenaza, por ello el manejo del riesgo sísmico se centra fundamentalmente en la

reducción de la vulnerabilidad, la vulnerabilidad está en función de la exposición, la resistencia de los elementos expuestos y la resiliencia de una población para recuperarse ante un desastre.

Una de las causas más frecuentes de daños asociados a terremotos son los deslizamientos, aunque se requiere que la intensidad se alta para que estos tengan lugar, según datos empíricos, por debajo de intensidad VIII no se han apreciado deslizamientos importantes (Ver figura 2.14.) Algunos factores a considerar en la estimación de la susceptibilidad frente a deslizamientos por terremotos son los siguientes:

Figura N°2.14. Susceptibilidad de deslizamientos inducidos por terremotos.



Fuente: Ingeniería Geológica, Ing. Luis Gonzales Vallejos

- .-Laderas inestables o en condiciones precarias de estabilidad previas al terremoto.
- .-Pendientes elevadas.
- .-Suelos de baja resistencia o de estructuras como arcillas, suelos colapsables.
- .-Escarpes rocosos con riesgo de desprendimientos.

Ante la condición de amenaza sísmica, las edificaciones e infraestructura deben responder a la fuerza que le impone el sismo.

Por lo tanto, el diseño de las construcciones debe cumplir ciertas condiciones técnicas que le permitan resistir un evento probable.

En nuestras ciudades la vulnerabilidad sísmica se ha ido construyendo mediante procesos históricos constructivos formales e informales. La ocurrencia de un sismo en una zona vulnerable produce consecuencias negativas en los ámbitos sociales y económicos, afectando el desarrollo del territorio. Dentro de los impactos negativos se encuentra la afectación a la población, daños estructurales y disminución en la capacidad económica y productiva.

De los fenómenos analizados en este informe, los sismos son los que más eventos secundarios pueden generar, tales como deslizamientos, licuación, tsunamis, inundaciones e incendios, entre otros, por lo que normalmente el efecto directo del sismo se incrementa en razón a dichos eventos secundarios.

Figura N° 2.15.

Sismo de 6.4° en escala de Richter 18 mayo del 2010. Tramo Pedro Ruiz-Bagua, de la carretera Fernando Belaunde.



Fuente: www.peru.com

d) Identificación de riesgos por las características geométricas de la vía.

En los ítems anteriores se vio aquellas amenazas que podrían ocasionar daños principalmente sobre la infraestructura vial, en este punto se desarrollara las amenazas que se pueden presentar para el usuario (vehículo y peatón) de la vía por deficiencias en la geometría de la vía.

En el Perú se cuenta con el Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito que reglamenta los valores y parámetros de diseño mínimos que deben ser considerados en las carreteras para asegurar la transitabilidad y seguridad.

Se citara textualmente el primer alcance del manual. *“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”.

En primer lugar se analizara el ancho de la calzada, el siguiente cuadro sintetiza las características de la superficie de rodadura para las carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

Cuadro 2.03: Ancho de calzada para carreteras de bajo volumen de transito.

IMDA Vehículo / día	Ancho mínimo de calzada (m)	Tipo de superficie de rodadura
0 - 350	5.50 Para carreteras de 2 carriles	Desde tratamiento superficiales asfálticos hasta carpeta asfáltica
	4.00 Para carreteras de 1 carril (*)	
(*) 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: Manual de diseño de carreteras pavimentadas de BVT, MTC, Lima 2008 pag.16.

De acuerdo a lo exigido en el cuadro anterior aquellas carreteras con un ancho de calzada menor a 4 m representan una amenaza con riesgo de volteo para el tránsito vehicular, esta amenaza se ve incrementada en zonas con topografías accidentadas donde predominan los precipicios y aquellas cercanas a cauces de ríos. Además la ausencia de plazoletas de cruce ubicadas con el distanciamiento

mínimo indicado también representa una amenaza con riesgo de colisión frontal y volteo durante el cruce de vehículos, más aún si por la carretera transitan vehículos pesados y de longitudes mayores a 15 m como los camiones semitrailers y remolques.

Figura N° 2.16.
"La carretera de la muerte"; esta vía, de 69 kilómetros, conduce de La Paz a la región de los Yungas - Bolivia.



Fuente: <http://fronterasblog.wordpress.com>

Para los radios de curvatura el manual establece los radios mínimos de 4, 8 y 22 m para velocidades máximas de 15, 20 y 30 Km/h respectivamente con peraltes mínimos de 4%. Además de acuerdo a lo mencionado anteriormente con relación a las plazoletas de cruce, estas curvas deberán contar con áreas de plazoletas de cruce y el sobre ancho correspondientes. Dependiendo del ángulo de deflexión, estas curvas son llamadas en su mayoría curvas cerradas. Para estas curvas la señalización juega un papel muy importante en cuanto a la información que se debe dar al conductor para que tome las medidas preventivas a fin de evitar accidentes por volteo, despiste, colisiones, etc.

En caso las curvas cerradas no presenten el radio mínimo, peraltes, sobre anchos, áreas de cruce y señalización correspondiente representarán una amenaza para el tránsito vehicular. El grado de amenaza también se ve incrementado cuando la carretera se desarrolla en topografías accidentadas y muy accidentadas.

El manual también exige la conformación de bermas de un ancho mínimo de 0.50 m por lo menos al lado opuesto del talud de corte y a lo largo de toda la carretera. Estas bermas se utilizan como zonas de seguridad para paradas de vehículos en emergencia y de confinamiento del pavimento y, en zona de tránsito peatonal los pobladores podrían utilizar esta franja y no transitar por la calzada exponiendo sus vidas principalmente durante la noche en lugares en los que no se cuenta con iluminación sobre la vía.

Las condiciones geométricas antes expuestas sumadas a la distracción, sueño del conductor, exceso de velocidad, etc., tienen como principal riesgo el despiste o salida de los vehículos de la carretera acabando muchos de ellos en volcaduras sobre pendientes pronunciadas ocasionando accidentes fatales.

Por ello, es necesario disponer de elementos que contribuyan a paliar la gravedad del accidente de muy diversas maneras, entre las que se podrían citar algunas:

- Con la evaluación general de los riesgos que implican las salidas de las vías y con el diseño y construcción de elementos paliativos de eficacia proporcional a tal riesgo.
- Con la construcción de elementos de contención capaces de evitar la salida de la vía, Con el principio de que tales elementos de contención no agraven el accidente por la rigidez del impacto en el coche y aumenten los efectos y la discapacidad en los heridos.

Si un vehículo se sale de la carretera, puede chocar con un obstáculo, despeñarse, caer sobre otra carretera (ejemplo típico de los enlaces) o desplazarse libre y regularmente por alguna zona llena y no peligrosa. Esta evaluación sería la relativa al riesgo de la zona.

La posibilidad de que un vehículo se salga de una carretera depende de las condiciones de la misma y también de las condiciones subjetivas de los conductores (sueño, deslumbramiento, etc.), la situación será proporcionalmente más peligrosa cuanto mayor intensidad de tráfico tenga la carretera.

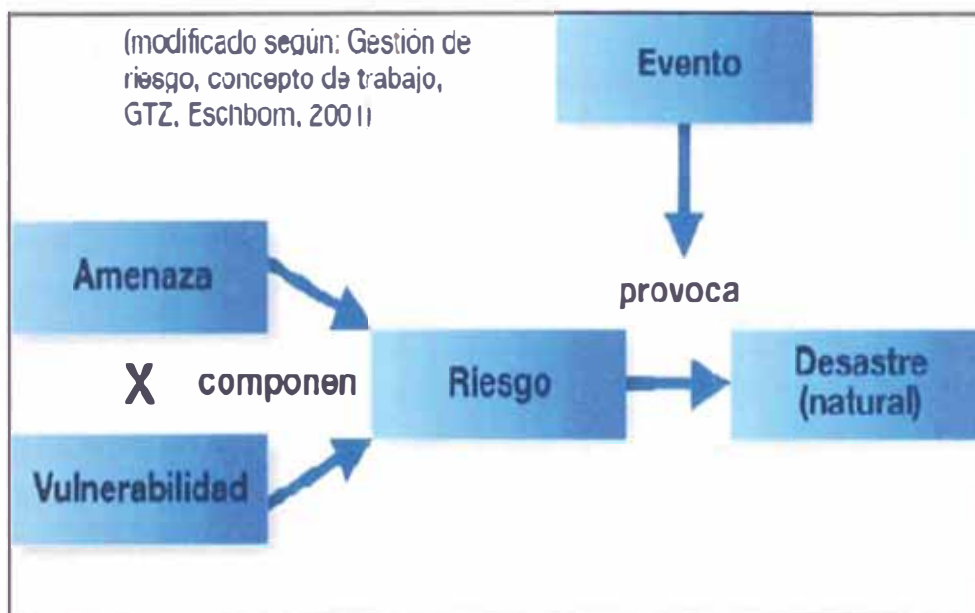
Las consecuencias de cada salida individual de una carretera dependerán de la situación de la misma (viaducto, terraplén de gran altura, etc.) y también de la velocidad, del peso y del número de ocupantes de vehículo.

Para prevenir los accidentes por salida de la vía, se instalan las barreras de contención. Estas barreras tienen que ser menos peligrosas en sí que las consecuencias de la propia salida libre que se intenta prevenir. Es decir; un choque contra una barrera debe ser menos grave que un choque contra un elemento al que la barrera intenta interponerse.

2.4.2. Análisis de riesgos.

Los dos elementos fundamentales para el análisis o cálculo del riesgo, son la amenaza y la vulnerabilidad como se muestra en la figura 2.17. La amenaza como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural peligroso y la vulnerabilidad como la propensión a sufrir daños en el momento de producirse el evento y como la capacidad de protegerse correspondientemente. El producto de estos dos elementos es el riesgo, que expresa la probabilidad de ocurrencia y la magnitud de los posibles daños o pérdidas.

Figura 2.17: El riesgo de desastre como resultado de la amenaza y la vulnerabilidad.



Fuente: GTZ (Ministerio federal de cooperación económica y desarrollo) manual de análisis de riesgos

a) Evaluación de la Amenaza o Peligros.

Para la evaluación de los peligros o amenazas se han estratificado los peligros que por registros históricos tienen presencia en la vía en estudio y que también se pudo constatar en la visita de campo realizada el 27 de Noviembre del año 2010, para lo cual se ha tomado como referencia el perfil de vulnerabilidad de la carretera Panamericana de la ciudad de Nicaragua (año: 2000), realizado por la Organización de los Estados Americanos.

Para la estimación de los peligros por deslizamientos se tomo en cuenta, entre otros aspectos, los registros del “Consortio Gestión de Carreteras” encargado de la ejecución de los trabajos de mantenimiento de la vía (ver el anexo 04), las condiciones de terreno como: vegetación de la zona, pendiente del talud, tipo de roca y suelo, las cuales se identificaron de forma visual en el campo y la precipitación media anual (ver cuadro 4.01); toda esta información obtenida definirán el nivel de peligro.

Para la estimación de los peligros por sismicidad se emplean los registros históricos de la ocurrencia de sismos en el País, la magnitud en la escala de Richter, y la profundidad de los epicentros que determinaran el nivel de peligro (ver figura 2.07).

Para la estimación de los peligros por inundaciones se utilizan los registros históricos de inundaciones actuales y la posibilidad de ocurrencia de inundaciones en el área de estudio; el relieve, la precipitación media anual y la capacidad de retención de suelos, también se toma en cuenta las pendientes del río para evaluar su poder erosivo en los distintos tramos de la vía y las distancias horizontal y vertical de la vía con respecto al río, para determinar el grado del peligro de inundación por escorrentía de aguas de las lluvias que circulan por el talud y la vía en épocas de diciembre-abril, se evalúa la presencia de cárcavas, también se tiene en cuenta si la topografía de la zona permite la rápida evacuación de la aguas que provienen de escorrentías.

Para fines de Estimación del Riesgo, las zonas de peligro pueden estratificarse en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto, cuyas características y su valor correspondiente se detallan en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.04. Propuesta, para definir el grado de peligros en la zona de ejecución del proyecto.

Peligro	Grado de Peligro.			
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Deslizamiento.	zonas con rocas masivas sin estratificación ,baja o nula permeabilidad que impide la meteorización profunda y limita los procesos de desmoronamiento del conjunto , pendientes menores del 3 % y precipitaciones menores a 150mm/año y sismos menos de 3 en la escala de Richter.	Suelos que Posibilitan el almacenamiento de agua, la meteorización y la fracturación. Pendientes entre 3 y 10% , propiciando las condiciones de deslizamientos .Precipitaciones entre 150 y 200 mm/año y sismos que oscilan entre 3 y 4 en a escala de Richter.	Suelos permeables o fracturados con presencia de boloneras suelta .Las condiciones morfológicas y el clima inciden sobre la estabilidad de los materiales.Pendientes oscilan entre 11 y 25 % . Precipitaciones de 300 mm/año, también se encuentran depósitos aluviales y sismos entre 4 y 5 en la escala de Richter.	La roca tiene la consistencia de una arcilla. Fracturación intensa. Zonas propicias para el almacenamiento de agua. Los suelos presentan rocas altamente meteorizadas. Pendientes mayores al 25% y las precipitaciones mayores a los 300mm/año y sismos mayores a 5 en la escala de Richter.
Sismicidad.	la magnitud del sismo es menor de 3 en la escala de Richter , la profundidad de los epicentros varían entre 100 y 300 km, sismos difícilmente perceptibles por la población. Areas de suelos secos y resistentes (capacidad portante igual o mayor a 2 kg/cm ²), daños leves.	los sismos oscilan entre 3 y 4 en la escala de Richter, la profundidad de los epicentros varía entre 30 y 100km. Son las areas aledañas a las de peligro alto, por lo que se pueden producir daños menores.	los sismos oscilan entre 4 y 5 en la escala de Richter y la profundidad de los epicentros de 0 a 30 km. Son las areas con suelos humedos o saturados que amplifican las ondas sismicas, se incluyen zonas donde se ubican deslizamientos o diques de lagunas ubicadas en las partes altas de la	Sismos mayores que 5 en la escala de Richter y la profundidad de los epicentros varia entre 0 y 30 km. Areas con suelos humedos o saturados y capacidad portante menor a 1kg/cm ² , hay alta posibilidad de producirse deslizamientos
Inundaciones por aguas del rio.	Rios de cauce recto con poca presencia de rocas y pendientes menores al 2% , los materiales de las riberas conformado por suelos estable y estaticos, Las precipitaciones menores a los 150mm/año.	Rios de cauce recto con poca presencia de rocas y pendientes entre el 2% y el 4%, los materiales de las riberas conformado por suelos estable y estaticos, Las precipitaciones son entre 150 y 200 mm/año.	Rios de cauce recto con presencia de piedras y pendientes entre el 4% y el 6%, los materiales de las riberas conformado por suelos poco estables, Las precipitaciones son entre 200 y 300 mm/año.	Rios sinuosos o torrentosos con presencia de piedras y pendientes > al 6%, los materiales de las riberas altamente erosivos, Las precipitaciones son mayores a los 300 mm/año, poca profundidad del fondo del cauce y al crecer pueden traer flujos de escombros y lodos.
Inundaciones por aguas de escorrentias.	Áreas que presentan un relieve menor del 5 % , las precipitaciones menores a los 150 mm/año , el suelo presenta alta capacidad de retencion debido a la existencia de bosques hasta en 90%, la topografía de la zona si permite la evacuacion de aguas.	Las precipitaciones oscilan entre 150 y 200 mm/año, presentan un relieve entre el 5 y 10 % , la capacidad de retencion de los suelos es media, en algunas areas el regimen hidrológico ha sido alterado y hay presencia de vegetacion hasta en un 50%, la topografía de la zona si permite la evacuacion de aguas , se observan carcavas de anchos entre 0.20 y 0.40m en el talud que sea activan con la presencia de lluvas.	el relieve oscila entre el 10 y el 30 % , las precipitaciones entre 200 y 300 mm/año , suelos con baja permeabilidad y vegetacion menor al 10% y la topografía de la zona no permite la evacuacion de aguas, se observan carcavas de anchos entre 0.40 y 0.70m en el talud que se activan con la presencia de lluvas.	Las precipitaciones son mayores a los 300 mm/año, el relieve es mayor del 30% y la capacidad de retencion de los suelos es baja o nula, ya que esta conformado suelo sin vegetacion, la topografía de la zona no permite la evacuacion de aguas, se observan carcavas de anchos mayores a 1.00m en el talud que se activan con la presencia de lluvas.

Fuente: Elaboración propia, referencia: estudio de Vulnerabilidades de la carretera Panamencana en Nicaragua

La identificación de los niveles de peligros encontrados servirá, para determinar el nivel de Riesgo de cada peligro encontrado en los tramos de la carretera en estudio.

b) Evaluación de la Vulnerabilidad.

Para continuar con el Análisis de Riesgos (AdR) en el Proyecto de inversión pública (PIP), se deben analizar las condiciones de vulnerabilidad que puede tener el proyecto, considerando los aspectos señalados en la Sección 2.2.4, es decir:

Análisis de la exposición a un peligro determinado, es decir si estaría o está en el área de probable impacto (localización).

Análisis de la fragilidad con la cual se enfrentaría el probable impacto de un peligro, sobre la base de la identificación de los elementos que podrían afectarse y las causas (formas constructivas o diseño, materiales, tecnología).

Análisis de la resiliencia, es decir cuáles son las capacidades disponibles para su recuperación (sociales, financieras, productivas, etc.) y qué alternativas existen para continuar brindando los servicios en condiciones mínimas.

En el cuadro 2.05 se está mostrando el análisis de la vulnerabilidad.

Cuadro 2.05. Identificación del grado de Vulnerabilidad por factores de exposición, fragilidad y resiliencia.

Factor de Vulnerabilidad	Variable	Grado de Vulnerabilidad			
		Baja	Media	Alta	Muy Alta
Exposición.	(A) Localización del proyecto respecto de la condición de peligro				
	(B) Características del terreno				
Fragilidad.	(C) Tipo de construcción				
	(D) Aplicación de normas de construcción				
Resiliencia.	(E) Nivel de organización del contratista.				
	(F) Conocimiento sobre ocurrencia de desastres por parte del contratista.				
	(G) Actitud del contratista frente a la ocurrencia de desastres				
	(H) Existencia de recursos financieros para respuesta ante desastres.				

Fuente: SNIP, pautas para el análisis de riesgos.

Para definir el grado de vulnerabilidad (baja, media, alta, muy alta), el formulador puede utilizar los criterios señalados en los cuadros N° 2.06 y 2.07, según el tipo de Peligro identificado en el tramo de la vía en estudio.

Cuadro 2.06. Propuesta, para definir el grado de vulnerabilidad de deslizamientos y sismos.

Factor de Vulnerabilidad	Variable	Grado de Vulnerabilidad a los Deslizamientos y Sismos.			
		Baja	Media	Alta	Muy Alta
Exposición.	(A) Localización del proyecto respecto de la condición de peligro	Muy alejado > 1 km Este dato solo para deslizamientos	Medianamente cerca 1-0.1 km. Este dato solo para deslizamientos	Cerca 0.1-0.0 km. Este dato solo para deslizamientos	Muy cercana 0.1 - 0 km. Este dato solo para deslizamientos
	(B) Características del terreno	Carreteras ubicadas en terrenos planos o con poca pendiente y baja fuerza hidrodinámica, roca y suelo compacto y seco, alejadas a fallas geológicas, suelos con baja probabilidad de ocurrencia de licuación o suelos colapsables en grandes proporciones, con alta capacidad portante, alejados de barrancos o cerros deleznable	Carreteras ubicadas sobre suelo de calidad intermedia, en laderas estables sin deslizamientos, próximas a fallas geológicas, no expuestas a saturación de agua o movimientos sísmicos muy eventuales	Carreteras ubicadas sobre laderas expuestas a saturación de aguas y a deslizamientos, presencia de rocas fracturadas, con aceleraciones sísmicas considerables, suelos con baja capacidad portante,	Carreteras ubicadas sobre laderas inestables con deslizamientos activos, en laderas sobre expuestas a saturación de agua o en zonas de rocas muy fracturada, amenazados por aludes o avalanchas, suelos colapsables en grandes proporciones (relleno, napa freática alta con turba, material inorgánico) y a movimientos sísmicos frecuentes
Fragilidad.	(C) Tipo de construcción	Carreteras con todas sus estructuras de protección (muros de contención de concreto), con taludes estabilizados y contruidos con adecuada técnica y materiales de alta resistencia a los deslizamientos	Carreteras con todas sus estructuras de protección (muros de contención de concreto), con taludes estabilizados, contruidos sin adecuada técnica constructiva y materiales de mediana resistencia a los deslizamientos	Carreteras con estructuras de protección de material precario sin adecuada técnica constructiva, de baja resistencia a los deslizamientos	Carreteras que no cuentan con estructuras de protección contra los deslizamientos, con angulos en taludes muy por encima de los permitidos por el tipo de suelo que los conforman
	(D) Aplicación de normas de construcción	Cumplimiento estricto de las Normas	Cumplimiento parcial de las Normas.	No cumplimiento de las Normas	Inexistencia de Normas
Resiliencia.	(E) Nivel de organización del contratista	Contratista totalmente organizada	Contratista organizado	Contratista escasamente organizado	Contratista no organizado
	(F) Conocimiento sobre ocurrencia de desastres por parte del contratista	El contratista conoce e inmas del 75% las causas y consecuencias de los desastres	El contratista conoce entre un 25% y el 75% de las causas y consecuencias de los desastres	Conocimiento de las causas y consecuencias de los desastres <25%	Desconocimiento total del contratista sobre las causas y consecuencias de los desastres
	(G) Actitud del contratista frente a la ocurrencia de desastres	Actitud altamente prevsora	Actitud parcialmente prevsora	Actitud escasamente prevsora	Actitud fatalista, conformista y con desidia
	(H) Existencia de recursos financieros para respuesta ante desastres	El contratista cuenta con mecanismos de financiamiento para hacer frente a situaciones de nesgo, para mantener operativos los servicios	Existen algunos mecanismos financieros para enfrentar situaciones de nesgo, manteniendo parcialmente operativos de servicios	Existen mecanismos mínimos financieros para hacer frente a situaciones de riesgo	No existen mecanismos financieros para hacer frente a situaciones de nesgo

Fuente: Adaptado de INDECi, metodología para el análisis de riesgos y SNIP, pautas para el análisis de riesgos.

Cuadro 2.07. Propuesta, para definir el grado de vulnerabilidad de inundaciones por escorrentías y aguas de ríos.

Factor de Vulnerabilidad	Variable	Grado de Vulnerabilidad de Inundaciones por escorrentías o aguas de ríos.			
		Baja	Media	Alta	Muy Alta
Exposición.	(A) Localización del proyecto respecto de la condición de peligro	Escorrentías, alejado de pendientes >0.5km. Por inundación de ríos horizontal >0.5km y vertical >muy por encima del nivel de aguas máximas.	Escorrentías, alejado de pendientes 0.5km a 0.1km. Por inundación de ríos horizontal <0.2-0.1km> y vertical por encima del nivel de aguas máximas.	Escorrentías, alejado de pendientes 100 a 0.0m. Por inundación de ríos horizontal <100-50m > y vertical al nivel de aguas máximas.	Escorrentías, alejado de pendientes 50 a 0.0m. Por inundación de ríos horizontal <50-0.0m > y vertical por debajo del nivel de aguas máximas.
	(B) Características del terreno	Carreteras ubicadas en terrenos planos o con poca pendiente, roca y suelo compacto y seco, con alta capacidad portante, terrenos altos no inundables, alejados de ríos y quebradas o con adecuada defensas ribereñas.	Carreteras ubicadas en suelos de calidad intermedia que se pueden ver afectadas por inundaciones muy esporádicas, con bajo tráfico y velocidad ya que se encuentran en los límites del nivel ocupado por la avenida máximas o en laderas con pendientes del 5 al 10%.	Carreteras en sectores amenazados por inundaciones o escorrentías de aguas en épocas de lluvias, por el desborde de ríos que fluyen con fuerza y poder erosivo, tramos que no cuentan con defensas ribereñas, suelos con baja capacidad portante o en laderas con pendientes entre el 10 al 30%.	Sectores amenazados por aludes o avalanchas, zonas inundables a gran velocidad, con fuerza hidrodinámica y poder erosivo, suelos colapsables en grandes proporciones (relleno, napa freática alta con turba, material inorgánico), el nivel topográfico de la vía se encuentran por debajo del nivel de máximas avenidas, en laderas con pendientes >30%.
Fragilidad.	(C) Tipo de construcción	Carreteras construidas con todas sus estructuras de recolección y evacuación de aguas (zanjas de coronación, cunetas y alcantarillas), con adecuada técnica constructiva, dimensionadas para soportar épocas de precipitaciones extremas y con materiales de alta resistencia a la erosión.	Carreteras construidas con estructuras de recolección y evacuación de aguas (cunetas y alcantarillas), sin adecuada técnica constructiva, y con materiales de mediana resistencia a la erosión.	Carreteras construidas con muy pocas estructuras de recolección y evacuación de aguas (cunetas y alcantarillas), sin adecuada técnica constructiva, y con materiales de precaria resistencia a la erosión.	Carreteras que no cuentan con estructuras de recolección y evacuación.
	(D) Aplicación de normas de construcción	Cumplimiento estricto de las Normas.	Cumplimiento parcial de las Normas.	No cumplimiento de las Normas.	Inexistencia de Normas.
Resiliencia.	(E) Nivel de organización del contratista.	Contratista totalmente organizada.	Contratista organizado.	Contratista escasamente organizado.	Contratista no organizado.
	(F) Conocimiento sobre ocurrencia de desastres por parte del contratista.	El contratista conoce en más del 75% las causas y consecuencias de los desastres.	El contratista conoce entre un 25% y el 75% de las causas y consecuencias de los desastres.	Conocimiento de las causas y consecuencias de los desastres <25%.	Desconocimiento total del contratista sobre las causas y consecuencias de los desastres.
	(G) Actitud del contratista frente a la ocurrencia de desastres.	Actitud altamente previosora.	Actitud parcialmente previosora.	Actitud escasamente previosora.	Actitud fatalista, conformista y con desidia.
	(H) Existencia de recursos financieros para respuesta ante desastres.	El contratista cuenta con mecanismos de financiamiento para hacer frente a situaciones de riesgo, para mantener operativos los servicios.	Existen algunos mecanismos financieros para enfrentar situaciones de riesgo, manteniendo parcialmente operativos de servicios.	Existen mecanismos mínimos financieros para hacer frente a situaciones de riesgo.	No existen mecanismos financieros para hacer frente a situaciones de riesgo.

Fuente: Adaptado de INDECI, metodología para el análisis de riesgos y SNIP, pautas para el análisis de riesgos.

Finalmente, para interpretar los resultados del cuadro 2.05, se utilizarán los lineamientos que se presentan en el cuadro 2.08.

Cuadro 2.08. Lineamientos para interpretación de resultados del cuadro 2.05. Decisiones sobre los resultados del cuadro 2.06 y 2.07.

<p>El objetivo del formato N3 es definir el grado de vulnerabilidad que enfrenta el proyecto, a través de una valoración de sus condiciones de exposición, fragilidad y resiliencia. Al respecto, el análisis es el siguiente</p> <p>(I). Si por lo menos alguna variable de exposición presenta vulnerabilidad Alta y por lo menos alguna variable de fragilidad o resiliencia presenta vulnerabilidad Alta o Media (y las demás variables un grado menor), entonces, el proyecto enfrenta VULNERABILIDAD ALTA.</p> <p>(II). Si por lo menos alguna variable de exposición presenta Vulnerabilidad Alta y todas las variables de fragilidad o resiliencia presenta vulnerabilidad Baja, entonces el proyecto enfrenta Vulnerabilidad MEDIA.</p> <p>(III). Si todas las variables de exposición enfrentan Vulnerabilidad Media y por lo menos alguna de las variables de fragilidad o resiliencia presentan vulnerabilidad Alta (y las demás de grado menor), entonces, el proyecto enfrenta VULNERABILIDAD ALTA.</p> <p>(IV). Si todas las variables de exposición presentan Vulnerabilidad Media y por lo menos alguna de las variables de Fragilidad o resiliencia presentan Vulnerabilidad Media (y las demás un grado menor), entonces, el proyecto enfrenta VULNERABILIDAD MEDIA.</p> <p>(V). Si todas las variables de exposición presentan Vulnerabilidad Media y todas las variables de fragilidad o resiliencia presentan Vulnerabilidad Baja, entonces, el proyecto enfrenta VULNERABILIDAD MEDIA.</p> <p>(VI). Si todas las variables de exposición presentan Vulnerabilidad Baja y por lo menos alguna de las variables de fragilidad o resiliencia presentan Vulnerabilidad Alta (y las demás un grado menor), entonces, el proyecto enfrenta VULNERABILIDAD MEDIA.</p> <p>(VII). Si todas las variables de exposición presentan Vulnerabilidad Baja y todas las variables de fragilidad o resiliencia presentan Vulnerabilidad Media o Baja (y ninguna Vulnerabilidad Alta), entonces, el proyecto enfrenta VULNERABILIDAD BAJA.</p>

Fuente: SNIP, pautas para el análisis de riesgos

Esto implica que del análisis de las variables que explican la exposición, fragilidad y resiliencia del proyecto, se define el grado de vulnerabilidad del proyecto (muy alto, alto, medio, bajo), lo cual servirá para definir el grado de riesgo.

c) Cálculo del riesgo.

Una vez identificado los peligros (P) a la que está expuesta la carretera y realizado el análisis de vulnerabilidad (V), se procede a una evaluación conjunta, para calcular el riesgo (R), es decir estimar la probabilidad de pérdidas y daños esperados (personas, bienes materiales, recursos económicos) ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural o tecnológico.

Existen diversos criterios o métodos para el cálculo del riesgo, por un lado, el analítico o matemático; y por otro, el descriptivo.

El criterio analítico, se basa fundamentalmente en la aplicación o el uso de la ecuación siguiente:

$$R = P \times V$$

Dicha ecuación es la referencia básica para la estimación del riesgo, donde cada una de las variables: Peligro (P), Vulnerabilidad (V) y, consecuentemente, Riesgo (R), se expresan en términos de probabilidad, este criterio sólo se menciona, por cuanto no es de uso práctico para el cálculo del riesgo.

El criterio descriptivo, se basa en el uso de una matriz de doble entrada: "Matriz de Peligro y Vulnerabilidad" (cuadro N° 2.09). Para tal efecto, se requiere que previamente se hayan determinado los niveles de forma descriptiva de los peligros identificados y del análisis de vulnerabilidad, respectivamente. En la intersección de ambos valores se podrá estimar el nivel de riesgo esperado, en el caso del presente informe este criterio solo se aplica, para los peligros naturales o socionaturales, ya que para determinar el nivel de riesgos de "accidentes por las características geométricas de la vía", se hará uso del cuadro 2.10.

La calificación de los riesgos, será igual que a las variables que lo conforman, el Peligro y Vulnerabilidad y se medirá como: Bajo, Medio, Alto y Muy Alto.

Cuadro 2.09. Matriz de Peligro y Vulnerabilidad.

Peligro Muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

LEYENDA:

- Riesgo Bajo (< de 25%)
- Riesgo Medio (26% al 50%)
- Riesgo Alto (51% al 75%)
- Riesgo Muy Alto (76% al 100%)

Fuente: INDECI.

GESTION DE RIESGOS DE DESASTRES. CARRETERA CAÑETE – CHUPACA, ANALISIS DE RIESGOS APLICADO AL TRAMO DEL Km. 114+000 AL Km. 129+000.

Rodríguez Portocarrero, Hugo Antonio

En el cuadro 2.10, el nivel de riesgos se medirá en función a las deficiencias geométricas y de señalización de la carretera, también se toma en cuenta la topografía del terreno que atraviesa la vía.

Cuadro 2.10. Propuesta para medir el nivel de riesgos de accidentes por las características geométricas de la vía.

NIVEL DE RIESGOS	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Accidentes por mala geometría de la vía.	Anchos de la vía para tramos de un solo carril igual a 4.00m, con plazuelas de cruce en tangente cada 500m, en tramos de poca visibilidad y en curvas cerradas, bermas para tránsito de peatones mínimo de 0.50m a todo el largo de la carretera y con radios mínimos de curvatura de 22, 8 y 4m, para velocidades directrices de 30, 20 y 15 km/h, haci como elementos de señalización y seguridad vial, topografía plana de la vía.	Anchos de la vía para tramos de un solo carril igual a 3.50m, con plazuelas de cruce solo en tangente cada 500m, bermas para tránsito de peatones mínimo de 0.50m solo al lado opuesto del talud de corte y con radios mínimos de curvatura de 22, 8 y 4m, para velocidades directrices de 30, 20 y 15 km/h, cuenta con elementos de señalización mas no con elementos de seguridad vial, topografía semiplana de la vía.	Anchos de la vía para tramos de un solo carril igual a 3.00m, con plazuelas de cruce solo en tangente cada 500m, no cuenta con bermas, para tránsito de peatones, no cuenta con elementos de señalización y seguridad vial, topografía accidentada con barrancos profundos.	Anchos de la vía para tramos de un solo carril igual a 2.50m, sin plazuelas de cruce, no cuenta con bermas, para tránsito de peatones y no cuenta con elementos de señalización y seguridad vial, topografía muy accidentada, curvas cerradas en barrancos profundos.

Fuente: Elaboración propia, referencia manual de diseño geométrico para carreteras de bajo volumen de tránsito del MTC.

En función a estos criterios y cuadros (2.09 y 2.10) se determinará el cálculo del riesgo, formando parte del presente informe.

2.4.3. Mapas de Peligros, Vulnerabilidades y Riesgos.

Los mapas constituyen el método más efectivo de presentar la información referente a la peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo de una zona o región, y deben ser usados por planificadores, ingenieros o técnicos encargados de las labores de emergencia. Los trabajos de cartografía tienen por finalidad dividir el territorio en zonas o unidades con diferentes grados de peligro, vulnerabilidad o riesgo potencial, Cada uno de ellos se obtiene del conocimiento y análisis de los peligros encontrados.

En el cuadro 2.11 se describen los 03 tipos de mapas, indicando que es lo que contienen y la metodología, que viene hacer todo lo desarrollado en acápite 2.4.1 y 2.4.2.

Cuadro 2.11: Tipos de mapas y sus contenidos.

Tipo de mapa	Contenido	Metodología
Peligrosidad	Zonas con diferente grado de peligrosidad	Análisis de los factores desencadenantes. Predicción espacial y temporal de la ocurrencia de los procesos.
Vulnerabilidad	Localización espacial de los elementos o zonas con diferente grado de vulnerabilidad.	Identificación de los elementos expuestos. Evaluación de vulnerabilidad.
Riesgo	Zonificación del territorio en base al riesgo o grado de riesgo.	Evaluación de pérdidas debidas a un proceso determinado.

Fuente: Elaboración propia.

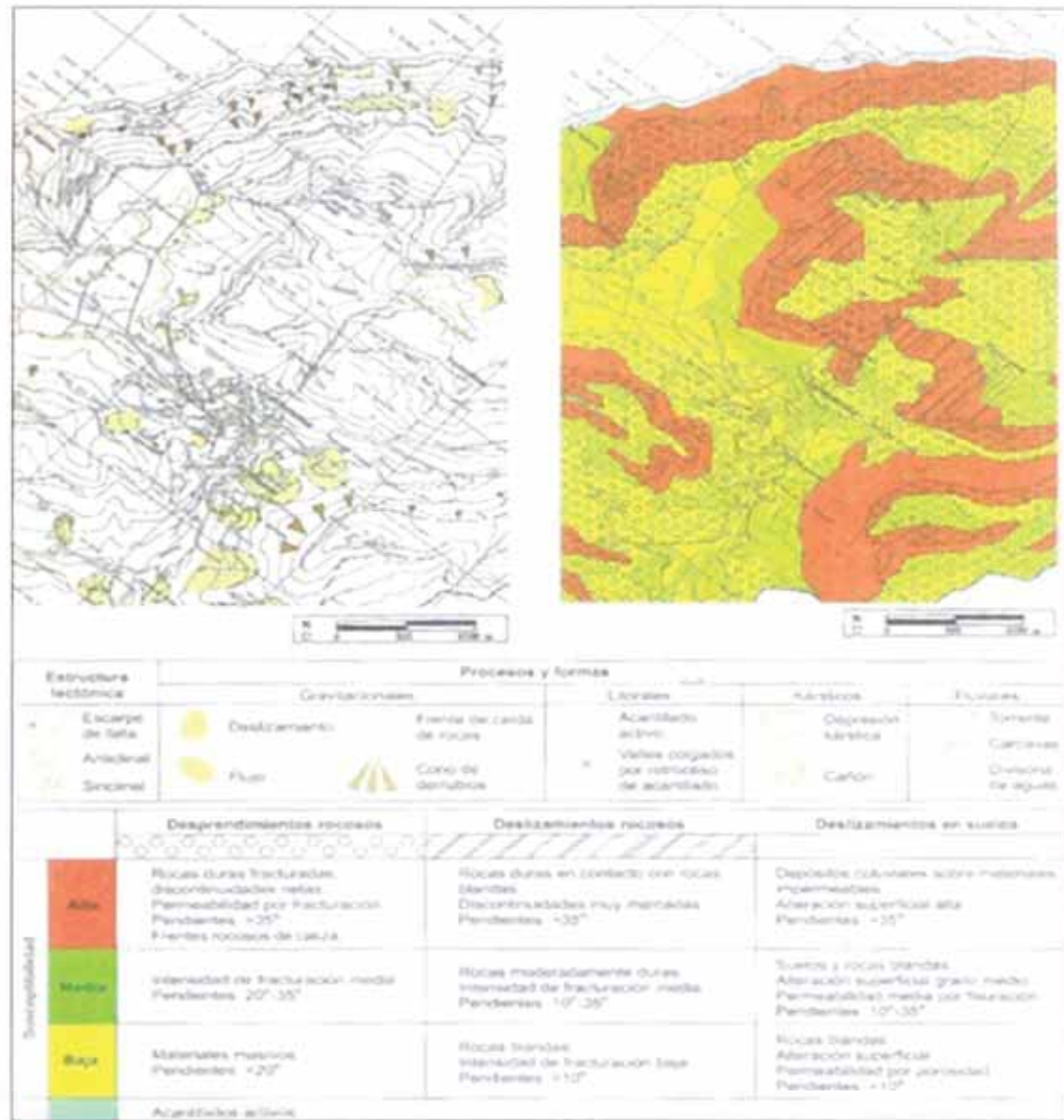
Zonificación.

Del conjunto de peligros identificados en la carretera, para efectos de la zonificación de estos, se ha dado énfasis cuatro de ellos: inundaciones (flujo de río y escorrentías), sismos, deslizamientos y geometría de la vía.

A partir del análisis e identificación de los peligros, es factible definir o delimitar áreas de mayor o menor incidencia mediante el uso de tecnologías como la percepción remota (uso y manejo de imágenes de satélite), el sistema de posicionamiento global (GPS), los sistemas de información geográfica (SIG) y los manejadores de base de datos. La consideración de todos estos elementos permite establecer una zonificación de los peligros con miras a una adecuada planificación del territorio. Para poder aplicar adecuadamente cualquiera de estas tecnologías es necesario hacer un levantamiento de información que tomaría por lo menos 01 mes de trabajo en campo, lo cual no sería factible dado las condiciones del cronograma de actividades y duración del curso de titulación; por lo que se optó por otra técnica muy aplicada, que es el levantamiento de información y zonificación de manera visual

Para la zonificación y calificación por grados de los mapas de peligros, vulnerabilidades y riesgos del tramo de carretera en estudio, lo que hacemos es trasladar todo lo obtenido del procesamiento de las fichas de campo, al plano topográfico de la vía, la calificación por grados se representan en colores los cuales expresan de forma cualitativa (muy alta, alta, media y baja) el peligro, la vulnerabilidad y riesgo. En la figura siguiente se muestra un modelo de mapa de peligros.

Figura 2.18: Modelo de Mapa de Peligros.



Fuente: Ingeniería Geológica, Ing. Luis Gonzales Vallejos

CAPÍTULO III

TRABAJO DE

CAMPO

3.1. TOMA DE DATOS EN CAMPO.

3.1.1. Coordinación y reconocimiento.

Una vez que el equipo de trabajo se encuentre en el lugar o tramo de carretera donde se ejecutará el levantamiento de la información de campo, los integrantes del grupo conjuntamente con el asesor de tesis, se reúnen, para establecer las primeras coordinaciones de cómo se llevara a cabo el trabajo, el objetivo principal de la visita es la identificación de los peligros y vulnerabilidades del tramo a evaluar que comienza en el km.114+000 al Km.129+000 haciendo un total de 15.00 kilómetros, donde a cada integrante le corresponde hacer la toma de datos de 3.00km, luego de dicha coordinación, se realizará de forma grupal el reconocimiento al tramo en estudio.

3.1.2. Identificación y caracterización de peligros.

Esta es la actividad principal del Trabajo de Campo, donde los integrantes del grupo de trabajo se encargarán de:

- a) Identificar, ubicar y delimitar las progresivas donde se presenta el peligro, en algunos casos su origen y el posible impacto, toda la toma de datos se hizo de manera visual, no contamos con planos de la vía ya que no cuenta con ello, tampoco con equipos topográficos.
- b) Se hace una descripción de los efectos, directa o indirectamente, por el peligro o la amenaza a presentarse.
- c) La identificación del peligro constituye uno de los pasos más complejos y se debe considerar las características físicas de la zona, tales como: precipitaciones, características geológicas, hidrogeológicas, pendiente, localización de corrientes de aguas superficiales, subterráneas, características de suelos, obras públicas, etc.
- d) Observar y recopilar información del entorno, con la ayuda de formatos o fichas adecuadas como la que se muestra (Ficha de Análisis de Amenazas), que permita describir y caracterizar, con más detalles, el peligro, obteniéndose información de carácter general como:

-
- Tipo de peligros;
 - Causas de ocurrencia;
 - Estacionalidad: en que época del año se presenta;
 - Longitud de carretera afectada, teniendo en cuenta los siguientes parámetros: geología, hidrología y medio ambiente.

e) Así mismo información específica, por tipo de peligro, como:

i) Inundación.

- Zonificación de la cuenca hidrográfica: Cuenca alta, media y baja y relación con el peligro.
- Establecer los niveles de superficie del río: Nivel normal, mínimo y máximo.
- Análisis de las crecidas o avenidas máximas.
- Determinación de las avenidas máximas probables.
- Tiempo de recurrencia de las avenidas o crecidas.
- Intensidad de precipitaciones en la zona, reportes, etc.
- Turbidez del agua.

ii) Deslizamiento y Derrumbes.

- Características de roca y suelo, dimensiones y agrietamientos.
- Pendiente de terreno.
- Humedad del suelo.
- Descripción del fenómeno: Características del movimiento de masas, como Magnitud (tamaño), intensidad, geometría, forma y propiedades físicas relevantes. Así mismo se describen las evidencias de movimientos de masa y se infiere los posibles efectos secundarios del deslizamiento en actividad.

3.1.3. Identificación y caracterización de las vulnerabilidades.

Esta es otra de las actividades que se realiza en forma simultánea y paralela a la identificación del peligro, la misma que debe estar a cargo de un especialista en, quienes desarrollarán las acciones siguientes:




- a. Para el efecto, se debe contar con los cuadros o formatos para hacer una evaluación de la vulnerabilidad, en base al modelo de ficha que se presenta (Ficha de Análisis de Amenazas).
- b. En la ficha se anotara la información de la exposición, fragilidad y resiliencia de la carretera, que es la estructura de la cual tenemos que analizar su vulnerabilidad.
- c. Como fragilidad, se realizará una descripción física de la zona determinando las características de la carretera (calidad constructiva) y los materiales usados en la ejecución de la misma.
- d. Como Exposición, se realizará una descripción de la ubicación de la carretera en la zona del peligro y características del terreno como: capacidad portante, sismicidad, terrenos en pendientes o planos, vegetación, etc.
- e. Como Resiliencia, se tendrá que ver las organizaciones de las instituciones encargadas del mantenimiento de la vía ante la ocurrencia de peligros y la organización y conocimiento de cómo reaccionar de las comunidades aledañas a la vía.
- f. Las fotografías serán de mucha importancia y utilidad, para la presentación y procesamiento de las fichas de amenazas.

3.2. ANALISIS DE LA INFORMACION EXISTENTE.

Luego de la visita de campo, el equipo de trabajo se encargará de analizar, evaluar y obtener resultados, así como la sistematización e identificación de los peligros, vulnerabilidades y riesgos, los niveles que se muestran en la ficha fueron analizados de acuerdo a la metodología del capítulo II, en las fichas también se incluyen la selección de las principales fotos por cada tramo, que aportan valiosa información, para identificar las condiciones o características del terreno, como pendientes, rocas fracturadas, rocas suelta y la conformación de la misma matriz de los suelos que conforman los taludes; también se puede ver las distancias que existen entre la plataforma de la vía y el curso del río.

En la siguiente figura se puede ver la información que se recolecta en las fichas de campo.

Figura 3.01: Modelo de ficha de campo.

FICHA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS																											
GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES. APLICACIÓN A LA CARRETERA CAÑETE – LUNAHUANÁ: TRAMO KM 114+000 AL KM 129+000. ANALISIS DE RIESGOS.																											
UBICACIÓN:	KM 120+000 al 120+150	FECHA:	27/11/2010																								
Descripción del tramo: En el tramo 120+000 al 120+150 encontramos suelo con presencia de roca suelta en el talud superior y en el talud inferior material producto de deslizamientos anteriores, no hay presencia de vegetación.																											
FOTO N° 1: DESLIZAMIENTOS, deslizamiento de la plataforma por socavación del talud inferior.																											
	IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS																										
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">NOMBRE</th> <th style="width: 35%;">DESCRIPCIÓN</th> <th style="width: 20%;">EFECTOS DIRECTOS</th> <th style="width: 30%;">EFECTOS INDIRECTOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>DESLIZAMIENTOS</td> <td>Las aguas que circulan por el talud inferior en épocas de lluvias y la erosión de las aguas del río en el parte inferior del talud</td> <td>Daños en el del tramo de carretera</td> <td>Interrupción y mayores costos en mantenimiento de la vía</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>INUNDACIONES</td> <td>No hay de sistema de drenaje que evacúe las aguas en periodos de lluvias</td> <td>El agua fluirá por la calzada erosionando la capa asfáltica</td> <td>Mayores costos en mantenimiento de la superficie de rodadura</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	EFECTOS DIRECTOS	EFECTOS INDIRECTOS	1	DESLIZAMIENTOS	Las aguas que circulan por el talud inferior en épocas de lluvias y la erosión de las aguas del río en el parte inferior del talud	Daños en el del tramo de carretera	Interrupción y mayores costos en mantenimiento de la vía	2	INUNDACIONES	No hay de sistema de drenaje que evacúe las aguas en periodos de lluvias	El agua fluirá por la calzada erosionando la capa asfáltica	Mayores costos en mantenimiento de la superficie de rodadura	3					4						
NOMBRE	DESCRIPCIÓN	EFECTOS DIRECTOS	EFECTOS INDIRECTOS																								
1	DESLIZAMIENTOS	Las aguas que circulan por el talud inferior en épocas de lluvias y la erosión de las aguas del río en el parte inferior del talud	Daños en el del tramo de carretera	Interrupción y mayores costos en mantenimiento de la vía																							
2	INUNDACIONES	No hay de sistema de drenaje que evacúe las aguas en periodos de lluvias	El agua fluirá por la calzada erosionando la capa asfáltica	Mayores costos en mantenimiento de la superficie de rodadura																							
3																											
4																											
	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD																										
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">NOMBRE</th> <th style="width: 30%;">EXPOSICIÓN</th> <th style="width: 25%;">FRAGILIDAD</th> <th style="width: 30%;">RESILIENCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>DESLIZAMIENTOS</td> <td>Tramo de la carretera ubicada en pendientes inestables, propensas a erosión de la plataforma por el socavamiento del talud inferior. Además de vehículos, personas, productos en tránsito por el tramo</td> <td>Materiales de la vía que no garantizan una estructura rígida, debido a su diseño. También no se ha considerado medidas estructurales que controlen el probable impacto de deslizamientos</td> <td>No existen tramos alternativos, no hay cerca equipos de rehabilitación ni establecimientos de salud</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>INUNDACIONES</td> <td>La calzada se encuentra junto al área por donde discurren las aguas de escorrentía</td> <td>La capa asfáltica tiene 0 mm de espesor y es fácilmente erosionable y no se han considerado estructuras de evacuación de aguas</td> <td>La vía está bajo constante mantenimiento por niveles de servicio</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	NOMBRE	EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD	RESILIENCIA	1	DESLIZAMIENTOS	Tramo de la carretera ubicada en pendientes inestables, propensas a erosión de la plataforma por el socavamiento del talud inferior. Además de vehículos, personas, productos en tránsito por el tramo	Materiales de la vía que no garantizan una estructura rígida, debido a su diseño. También no se ha considerado medidas estructurales que controlen el probable impacto de deslizamientos	No existen tramos alternativos, no hay cerca equipos de rehabilitación ni establecimientos de salud	2	INUNDACIONES	La calzada se encuentra junto al área por donde discurren las aguas de escorrentía	La capa asfáltica tiene 0 mm de espesor y es fácilmente erosionable y no se han considerado estructuras de evacuación de aguas	La vía está bajo constante mantenimiento por niveles de servicio	3											
NOMBRE	EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD	RESILIENCIA																								
1	DESLIZAMIENTOS	Tramo de la carretera ubicada en pendientes inestables, propensas a erosión de la plataforma por el socavamiento del talud inferior. Además de vehículos, personas, productos en tránsito por el tramo	Materiales de la vía que no garantizan una estructura rígida, debido a su diseño. También no se ha considerado medidas estructurales que controlen el probable impacto de deslizamientos	No existen tramos alternativos, no hay cerca equipos de rehabilitación ni establecimientos de salud																							
2	INUNDACIONES	La calzada se encuentra junto al área por donde discurren las aguas de escorrentía	La capa asfáltica tiene 0 mm de espesor y es fácilmente erosionable y no se han considerado estructuras de evacuación de aguas	La vía está bajo constante mantenimiento por niveles de servicio																							
3																											
	ANÁLISIS DE RIESGOS																										
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">DAÑO PRINCIPAL</th> <th style="width: 20%;">GRADO DE AMENAZA</th> <th style="width: 20%;">GRADO DE VULNERABILIDAD</th> <th style="width: 40%;">NIVEL DE RIESGO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>CALZADA</td> <td style="text-align: center;">ALTA</td> <td style="text-align: center;">ALTA</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>CALZADA</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTA</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	DAÑO PRINCIPAL	GRADO DE AMENAZA	GRADO DE VULNERABILIDAD	NIVEL DE RIESGO	1	CALZADA	ALTA	ALTA	ALTO	2	CALZADA	MEDIO	ALTA	MEDIO	3					4						
DAÑO PRINCIPAL	GRADO DE AMENAZA	GRADO DE VULNERABILIDAD	NIVEL DE RIESGO																								
1	CALZADA	ALTA	ALTA	ALTO																							
2	CALZADA	MEDIO	ALTA	MEDIO																							
3																											
4																											
ACCIONES RECOMENDADAS																											

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV

APLICACIÓN DE LA

METODOLOGIA

ALTRAMO EN

ESTUDIO

4.1. CARACTERIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO.

4.1.1. Ubicación geográfica.

El proyecto se encuentra ubicado entre Lima y Junín y su ámbito de desarrollo entre las provincias de Cañete, Yauyos (Lima) y Concepción -Chupaca (Junín), en la figura 4.01 se muestra la ubicación del proyecto.

Cañete.-Es una ciudad de la costa central del Perú, capital del distrito de Cañete, provincia de Cañete, Departamento de Lima, ubicado a Orillas del río Cañete, a 144km al Sur de Lima, tiene una altitud de 40.00 msnm. tiene una población de 160,598 habitantes.

Yauyos.-Capital de la provincia de Yauyos en la cuenca del río cañete, departamento de Lima, altitud de 2800.00msnm, tiene una población de 27,501 habitantes.

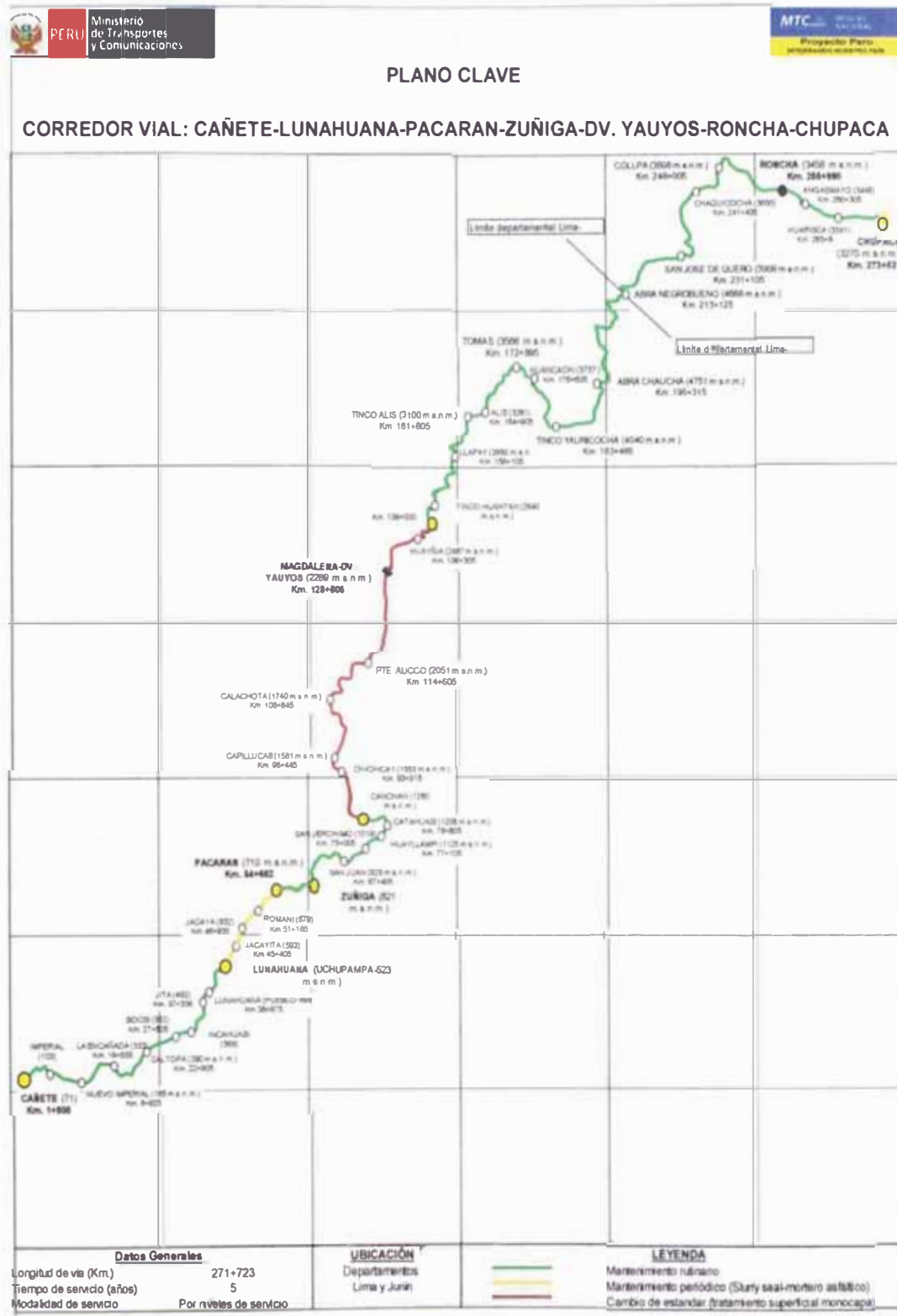
Chupaca.-Es una provincia del departamento de Junín, limita al norte con la provincia de Concepción, al este con la provincia de Huancayo, al Sur con el departamento de Huancavelica y al Oeste con el departamento de Lima, se encuentra travesado por el río Cunas, tiene una altitud de 3263.00msnm y a 297.00km de Lima, tiene una población 57,000 habitantes.

Figura 4.01: Mapa de ubicación.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.02: Plano vista en planta de la vía Cañete-Yauyos-Chupaca.

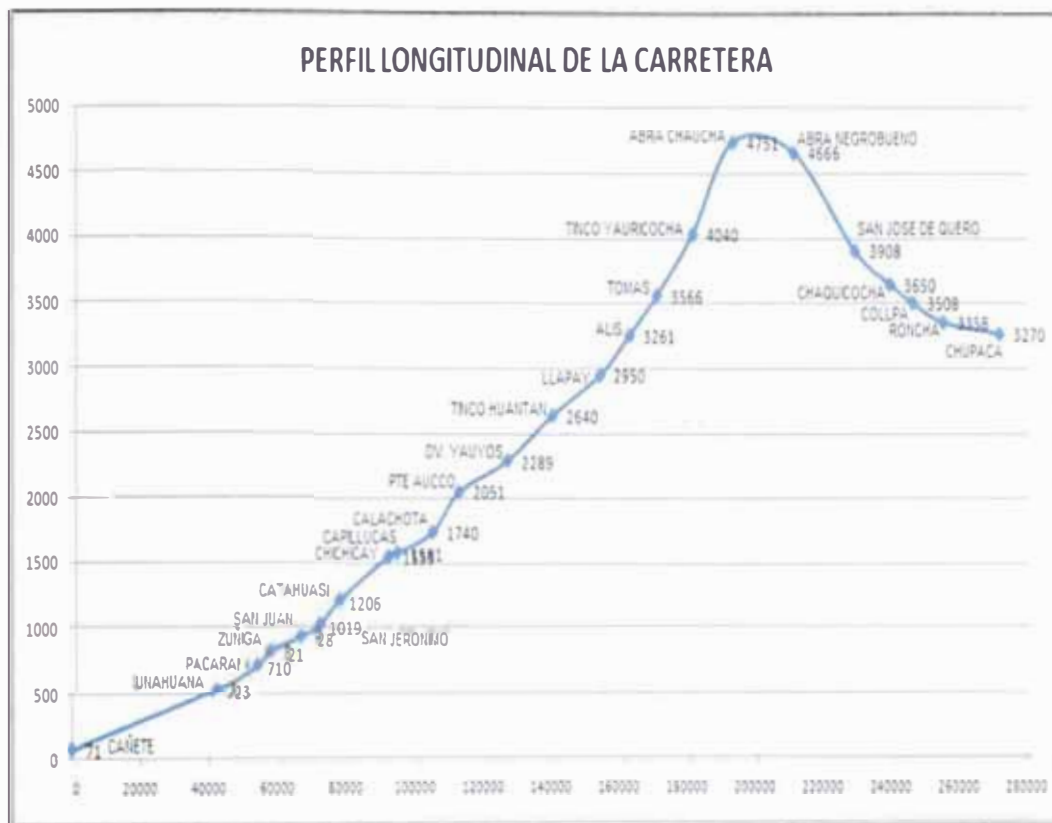


Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras

GESTION DE RIESGOS DE DESASTRES. CARRETERA CAÑETE – CHUPACA , ANALISIS DE RIESGOS APLICADO AL TRAMO DEL Km. 114+000 AL Km. 129+000.

En la figura 4.02 se puede ver la ubicación por progresivas de las distintas localidades que están comprendidas a todo el largo de la carretera, en la figura 4.03 se muestra las altitudes por las que atraviesa la vía llegando a pasar por el nivel 4751msnm.

Figura 4.03: Perfil longitudinal de la vía Cañete-Yauyos-Chupaca.



Fuente: Consorcio Gestion de carreteras

El tramo en estudio se encuentra entre las progresivas 114+000 al 129+000, el cual pertenece a la cuenca del rio Cañete, a continuación se desarrolla algunos puntos que tienen que ver justamente con las provincias de Cañete y Yauyos, en las cuales se encuentra involucrado el tramo de vía en estudio.

Teniendo como fuente a la dirección de aguas y suelos del INRENA y la Administración Técnica del Distrito de Riego de Mala-Omas-Cañete (ATDR) se desarrolla la accesibilidad, demografía, medio físico, precipitación y aspectos económicos de las provincias de Yauyos y Cañete.

4.1.2. Accesibilidad

La vía de comunicación de mayor importancia es la Panamericana Sur (Primer Orden), que intercepta al valle de Cañete en las progresivas Km. 125.5 y Km. 160.0. A través de esta vía se efectúa la intercomunicación de la cuenca con las ciudades de Lima (148.5 Km), hacia el norte, e Ica, hacia el Sur. Mediante esta vía se accede a otros distritos costeros como San Luis, Cerro Azul y Mala, entre otros.

4.1.3. Demografía.

Se aprecia que, a nivel global de provincias, las tasas de crecimiento poblacional son crecientes para las zonas urbanas, de 2.85% para Cañete y 2.76% para Yauyos; en el caso de la evolución poblacional rural de la provincia de Cañete se observa una tasa creciente del orden de 1.26% y para Yauyos de 1.21%. A nivel general la provincia de Yauyos posee una mayor tasa de crecimiento respecto a Cañete. Actualmente Cañete cuenta una población de 160,598 habitantes y Yauyos tiene una población de 27,501 habitantes.

4.1.4. Medio Físico.

a. Clima

La provincia de Cañete tiene un clima dominante de tipo muy seco y semicálido, con temperaturas promedio de 19.7 °C. El clima en el área de estudio es variado, de acuerdo a la ubicación de cada una de las ciudades; Yauyos ofrece al viajero un clima templado: cálido en el día y frío en la noche. La temperatura máxima es de 28 °C, mientras que la mínima es de 16 °C. La temporada de lluvias es entre los meses de enero y marzo.

b. Geología

Originalmente el área de estudio fue una gran cuenca de sedimentación en donde se depositaron unidades litológicas de orígenes marino y continental. Existen rocas sedimentarias e ígneas cuyas edades abarcan desde el jurásico inferior hasta el cuaternario reciente. Las formaciones sedimentarias más antiguas afloran principalmente en el sector más alto de la cuenca y se disponen en franjas que siguen una orientación general, paralela a la Cordillera de los

Andes. Los depósitos más recientes ocurren en la franja Costanera. La secuencia estratigráfica de la zona está conformada de la siguiente manera:

c. Hidrología

Las escorrentías de la cuenca del río Cañete se originan como consecuencia de las precipitaciones pluviales estacionarias que se suscitan en la cuenca alta y el deshielo de los nevados por encima de los 3 500 m.s.n.m.; situado sobre la divisoria con la cuenca del río Mala, los numerosos glaciales y lagunas ubicados en la naciente de la cuenca permite que el río Cañete mantenga un caudal relativamente alto hasta en épocas de estiaje, llevando agua durante todo el año al mar.

Este río presenta un régimen irregular y de carácter torrentoso, con marcadas diferencias entre sus parámetros extremos, históricamente registra dos descargas máximas: en 1932, registro una descarga máxima de 850 m³/seg, y una mínima de 5.80 m³/seg, con una media anual de 50.71 m³/seg.

d. Precipitación

Según los registros de precipitación total mensual, las zonas con mayor precipitación son: Tanta y Yauricocha (con altitudes que promedian los 4500 msnm) y con precipitación total anual de 993.3 mm y 989.6 mm respectivamente. Huangascar y Yauyos que tienen una precipitación total anual de 282.5 mm y 281.2 mm. Las estaciones que registran menor lluvia, concordantes con una menor ubicación altitudinal, que varía entre los 150 y 1370 msnm, son Cañete (7.8 mm), Pacarán (13 mm) y Catahuasi (24.8 mm).

En el cuadro N°4.01, se puede ver como varia las precipitaciones mensual y anual en las distintas localidades de la cuenca del río Cañete, este cuadro también nos permite por la ubicación y la altitud aproximada que ya conocemos, tomar como referencia a la estación de Yauyos, para determinar la variación aproximada de la precipitación mensual y el promedio anual del tramo en estudio.

Cuadro N°4.01: Precipitación total mensual y anual cuenca del rio Cañete.

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL COMPLETA Y CONSISTENTE (mm) - Año Promedio Histórico 1964 -2000														
ESTACION	ALTITUD msnm	AÑO PROMEDIO												TOTAL ANUAL
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
VILCA	3816.0	151.7	156.9	134.0	61.5	19.0	8.7	7.8	13.5	26.6	49.3	57.4	88.4	774.8
HUANGASCAR	2556.0	63.5	77.3	89.1	17.8	0.7	0.2	0.0	0.4	0.5	2.6	5.3	25.1	282.5
HUANTAN	3272.0	120.2	121.9	122.9	28.4	11.2	0.0	0.8	0.4	4.4	17.1	16.9	69.9	514.2
CARANIA	3825.0	132.4	128.7	138.8	52.6	20.1	9.4	6.7	7.7	15.9	33.8	37.8	87.2	671.1
COLONIA	3379.0	85.9	105.4	127.6	25.6	2.2	0.3	0.5	0.5	3.2	15.1	16.9	80.3	463.5
TANTA	4505.0	172.2	167.8	174.3	104.7	27.2	10.0	12.0	11.4	31.5	67.9	92.9	121.3	993.3
YAUYS	2290.0	59.5	68.0	68.6	13.5	3.2	0.3	0.1	0.9	2.1	12.6	17.9	34.5	281.2
YAUICOCHA	4522.0	160.5	165.8	174.9	94.1	22.5	12.3	12.1	19.8	34.5	82.6	73.9	136.6	989.6
CAÑETE	150.0	0.2	0.3	0.1	0.0	1.0	0.9	1.2	1.9	0.8	0.7	0.4	0.3	7.8
PACARAN	700.0	3.7	2.7	3.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.7	0.0	1.7	13.0
SIRIA	3680.0	107.1	92.5	163.7	35.2	10.0	7.4	7.4	22.9	42.4	59.9	43.2	97.5	689.3
SUNCA	3845.0	120.4	104.9	166.8	52.8	15.0	3.0	9.4	8.9	34.0	62.1	58.6	88.9	724.7
CATAHUASI	1369.0	6.4	8.2	2.3	2.0	0.1	0.1	0.1	0.1	1.7	1.2	1.7	0.9	24.8
YAUICOCHA (1)	4375.0	132.2	147.4	169.4	87.1	23.7	10.9	11.6	15.8	45.0	82.9	75.0	107.4	908.4

Fuente. INRENA

4.1.5. Aspectos Económicos.

a. Agricultura - ganadería

El sector agrícola y ganadero constituye el pilar de sostenimiento económico para las provincias de Cañete y Yauyos. En la provincia de Cañete, la producción de cultivos compuesta principalmente por algodón, maíz amarillo, camote y vid es próspera por el sistema de riego. Recientemente, la producción de espárragos se ha extendido. Los productos agrícolas de la provincia juegan un rol importante en el mercado mayorista del área de Lima Metropolitana.

Las actividades económicas de la Provincia de Yauyos están totalmente concentradas en el sector primario que representan el 76.6% de la PEA en 1993. No obstante, a diferencia de la Provincia de Cañete, la importancia del sector agrícola (producción de cultivos) se redujo y; por el contrario, los sectores ganadero y minero contribuyeron sustancialmente a la economía regional.

b. Turismo

El turismo en la cuenca del río Cañete no reviste mayor importancia desde el punto de vista económico, muy a pesar que la cuenca tiene recursos gran de valor orientados al turismo científico como de esparcimiento y ecológico, tales como ruinas arqueológicas (Ñaupahuasi, Huashuaao, Tupina Chaca, Turpa, etc.), aguas termales en Ocro (Distrito de Yauyos), lagos y lagunas naturales, cataratas, vista panorámica del valle, etc. La escasez de medios de transporte junto con la ausencia de instalaciones de hospedaje adecuadas y otras infraestructura han limitado el desarrollo del turismo en esta área de la cuenca.

La localidad de Lunahuaná que se ubica a solo 02 horas y media de Lima, teniendo como vía de conexión una carretera pavimentada en muy buenas condiciones, representa un importante atractivo para los turistas de Lima Metropolitana, de otros departamentos del país y de países extranjeros, dada su situación geográfica dentro de la cuenca, brinda a los turistas oportunidades para disfrutar los deportes de aventura en el río como canotaje; para lo cual se tienen desarrollados en el área los servicios de transporte, hospedaje y alimentación.

c. Energía

También es importante señalar que recientemente se ha interconectado al sistema energético nacional la central hidroeléctrica de "El Platanal", la cual contribuirá con más de 200 Megas de energía y tendrá un importante aporte en impuestos a las localidades aledañas de la zona.

4.2 ANALISIS DE RIESGOS.

La aplicación de la metodología adoptada para nuestro análisis de riesgos, estará enmarcado en los parámetros o políticas que el proyecto Perú tiene, para las carreteras de bajo volumen de tránsito, que como característica principal tiene no modificar la geometría de la vía, como ejemplo aplicativo y con el cual se detallaran todos los pasos que se siguen para determinar el riesgo de peligros naturales o siconaturales, se ha escogido a la amenaza N° 02 de las fichas de campo que se identifico entre las progresivas 120+000 al 120+400.

El primer paso en un análisis de riesgos es la identificación de peligros, en este tramo se encontraron cuatro tipos de peligros naturales o siconaturales: Deslizamientos, sismos, Inundaciones por escorrentías de aguas del talud superior y flujo de río; en estos peligros los principales eventos causantes, para que se manifiesten son la ocurrencia de sismos (referencia la figura 2.07) y presencia de precipitaciones teniendo como referencia la figura el cuadro 4.01, también está presente otro factor latente, que es la deficiencia de la geometría de la vía, el cual es un factor permanente debido a la no consideración de los parámetros geométricos como: anchos mínimos, sobreeanchos, peraltes y radios mínimos en las curvas, pendientes verticales, los cuales ya se encuentran establecidos en los manuales, para carreteras de bajo volumen de tránsito (CBVT), este factor solo se medirá a nivel de riesgo, contribuyen a este tipo de riesgos la falta de elementos de señalización y seguridad vial.

El siguiente paso es el análisis de la vulnerabilidad, para esto se medirá o evaluará la exposición al peligro, donde se tiene en cuenta la localización o ubicación del proyecto respecto a la condición del peligro y las características del terreno; la fragilidad evalúa el tipo de materiales usados en la ejecución del proyecto y la aplicación de las normas de construcción, para terminar evaluando la resiliencia, que mide principalmente la capacidad de organización y respuesta que tiene la institución o empresa responsable ante la ocurrencia de peligros, para lo cual será determinante los sistemas de comunicación, ubicación de comisarías y centros de atención médica.

Se presenta la ficha de toma de datos de campo en la progresivas 120+000 al 120+400, la cual contiene información referente al peligro y la vulnerabilidad, describiendo las características y fotos del tipo de suelo por el que atraviesa la vía, también se puede ver las condiciones geométricas de la propia vía, esta información se procesará para obtener lo que en la parte final de esta ficha se muestra: la calificación de los peligros, vulnerabilidades y riesgos, que son producto del análisis que continuación se presenta:

Figura 4.04: Ficha de toma de datos en campo, progresivas Km.120+000 al Km.120+400.

FICHA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS			
GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES. APLICACIÓN A LA CARRETERA CAÑETE – LUNAHUANA: TRAMO KM 114+000 AL KM 129+000. ANALISIS DE RIESGOS.			
UBICACIÓN:	KM 120+000 al 120+400	FECHA:	27/11/2010
Descripción del tramo: En el tramo 120+000 al 120+400, en el talud superior encontramos suelo con presencia de roca suelta y fracturada, suelos en matriz arenosa con presencia de finos, no hay presencia de vegetación.			
FOTO N° 1: DESLIZAMIENTOS, riesgo de derrumbes por inestabilidad de taludes			
1	DESLIZAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	EFECTOS DIRECTOS
		EFECTOS INDIRECTOS	
2	INUNDACIONES	DESCRIPCIÓN	EFECTOS DIRECTOS
3			
4			
IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS			
ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD			
1	CALZADA	EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD
2	CALZADA	EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD
3			
4			
ANÁLISIS DE RIESGOS			
1	CALZADA	GRADO DE AMENAZA	GRADO DE VULNERABILIDAD
2	CALZADA	GRADO DE AMENAZA	GRADO DE VULNERABILIDAD
3			
4			
ACCIONES RECOMENDADAS			
1			
2			
3			

Fuente: Elaboración propia.

Paso 01. Medición del grado del peligro: Del análisis del cuadro 2.04 de identificación de peligros, se puede concluir el grado de cada tipo peligro encontrado en el tramo 120+000 al 120+400, tal como se puede ver en el cuadro 4.02, los accidentes por las características geométricas de la vía solo se medirá a nivel de riesgos, teniendo siempre como sustento el cuadro 2.10.

Cuadro 4.02: Análisis de peligros en el tramo 120+000 al 120+400.

Progresivas.	Margen	Tipo de Peligro	Grado de Peligro.
120+000 al 120+400	M.izq.	Deslizamientos	Alto
	M.izq.	Inundaciones.	Medio
	Md y Mi.	Sismos.	Medio

Fuente: Elaboración propia.

Pasó 02.-Medicion del grado de la vulnerabilidad por factores de exposición, fragilidad y resiliencia, para lo cual llenamos el cuadro 2.05, presentado en el capítulo II, este cuadro solo se utiliza para medir las vulnerabilidades de la vía frente a la ocurrencia de peligros del tipo natural o socio natural (deslizamientos sismos e inundaciones).

Cuadro N°4.03: Análisis de vulnerabilidad de la vía frente a deslizamientos en las progresivas 120+000 al 120+400.

Factor de Vulnerabilidad	Variable	Grado de Vulnerabilidad			
		Baja	Media	Alta	Muy Alta
Exposicion.	(A) Localización del proyecto respecto de la condición de peligro			X	
	(B) Características del terreno			X	
Fragilidad.	(C) Tipo de construcción				X
	(D) Aplicación de normas de construcción			X	
Resiliencia.	(E) Nivel de organización del contratista.		X		
	(F) Conocimiento sobre ocurrencia de desastres por parte del contratista.	X			
	(G) Actitud del contratista frente a la ocurrencia de desastres		X		
	(H) Existencia de recursos financieros para respuesta ante desastres.		X		

Fuente: SNIP, pautas para el Análisis de Riesgos.

Del análisis del cuadro N° 4.03, haciendo uso del cuadro N°2.05 y del cuadro N°2.06, para la interpretación de resultados, se concluye que ante la ocurrencia **de deslizamientos la vulnerabilidad de la vía es alta**, en el tramo de carretera

de progresivas 120+000 al 120+400, ya que la exposición es alta, tiene variables de fragilidad que muestran calificación de alta y muy alta y la resiliencia es media.

Cuadro N°4.04: Análisis de vulnerabilidad de la vía frente a inundaciones por escorrentías en las progresivas 120+000 al 120+400.

Factor de Vulnerabilidad	Variable	Grado de Vulnerabilidad			
		Baja	Media	Alta	Muy Alta
Exposición.	(A) Localización del proyecto respecto de la condición de peligro			X	
	(B) Características del terreno			X	
Fragilidad.	(C) Tipo de construcción				X
	(D) Aplicación de normas de construcción			X	
Resiliencia.	(E) Nivel de organización del contratista		X		
	(F) Conocimiento sobre ocurrencia de desastres por parte del contratista.	X			
	(G) Actitud del contratista frente a la ocurrencia de desastres		X		
	(H) Existencia de recursos financieros para respuesta ante desastres.		X		

Fuente: SNIP, pautas para el Análisis de Riesgos.

Del análisis del cuadro N° 4.04, haciendo uso del cuadro N°2.05 y del cuadro N°2.07, para la interpretación de resultados, se concluye que ante la ocurrencia de inundaciones por escorrentías la vulnerabilidad de la vía es alta, en el tramo de carretera de progresivas 120+000 al 120+400, ya que la exposición es alta, tiene variables de fragilidad que muestran calificación de alta y muy alta y la resiliencia es media.

Para medir el nivel de vulnerabilidad por Geometría de la vía, resulta complicado establecer si medimos la vulnerabilidad del conductor o del vehículo, ya que ambos están expuestos al peligro pero podría darse el caso que el conductor respete todas las reglas de tránsito y sin embargo el vehículo se encuentre en malas condiciones mecánicas o viceversa, por lo que en este caso solo se medirá el nivel de riesgos teniendo como referencia el cuadro 2.10.

Paso 03.-Medición del grado de riesgo, para lo cual se hace uso del cuadro 2.09, matriz de peligros y vulnerabilidades y del cuadro 2.10.

Cuadro N°4.05: Niveles de riesgos por los peligros identificados en las progresivas 120+000 al 120+400.

Progresivas.	Margen	Tipo de Peligro	Grado de Peligro.	Grado de Vulnerabilidad	Grado de Riesgos.	Long. De Tramo de carretera expuesto al peligro (m.)
120+000 al 120+400	M.izq.	Deslizamientos	Alto	Alto	Alto	400.00
	M.izq.	Inundaciones.	Medio	Alto	Medio	400.00
	Md y Mi.	Sismos.	Medio	Alto	Medio	400.00
		Geometría de la vía			Alto	400.00

Fuente: Elaboración propia.

Para mitigar los riesgos se deben incluir políticas o medidas de reducción de riesgos, las cuales pueden ser estructurales y no estructurales.

Siguiendo la misma metodología se procesa y determina el grado de riesgos, para todo el tramo.

En el cuadro 4.06 se presenta un resumen del nivel de riesgos de la longitud acumulada de los tramos expuestos a los diferentes grados de riesgos en función a la longitud total del tramo en estudio (15.00Km), para cada uno de los peligros encontrados en la vía entre las progresivas Km114+000 al Km129+000; como se puede ver en el cuadro los peligros que requieren de la toma de medidas de mitigación o reducción de riesgos son los deslizamientos y mejorar las características geométricas de la vía, para disminuir los riesgos por accidentes.

Cuadro 4.06: Resumen de Riesgos por los peligros identificados en el tramo Km.114+000 al Km.129+000, en porcentaje (%) de la longitud total=15000.00m.

Cuadro Resumen de calificación del Riesgo para cada tipo de peligro en las progresivas Km.114+000 al Km.129+000 en % de la longitud total del tramo evaluado.						
Grado	Deslizamiento	Inundacion rio	Inundacion escorrentia	Geometria de la vía.	Sismos	
Bajo	5%	0%	1%	0%	1%	
Medio	48%	14%	92%	43%	92%	
Alto	20%	0%	0%	39%	0%	
Muy alto	16%	6%	0%	0%	0%	
Longitud total del tramo evaluado (m)=		15000.00				

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 4.07 se puede ver el análisis y calculo completo para todos los peligros identificados en todo el tramo en estudio.

Cuadro N°4.07: Niveles de riesgos por los peligros identificados en las progresivas Km.114+000 al Km.129+000.

Progresivas.	Margen	Tipo de Peligro	Grado de Peligro.	Grado de Vulnerabilidad	Grado de Riesgos.	Long. De Tramo de carretera expuesto al peligro (m.)	Distancia que abarca el peligro transversal a la vía(m)
114+000 al 114+900	M izq	Deslizamientos	Bajo	Alto	Medio	900 00	100 00
	M der	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	900 00	hasta el no
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	900 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Medio	900 00	ancho de vía
114+900 al 115+000	M izq	Deslizamientos	Alto	Alto	Alto	100 00	30 00
	M der	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	100 00	hasta el río
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	100 00	30 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	100 00	Sin medida
	Geometría de la vía			Alto	100 00	ancho de vía	
115+000 al 115+500	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	500 00	30 00
	M der	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	500 00	hasta el río
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	500 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Alto	500 00	ancho de vía
115+500 al 116+800	M izq	Deslizamientos	Muy alto	Alto	Muy alto	1300 00	30 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	1300 00	30 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	1300 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Alto	1300 00	ancho de vía
116+800 al 117+000	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	200 00	20 00
	M der	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	200 00	hasta el río
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	200 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Medio	200 00	ancho de vía
117+000 al 117+430	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	430 00	20 00
	M der	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	430 00	20 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	430 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Medio	430 00	ancho de vía
117+430 al 117+550	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	50 00	20 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	50 00	20 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	50 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Alto	50 00	ancho de vía
117+550 al 117+600	M izq	Deslizamientos	Muy alto	Alto	Muy alto	400 00	40 00
	M der	Inundaciones	Alto	Muy alto	Muy alto	400 00	hasta el río
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	400 00	Sin medida
		Geometría de la vía		Alto	Medio	400 00	ancho de vía
117+600 al 118+000	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Alto	200 00	20 00
	M der	Inundaciones	Alto	Muy alto	Muy alto	200 00	hasta el río
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	200 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Medio	200 00	ancho de vía
118+000 al 118+200	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Alto	250 00	5 00
	M der	Inundaciones	Muy alto	Muy alto	Muy alto	250 00	hasta el río
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	250 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Alto	250 00	ancho de vía
118+200 al 118+450	M der	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	250 00	5 00
	M der	Inundaciones	Muy alto	Muy alto	Muy alto	250 00	hasta el río
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	250 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Alto	250 00	ancho de vía
118+450 al 118+950	M izq	Deslizamientos	Muy alto	Alto	Muy alto	500 00	50 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	500 00	50 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	500 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Medio	500 00	ancho de vía
118+950 al 119+200	M izq	Deslizamientos	Muy alto	Alto	Muy alto	250 00	100 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	250 00	100 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	250 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Alto	250 00	ancho de vía
119+200 al 119+500	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	300 00	30 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	300 00	30 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	300 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Medio	300 00	ancho de vía
119+500 al 119+700	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	200 00	30 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	200 00	30 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	200 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Medio	200 00	ancho de vía
119+700 al 119+775	M izq	Deslizamientos	Alto	Alto	Alto	75 00	100 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	75 00	100 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	75 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Medio	75 00	ancho de vía

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N°4.07: Niveles de riesgos por los peligros identificados en las progresivas Km.114+000 al Km.129+000.

Progresivas.	Margen	Tipo de Peligro	Grado de Peligro.	Grado de Vulnerabilidad	Grado de Riesgos.	Long. De Tramo de carretera expuesto al peligro (m.)	Distancia que abarca el peligro transversal a la vía(m)
119+775 al 119+850	M izq	Deslizamientos	Alto	Alto	Alto	75 00	100 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	75 00	100 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	75 00	Sin medida
		Geometna de la va	Alto	Alto	Alto	75 00	ancho de va
119+850 al 120+000	M izq	Deslizamientos	Bajo	Bajo	Bajo	150 00	40 00
	M izq	Inundaciones	Bajo	Medio	Bajo	150 00	40 00
	Md y MI	Sismos	Medio	Bajo	Bajo	150 00	Sin medida
		Geometna de la va			Medio	150 00	ancho de va
120+000 al 120+150	M der	Deslizamientos	Alto	Alto	Alto	150 00	hasta el rio
	Md y MI	Sismos	Medio	Alto	Medio	150 00	Sin medida
		M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	150 00
120+000 ai 120+400	M izq	Deslizamientos	Alto	Alto	Alto	400 00	50 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	400 00	50 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	400 00	Sin medida
		Geometna de la va			Alto	400 00	ancho de va
120+600 al 120+800	M izq	Deslizamientos	Alto	Alto	Alto	200 00	50 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	200 00	50 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	200 00	Sin medida
		Geometría de la va			Alto	200 00	ancho de va
120+800 al 121+585	M izq	Deslizamientos	Alto	Medio	Medio	785 00	150 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Medio	Medio	785 00	Sin medida
		M izq	Inundaciones	Medio	Medio	Medio	785 00
121+585 al 122+500	M izq.	Inundaciones	Medio	Alto	Alto	915 00	150 00
	M izq	Deslizamientos	Alto	Alto	Alto	300 00	40 00
122+700 al 123+000	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	300 00	40 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	300 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Alto	300 00	ancho de va
	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	50 00	30 00
123+000 al 123+050	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	50 00	30 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	50 00	Sin medida
		Geometna de la va			Alto	50 00	ancho de va
	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	50 00	20 00
123+050 al 123+100	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	50 00	20 00
	Md y MI	Sismos	Medio	Alto	Medio	50 00	Sin medida
		Geometna de la va			Alto	50 00	ancho de va
	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	80 00	30 00
123+100 al 123+180	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	80 00	30 00
	Md y MI	Sismos	Medio	Alto	Medio	80 00	Sin medida
		Geometna de la va			Alto	80 00	ancho de va
	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	120 00	20 00
123+180 al 123+400	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	120 00	20 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	120 00	Sin medida
		Geometna de la va			Alto	120 00	ancho de va
	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	200 00	20 00
123+400 al 123+600	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	200 00	20 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	200 00	Sin medida
		Geometna de la va			Alto	200 00	ancho de va
	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	50 00	30 00
123+600 al 123+650	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	50 00	30 00
	Md y MI	Sismos	Medio	Alto	Medio	50 00	
		Geometna de la va			Alto	50 00	ancho de va
	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	200 00	10 00
123+650 al 123+850	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	200 00	10 00
	Md y MI	Sismos	Medio	Alto	Medio	200 00	Sin medida
		Geometna de la va			Alto	200 00	ancho de va
	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	50 00	10 00
123+850 al 123+900	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	50 00	10 00
	Md y MI	Sismos	Medio	Alto	Medio	50 00	Sin medida
		Geometría de la va			Alto	50 00	ancho de va
	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	200 00	60 00
123+900 al 124+100	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	200 00	60 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	200 00	Sin medida
		Geometría de la va			Alto	200 00	ancho de va

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N°4.07: Niveles de riesgos por los peligros de identificados en las progresivas Km.114+000 al Km.129+000.

Progresivas.	Margen	Tipo de Peligro	Grado de Peligro.	Grado de Vulnerabilidad	Grado de Riesgos.	Long. De Tramo de carretera expuesto al peligro (m.)	Distancia que abarca el peligro transversal a la vía(m)
124+100 al 124+300	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	200 00	30 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	200 00	30 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	200 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Medio	200 00	ancho de vía
124+300 al 124+500	M izq	Deslizamientos	Alto	Alto	Alto	200 00	50 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	200 00	50 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	200 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Alto	200 00	ancho de vía
124+500 al 124+600	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	100 00	10 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	100 00	10 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	100 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Alto	100 00	ancho de vía
124+600 al 124+700	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	100 00	20 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	100 00	20 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	100 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Alto	100 00	ancho de vía
124+700 al 124+800	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	100 00	50 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	100 00	50 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	100 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Alto	100 00	ancho de vía
124+800 al 125+000	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	200 00	30 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	200 00	30 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	200 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Alto	200 00	ancho de vía
125+000 al 125+200	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	200 00	40 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	200 00	40 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	200 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Alto	200 00	ancho de vía
125+200 al 125+400	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	200 00	30 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	200 00	30 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	200 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Alto	200 00	ancho de vía
125+400 al 125+500	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	100 00	20 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	100 00	20 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	100 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Alto	100 00	ancho de vía
125+500 al 125+600	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	100 00	60 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	100 00	60 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	100 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Medio	100 00	ancho de vía
125+600 al 125+845	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	245 00	30 00
	M izq	Inundaciones	Bajo	Alto	Medio	245 00	30 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	245 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Medio	245 00	ancho de vía
125+845 al 126+000	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	155 00	20 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	155 00	20 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	155 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Alto	155 00	ancho de vía
126+000 al 126+970	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	970 00	40 00
	M izq	Inundaciones	Medio	Alto	Medio	970 00	40 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	970 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Medio	970 00	ancho de vía
126+970 al 127+080	M izq	Deslizamientos	Medio	Alto	Medio	110 00	10 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	110 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Alto	110 00	10 00
		M der	Deslizamientos	Alto	Alto	Alto	1020 00
127+080 al 126+100	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	1020 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Medio	1020 00	ancho de vía
		M der	Deslizamientos	Alto	Alto	Alto	350 00
128+100 al 128+450	Md y Mi	Sismos	Medio	Alto	Medio	350 00	Sin medida
	M der	Deslizamientos	Alto	Alto	Alto	350 00	hasta el no
128+450 al 129+000	M izq	Deslizamientos	Bajo	Medio	Bajo	550 00	10 00
	Md y Mi	Sismos	Medio	Medio	Medio	550 00	Sin medida
		Geometría de la vía			Medio	500 00	ancho de vía

Fuente: Elaboración propia

4.2 MAPAS DE PELIGROS, VULNERABILIDADES Y RIESGOS.

Los planos se adjuntan en las hojas siguientes; los planos de peligros son a nivel de susceptibilidad.

CONCLUSIONES.

CONCLUSIONES.

1.-Al incluir el AdR en el proyecto, tal como se ha analizado en el capítulo 4 de este informe, se puede llegar a la conclusión de que se requieren medidas de reducción de riesgo, dadas las condiciones de peligro y vulnerabilidad (exposición, fragilidad, resiliencia) existentes para el proyecto bajo análisis. De ser este el caso, es necesario cuantificar los beneficios que generan estas medidas de reducción de riesgo, para analizar si la inversión a realizar en dichas medidas de reducción es rentable socialmente y desde luego, para el contratista.

2.-La vulnerabilidad del tramo en estudio, para todos los peligros encontrados, en un 95% tienen grado Alto, ya que no cuenta con estructuras de contención o protección, para deslizamientos y tampoco tiene obras de recolección y evacuación de aguas de escorrentía, en los sectores de posibles inundaciones por aguas de río, también la vulnerabilidad es Alta ya que la plataforma de la vía se encuentra a menos de 2.00m del nivel de aguas del río en su época de estiaje.

3.-La Peligrosidad por geometría de la vía en un 90% del tramo en estudio tiene calificación de grado Alto, ya que son sectores accidentados con barrancos profundos y que no cuenta con señalización y medidas de seguridad vial, anchos de plataforma en la mayoría entre 2.80 a 5.00m, sin bermas y muy pocas plazoletas de cruce.

4.-La vulnerabilidad se puede controlar o mitigar, ya que por medidas estructurales o no estructurales y por efectos propios de la naturaleza, los resultados obtenidos en este informe son variables en el tiempo.

5.-El riesgo de accidentes por las características geométricas de la vía es alto, porque el contratista no va a mejorar la geometría, o porque fue mal diseñado y el riesgo no se aminorara, principalmente por las cláusulas propias del tipo de contrato que enmarcan el "Proyecto Perú", ya que en este se indica que el contratista no está obligado a modificar o mejorar las condiciones geométricas de la vía.

RECOMENDACIONES.

RECOMENDACIONES.

1.-El evento principal que actúa como catalizador de los peligros identificados en el tramo en estudio, son las precipitaciones; las cuales se incrementan en los meses de diciembre-abril, en este periodo del año será importante que el contratista tenga disponible los recursos necesarios, para los trabajos de limpieza de las estructuras de recolección y evacuación de aguas.

2.-Conforme baja la pendiente del cauce del río el nivel de exposición de la vía se incrementa, haciendo que el nivel del riesgo aumente, por lo que es importante que en estos sectores de la vía se construyan defensas ribereñas, para protegerla de posibles inundaciones o erosión de la misma.

3.-Para disminuir el grado de peligros por Geometría de la vía será importante que las autoridades que convocan a la ejecución de contratos de conservación de carreteras de bajo volumen de tránsito, incluyan la modificación de las condiciones geométricas de la vía como es los anchos mínimos, plazoletas de cruce, medidas de señalización y seguridad vial como obligatorios, para el contratista.

BIBLIOGRAFIA.

BIBLIOGRAFÍA

- GTZ – Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo. Manual: El Análisis de Riesgo – Una base para la Gestión de Riesgo de Desastres Naturales Escobón, Junio de 2004.
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL, “Manual Básico para la Estimación de Riesgo”, Lima 2006.
- INFORMES DEL CONVENIO UNI-MTC.
- LUIS GONZALES DE VALLEJO, “Ingeniería Geológica”, Madrid 2002.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS, “Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres en los Proyectos de Inversión Pública”, Lima 2006.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, “Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”, Lima 2008.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, “Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”, Lima 2008.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, “Manual para la Conservación de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”, Lima 2008.
- MINISTERIO FEDERAL DE COOPERACIÓN ECONÓMICA Y DESARROLLO, “Manual: El análisis de riesgo – una base para la gestión de riesgo de desastres naturales”, Alemania 2004.
- SECRETARÍA GENERAL DE LA COMUNIDAD ANDINA, “Incorporando la Gestión del Riesgo de Desastres en la Inversión Pública”, Lima 2009.
- SECRETARÍA GENERAL DE LA COMUNIDAD ANDINA, “Atlas de las Dinámicas del Territorio Andino”, Colombia 2009.