



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

FALLAS PRESENTADAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS ASFALTADAS

Jaime Núñez-Álvarez

Lima, agosto de 2014

FACULTAD DE INGENIERÍA

Maestría en Ingeniería Civil con Mención en Ingeniería Vial

Núñez, J. (2014). *Fallas presentadas en la construcción de carreteras asfaltadas*. Tesis de Master en Ingeniería Civil con Mención en Ingeniería Vial. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Lima, Perú.



Esta obra está bajo una [licencia](#)
[Creative Commons Atribución-](#)
[NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](#)

Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura

UNIVERSIDAD DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA MÁSTER EN INGENIERÍA CIVIL



**“FALLAS PRESENTADAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS
ASFALTADAS”**

Tesis para optar el Grado de Máster en Ingeniería Civil
con mención en Ingeniería Vial

Ing. Jaime Roberto Núñez y Álvarez

Asesor: Ing. Germán Gallardo Zevallos

Lima, agosto del 2014

**A mi madre, mi esposa y mis
hijos, por haberme apoyado en
todo.**

Resumen

La tesis denominada “Fallas presentadas en la construcción de carreteras asfaltadas” viene a ser un análisis acerca de la carretera Churín – Oyón, transversal de la Ruta Nacional PE – 18, donde se ejecutaron entre los años 2010, 2011 y 2012, trabajos de rehabilitación y mejoramiento a nivel de carpeta asfáltica.

Dichas obras ubicados en el distrito de Oyón, Lima, han sido descritos con el objeto ubicar las diferentes irregularidades o fallas que se encuentran en la Red Vial Nacional, para lo cual se ha dividido la investigación en 4 capítulos.

En el primer y segundo capítulo se dan a conocer los antecedentes, ubicación y descripciones específicas y generales de la carretera Churín- Oyón, tanto a nivel del conocimiento de su situación actual, como a nivel de los objetivos de la rehabilitación y mejoramiento de la misma así como de sus costos.

En el tercer capítulo, basados en los conocimientos descriptivos anteriores, se mencionan las fallas constructivas de la carretera, para así en el cuarto capítulo dar la solución a las mismas, y en base a ello, llegar a unas conclusiones donde se brinda nuestro aporte.

Prólogo

El motivo del presente trabajo es describir las diferentes fallas que se presentan en nuestras carreteras de la Red Vial Nacional por falta de un mejor control y el cumplimiento de las especificaciones técnicas, tanto en carreteras desarrolladas en la costa, como en la sierra y en la selva.

La finalidad principal del sector transportes es brindar a los usuarios de la vía seguridad, confort y una transitabilidad permanente que garantice tanto el servicio interprovincial de pasajeros como el transporte de carga ligera y pesada.

Es importante que la construcción de carreteras a nivel de asfaltado tenga las condiciones técnicas necesarias para que éstas puedan servir dentro de la vida útil para las que fueron diseñadas.

Transmito mi experiencia como Ingeniero Civil que ha participado en la construcción de carreteras, rehabilitación y mejoramiento de vías y el mantenimiento de estas.

El presente trabajo se realiza en la carretera Churín – Oyón, carretera transversal de la Ruta Nacional PE – 18, donde se ejecutaron entre los años 2010, 2011 y 2012, trabajos de rehabilitación y mejoramiento a nivel de carpeta asfáltica. Dicha carretera se encuentra ubicada en el departamento de Lima, en la provincia de Oyón.

En el presente estudio se detallan algunos aspectos constructivos que generaron el deterioro casi inmediato de los elementos de la vía y por tanto, la identificación de puntos críticos en la misma.

Índice

	Página
Introducción	1
Capítulo 1: La carretera Churín – Oyón y sus problemas	
1.1 Antecedentes	3
1.2 Ubicación y descripción de la ruta	4
1.3 Aspectos generales de la carretera – Situación actual	6
1.4 Geometría del eje actual	7
1.5 Drenaje	8
1.6 Zonas urbanas	10
1.7 Estructuras	11
1.8 Otros aspectos que inciden en el proyecto	12
1.9 Objetivos de la rehabilitación y mejoramiento de la carretera	13
1.10 El problema	13
1.10.1 Descripción del área problemática	13
1.10.2 Delimitación y definición del problema	13
1.10.3 Problema general	14
1.10.4 Problemas específicos	14
1.11 Problemas de la presente tesis	14
1.11.1 Objetivo general	14
1.11.2 Objetivos específicos	14
1.12 Costos que incidieron en la obra	15
1.12.1 Ejecución de la obra	15
1.12.2 Supervisión de la obra	15
1.12.3 Costo de los terrenos	15
1.12.4 Costo total de la obra	15
1.12.5 Costo por kilómetro	15
Capítulo 2: Estudio, trazo y diseño geométrico	
2.1 Geodesia	17
2.2 Topografía	17
2.2.1 Trazo	18
2.2.2 Nivelación	19
2.2.3 Secciones transversales	19
2.3 Estudio del tránsito y cargas	20
2.4 Diseño geométrico	22
2.5 Estudio geotécnico y de suelos	23

2.5.1 Estudio de suelos	24
2.5.2 Estudio de canteras, geotecnia y geología	24
2.6 Diseño de pavimento y secciones típicas	26
Capítulo 3: Fallas constructivas y estructurales	
3.1 Breve descripción del fenómeno lluvioso	29
3.2 Fallas constructivas y estructurales	30
3.2.1 Fallas en la calzada	30
3.2.2 Fallas en los puentes	49
3.2.3 Fallas en las obras de drenaje	55
3.2.4 Fallas en los taludes	60
Capítulo 4: Soluciones técnicas	
4.1 Evaluación técnica de las fallas en el tramo de estudio	65
4.2. Suelos y pavimentos	66
4.2.1 Investigaciones desarrolladas	66
4.2.2 Recopilación de datos	76
4.2.3 Evaluación del sector crítico planteado	78
4.2.4 Conclusiones	81
4.3 Hidrología e hidráulica	81
4.3.1 Investigaciones desarrolladas	81
4.3.2 Recopilación de datos	81
4.3.3 Análisis	83
4.3.4 Conclusiones	83
4.4 Geología y geotecnia	84
4.4.1 Investigaciones desarrolladas	84
4.4.2 Recopilación de datos	87
4.4.3 Análisis	88
4.4.4 Conclusiones	88
4.5 Soluciones propuestas	89
4.5.1 Colapso en la calzada Km. 130+400	89
4.5.2 Colapso en la alcantarilla Km. 132+946	90
Conclusiones y recomendaciones	93
Anexos	97

Introducción

Los trabajos de mejoramiento y rehabilitación que se realizan en las carreteras de la Red Vial Nacional tienen la finalidad de garantizar un flujo de vehículos tanto de transporte público como de transporte de mercancías y carga pesada en forma permanente durante todo el año y de esta manera brindar al usuario la seguridad y transitabilidad de la vía.

Es responsabilidad del Ministerio de Transportes y Comunicaciones las actividades de mantenimiento y rehabilitación de las carreteras de la Red Vial Nacional, delegando dichas funciones al proyecto especial “Provias Nacional”; quienes ejecutan estas obras por la modalidad de contratación.

La Carretera Central, que sale de Lima hacia Chosica - La Oroya - Huánuco, ruta nacional con código PE-3N, es la única vía que conecta la costa con la parte central del Perú, por el cual transitan más de 6,000 vehículos diarios de los cuales el 50% son vehículos pesados.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha priorizado 4 rutas alternas para aliviar el tránsito de la Carretera Central, estas son:

- La carretera Huaura – Sayán – Churín – Oyón – Ambo, de 284 Km (Empalme en el kilómetro 212 de la Carretera Central, ruta PE-3N).
- La carretera Huaral – Acos – Huayllay – Vicos, de 180 Km (Empalme en el kilómetro. 112 de la carretera Central Ruta PE-3N).
- La carretera Lima-Canta-Huayllay-Vicos, de 252 Km de longitud (Empalme en el Km 112 de la carretera Central Ruta PE-3N).
- La carretera Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Zúñiga – Ronchas – Chupaca, de 274 Km. de longitud (Sale a Huancayo).

El presente trabajo se referirá a una de estas vías, como es la carretera Huaura – Sayán – Churín – Oyón – Ambo, de 284 Km.

Considerada como Ruta Nacional con código PE-18; a la fecha se tiene 28.28 Km. de carretera asfaltada, y en plena ejecución 101 Km. El resto, 154.72 Km., se encuentran a nivel de afirmado.

Entre los años 2010 y 2012 se ejecutó la rehabilitación y mejoramiento a nivel de asfaltado de un tramo de esta vía como es Churín – Oyón de 30 Km. de longitud.

Esta vía es importante porque une tres departamentos: Lima, Pasco y Huánuco; en este tramo se encuentra la provincia de Oyón, zona minera que cuenta con tres empresas mineras muy importantes.

Los estudios definitivos fueron realizados por estas tres empresas mineras, quienes contrataron los servicios de una empresa consultora. Provias Nacional contrató a una empresa contratista con experiencia en este tipo de obras.

Los trabajos han concluido en febrero del 2012, a la semana de su recepción se presentaron en las partes altas de Lima, precipitaciones pluviales en forma continua, que generó deslizamientos, derrumbes, socavamientos de las obras de arte y de la calzada, que comprometieron la estabilidad de la vía, tema del cual nos referiremos en el presente trabajo.

Capítulo 1

La carretera Churín – Oyón y sus problemas

La presente tesis denominada: “Fallas presentadas en la construcción de carreteras asfaltadas”, nos muestra las causas del colapso en diferentes sectores de la carretera: Churín – Oyón. Por ello, la metodología propuesta consistirá en analizar el expediente técnico en base al cual se construyeron las obras, así como el reconocimiento de campo.

1.1 Antecedentes

El Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional – Provias Nacional, organismo público descentralizado de gestión de carreteras, es responsable del mantenimiento, conservación, rehabilitación, mejoramiento y construcción de las carreteras de la Red Vial Nacional.

Siendo prioritario contar con una ruta alterna para aliviar el tránsito de vehículos de la Carretera Central, se consideró iniciar con los trabajos de rehabilitación y mejoramiento de la vía Churín – Oyón; iniciativa que fue recibida favorablemente por las autoridades regionales, locales y las empresas mineras.

En setiembre del 2007, ante la Comisión de Pre-inversión del Congreso de la República, los representantes de las tres empresas mineras se comprometieron a asumir los gastos para la elaboración de los estudios a nivel de perfil y definitivo, a través de una empresa consultora.

Estos estudios de la carretera a nivel de perfil y el estudio definitivo se desarrollaron en forma paralela, conjuntamente con el componente de impacto ambiental de la carretera.

Los trabajos se iniciaron a nivel de rehabilitación y mejoramiento en el año 2010, concluyéndose en febrero del 2012, posteriormente la obra fue recepcionada y a la semana siguiente se presentaron precipitaciones pluviales en forma continua en las partes altas de Lima, generando deslizamientos, derrumbes, socavamientos de las obras de arte y de la calzada que comprometieron a la vía.

En tal sentido, mediante la presente, se plantearán soluciones para poder rehabilitar los daños ocasionados.

1.2 Ubicación y descripción de ruta

La carretera Huaura – Sayán – Churín – Oyón – Ambo, tramo Churín – Oyón, se encuentra ubicada en el departamento de Lima, provincia de Oyón, distritos de Pachangará y Oyón; cuyas altitudes fluctúan entre los 2,296 msnm y en Churín los 3,650 msnm.

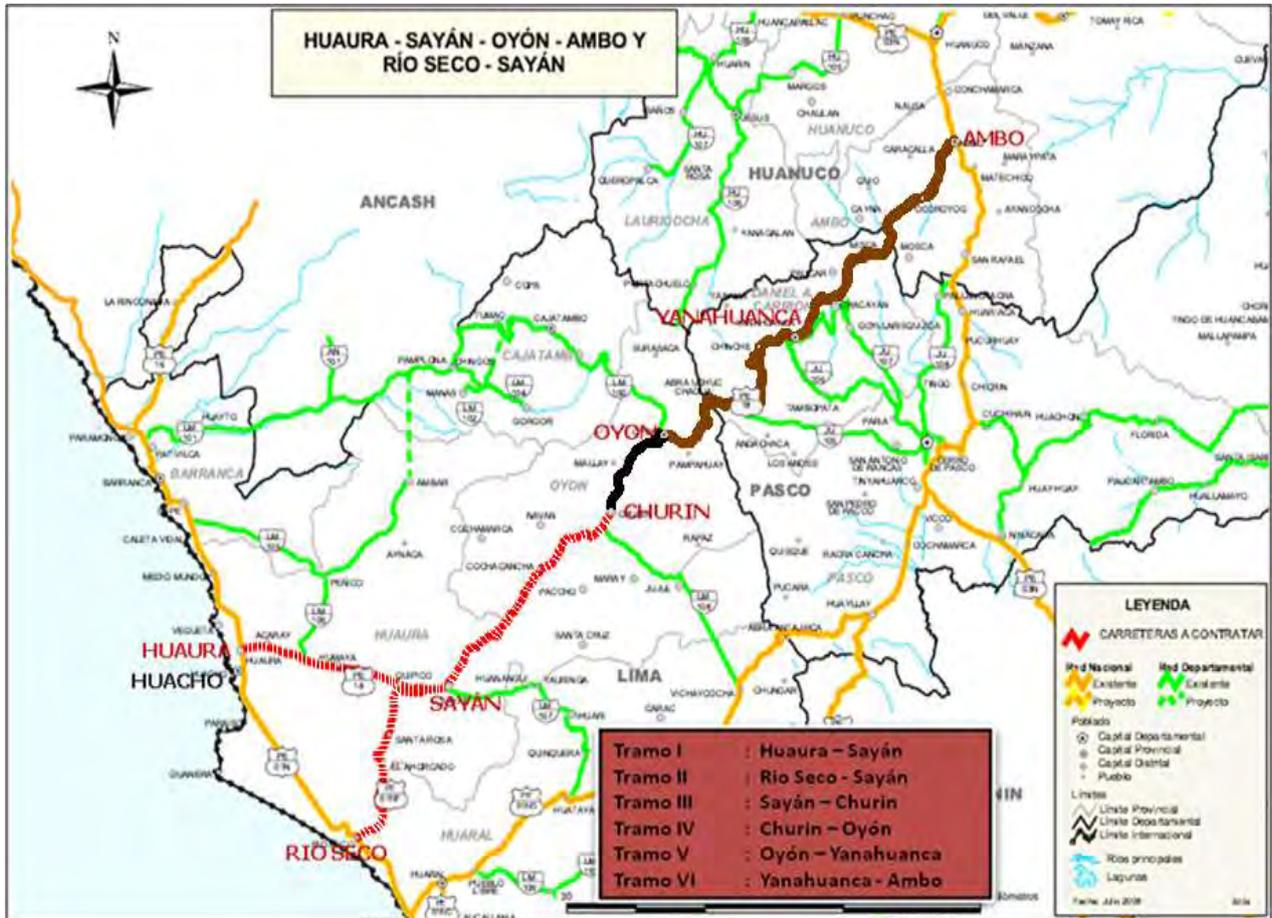


Fig. 1.1 - Ubicación y tramos principales de la carretera Huaura – Sayán – Churín – Oyón – Ambo

Según el clasificador de rutas, la carretera abarca la ruta PE-18 y en el recorrido del tramo se presentan zonas de desarrollo como son los sectores de Moroc del kilómetro 113+000 al kilómetro 113+700, Tectahuayin del kilómetro 114+900 al kilómetro 115+500 y Viroc entre el kilómetro 124+800 y el kilómetro 126+600.

También presenta quebradas con flujos de lodo, como son las quebradas de Tectahuayin en el kilómetro 114+700, la quebrada de Naván en el kilómetro 118+300 y la quebrada de Oyón en el kilómetro 132+665, que en época de estío presenta cursos de agua muy escasas y en época de lluvias presentan huaycos que interrumpen el tráfico vehicular.

El acceso a la carretera Churín-Oyón, es factible por las siguientes vías:

- Saliendo de la ciudad de Lima, siguiendo la ruta de la Panamericana Norte PE-1N en el kilómetro 103+500, se encuentra el óvalo de Río Seco, donde se inicia un desvío al lado derecho de la carretera, que es el punto de inicio hasta la localidad de Andahuasi, con código de ruta PE-1N E y una longitud 43.163 Km. Cabe precisar que en la actualidad esta carretera se encuentra en plena ejecución a nivel de mejoramiento y rehabilitación.
- Prosiguiendo por la Panamericana Norte PE-1N, en el kilómetro 154+300, localidad de Huaura, hay un desvío al lado derecho de la carretera, que es el punto de inicio de la ruta; con código de ruta N° PE-18, empalmando con la carretera que viene de Río Seco en la progresiva 40+500; de este punto la carretera continua hasta la localidad de Churín en la progresiva 106+760. Asimismo, esta carretera en la actualidad se encuentra en plena ejecución a nivel de mejoramiento y rehabilitación.
- Saliendo de la selva central y siguiendo la ruta de la carretera PE-3N, en el Km 212+000, hay un desvío al lado derecho, la localidad de Ambo, esta localidad es el punto final de la carretera de código PE-18, concluyendo en la progresiva 284+000, es una carretera afirmada hasta llegar a la localidad de Oyón.

La fig. 1.2 muestra los accesos descritos en el párrafo anterior.

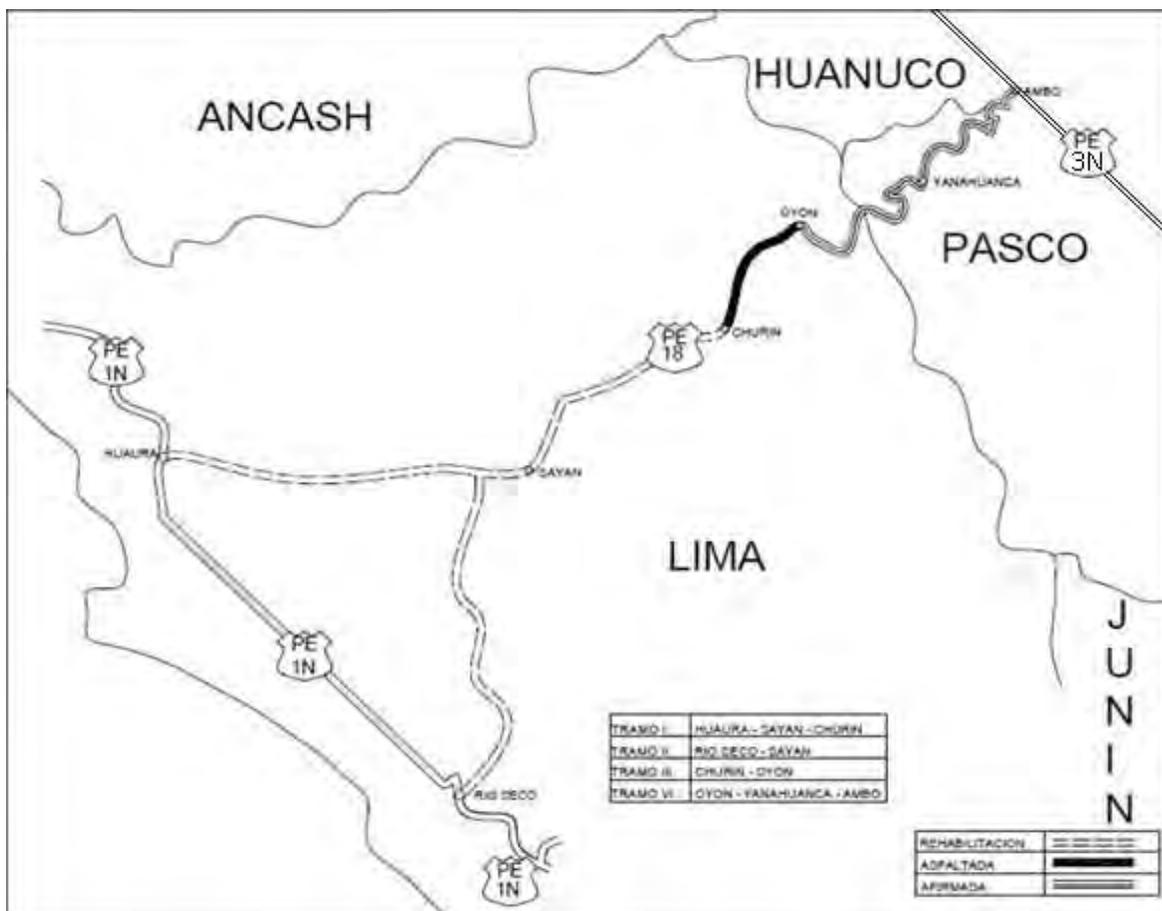


Figura 1.2.- Accesos a la carretera Churín - Oyón

La ubicación del tramo ejecutado, se encuentra dentro de la Región Lima y su articulación con los ejes viales más importantes de la zona se muestran en la Figura 1.1.

1.4 Geometría del eje actual

El tramo de la carretera del kilómetro 106+760 al kilómetro 135+040 se construyó de acuerdo al diseño geométrico para carreteras de segunda categoría, con un ancho de calzada de 6.60 m. Ascendiendo desde la localidad de Churín hasta Oyón, para lo cual ingresa por un estrecho cañón formado por la cuenca del río Huaura hasta el sector de Viroc, desde aquí la carretera asciende paralela al río, poniendo en riesgo la plataforma en época de lluvias cuando el río sube de nivel. A partir de este punto la carretera comienza a ascender a media ladera, con presencia de material deleznable, que son susceptibles a desmoronamientos; razón por la cual se han construido gaviones, cunetas revestidas, pontones y puentes de doble vía de concreto armado, también alcantarillas de tipo Armco de 36" y 48".

La carretera tiene pendientes que llegan hasta el 9 % y peraltes en curvas del 2%, con radios mínimos excepcionales de 20 ms.

A continuación, las figuras 1.4 y 1.5 muestran las secciones típicas del tramo de la vía en estudio.

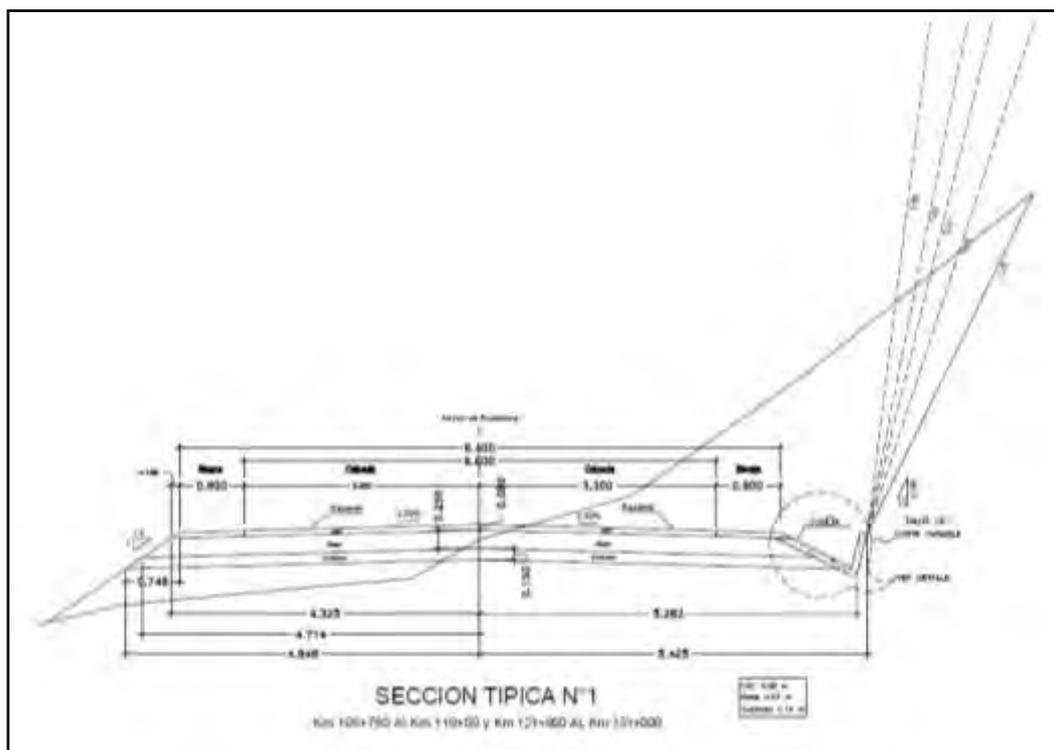


Figura 1.4.- Sección típica N° 1

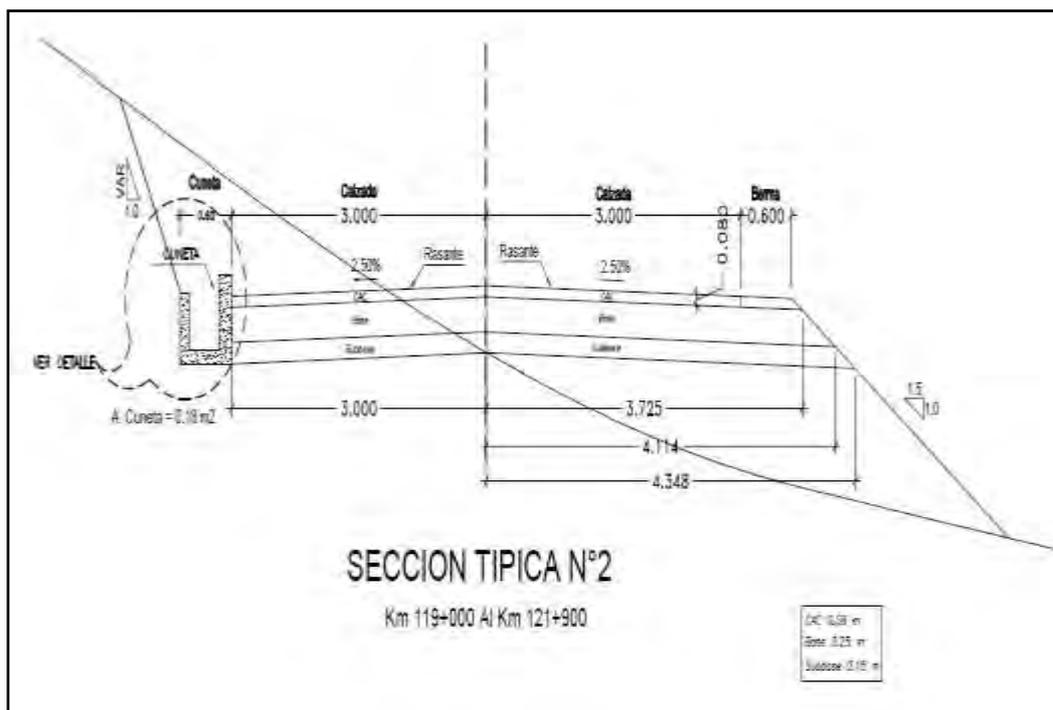


Figura 1.5.- Sección típica N° 2

1.5 Drenaje

La plataforma de rodadura es de carpeta asfáltica, tiene 3" de espesor, con un ancho de calzada de 6.60 m. y bermas de 0.90 m. a cada lado de la vía.

El sistema de drenaje actual presenta alcantarillas metálicas de 36" y 48" de diámetro en cada quebrada o depresión de la vía, lo que facilita la rápida evacuación de las aguas superficiales, con un enrocado de 2.00 m. como mínimo para facilitar la salida de las aguas superficiales y evitar la erosión.

Se ha considerado cunetas longitudinales triangulares de concreto simple para evitar filtraciones que deterioren la plataforma y en zonas de presencia de ojos de agua, manantiales y otros se ha considerado subdrenes debajo de las cunetas, para captar y evacuar las aguas subterráneas inmediatamente.

A continuación, las figuras 1.6 y 1.7 presentan unas vistas de las alcantarillas y cunetas construidas en el tramo en estudio.



Figura 1.6 - Alcantarillas metálicas con enrocado



Figura 1.7 - Cunetas de concreto simple

1.6 Zonas urbanas

La carretera cruza los poblados de Nava en el kilómetro 116+000, Tinta en el kilómetro 121+800 y el poblado de Viroc en el kilómetro 126+000, así mismo da acceso a las minas de Raura en el kilómetro 131+000 y la mina Yscaycruz en el kilómetro 137+000, también da acceso a la ciudad de Oyón en la progresiva 134+500.

La figura 1.8 muestra la carretera y los centros poblados antes señalados.



Figura 1.8 – Zonas urbanas a través del tramo seleccionado

1.7 Estructuras

En todo el tramo se han construido 07 puentes; la subestructura con estribos de concreto ciclópeo y el puente de concreto armado de doble vía; están ubicadas en las siguientes progresivas:

- Puente Moroc de 31.00 m. de longitud, en la progresiva 112+675.
- Puente Tectahuayin de 21.60 m. de longitud, en la progresiva 114+746.
- Puente Mallay de 21.90 m. de longitud, en la progresiva 118+550.
- Puente Rupay de 21.50 m. de longitud, en la progresiva 121+968.
- Puente Viroc 1 de 23.50 m. de longitud, en la progresiva 124+100.
- Puente Viroc 2 de 32.00 m. de longitud, en la progresiva 125+900.
- Puente Michimachay de 15.50 m. de longitud, en la progresiva 129+300.

La figura 1.9 muestra la ubicación de los puentes en mención.



Figura 1.9 - Ubicación de los puentes

1.8 Otros aspectos que inciden en el proyecto

La obra presenta una serie de aspectos y fenómenos naturales que inciden en las soluciones dentro del diseño integral de la carretera, estos son:

- El flujo de las aguas servidas de la ciudad de Oyón, ubicada en la progresiva 132+930, se ha reubicado a la alcantarilla ubicada en la progresiva 132+370, lo cual está generando un serio perjuicio ambiental.
- A partir de la progresiva 131+000 se tienen puntos críticos por presencia de aguas subterráneas y superficiales que vienen desestabilizando los taludes, trayendo como consecuencia el desmoronamiento de los mismos y el asentamiento de la plataforma de la vía; lo que produce fisuras, agrietamientos y asentamientos en la calzada.

A continuación, la figura 1.10 muestra los puntos críticos de la carretera en estudio.



Figura 1.10 - Puntos críticos de la carretera Churín – Oyón

1.9 Objetivos de la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Churín - Oyón

El objetivo primordial de la ejecución del proyecto Huaura-Sayán-Churín- Oyón-Ambo, es tener una ruta alterna a la Carretera Central Lima-La Oroya-Huánuco; brindando las condiciones de transitabilidad, confort y seguridad a lo largo de la vía.

También son objetivos del Proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento, lo siguiente:

- Dotar de una carretera de segunda categoría asfaltada para soportar un tránsito fluido, tanto de servicio interprovincial de pasajeros como de carga pesada, hacia el departamento de Cerro de Pasco y Huánuco.
- Fortalecer los centros poblados con un tránsito permanente que garantice el traslado de sus productos a los mercados de consumo.
- Mejorar paulatinamente la infraestructura vial departamental y vecinal, dado que son tributarios de esta vía principal.

1.10 El problema

1.10.1 Descripción del área problemática

En la Red Vial Nacional, luego de culminados los trabajos definitivos de rehabilitación y mejoramiento a nivel de carpeta asfáltica, en muchos de los casos, se presentan en periodos de tiempo relativamente cortos, una serie de fallas en la carretera, ya sea debido a problemas estructurales (por procesos constructivos) o problemas externos (de geodinámica, relieve topográfico o climatología). Este tipo de fallas producidas, restringen o interrumpen la transitabilidad en la vía y ponen en serio riesgo la inversión realizada en la infraestructura vial.

Uno de estos casos en los que se presentaron fallas en una vía recientemente rehabilitada y mejorada a nivel de carpeta asfáltica, como superficie de rodadura, fue en la carretera Churín – Oyón. La problemática registrada se da con la aparición de fallas estructurales en el pavimento (asentamientos y agrietamientos), factores externos (fallas geológicas, características climatológicas de la zona) o falencias, también cabe indicar, en la elaboración de los expedientes técnicos para la ejecución de los contratos.

Esta formación de fallas en la vía ha producido la restricción del tránsito a un solo carril en sectores definidos, por el asentamiento longitudinal de plataforma con grietas en forma de media luna, asentamientos transversales, derrumbes mayores del material de los taludes de corte en roca fija y de material suelto con inclinaciones geotécnicas inadecuadas, colapso de muros de gaviones y socavación de rellenos estructurales en accesos a puentes.

1.10.2 Delimitación y definición del problema

Cuando se inicia la construcción, rehabilitación, mejoramiento o mantenimiento de vías de comunicación como son las carreteras, se activa también el desarrollo de los pueblos, interconectando lugares o regiones, dinamizando el comercio, el transporte de

productos, de esta manera aumenta el bienestar para la población que se encuentra dentro del área de influencia y consecuentemente esta población eleva su nivel de vida.

El problema se delimita a que cuando se culminan los trabajos y se entrega la obra para el servicio de la población empiezan a generarse fallas en la vía debido a diversos problemas que no fueron contemplados en el expediente técnico o por lo menos no con la debida importancia, y otro factor es, probablemente, los procesos constructivos posiblemente no muy bien controlados o supervisados.

Una carretera con la presencia de fallas presenta un mal estado de funcionabilidad y lo peor es que es en tan poco tiempo de servicio, lo que genera malestar entre el público usuario; dejando como resultado una obra en mal estado de serviciabilidad.

El problema se circunscribe a toda la Red Vial Nacional que se encuentra en servicio actualmente después de finalizada su construcción o rehabilitación; el planteamiento del presente documento se desarrolla con análisis específico en la carretera: Churín – Oyón, ubicada en la provincia de Oyón, en el departamento de Lima.

1.10.3 Problema general

¿Cómo influye la elaboración del expediente técnico y su ejecución en el colapso de la calzada; es cómo se presenta en el kilómetro 130+400 y el colapso de la alcantarilla del kilómetro 132+946 de la carretera Churín – Oyón?

1.10.4 Problemas específicos

- a) ¿En qué medida influye el expediente técnico elaborado en el colapso de la calzada del kilómetro 130+400 y el colapso de la alcantarilla del kilómetro 132+946 de la carretera Churín – Oyón?
- b) ¿En qué medida influye la ejecución de las especificaciones técnicas en el colapso de la calzada del kilómetro 130+400 y el colapso de la alcantarilla del kilómetro 132+946 de la carretera Churín – Oyón?

1.11 Objetivos de la presente tesis

1.11.1 Objetivo general

Determinar la influencia de la elaboración del expediente técnico y su ejecución en el colapso de la calzada del kilómetro 130+400 y el colapso de la alcantarilla del kilómetro 132+946 de la carretera Churín – Oyón.

1.11.2 Objetivos específicos

- Evaluar la información del expediente técnico sobre la construcción de la calzada del kilómetro 130+400 y el colapso de la alcantarilla del kilómetro 132+946 de la carretera Churín – Oyón.

- Determinar la influencia de la ejecución de las especificaciones técnicas en la construcción de la calzada del kilómetro 130+400 y el colapso de la alcantarilla del kilómetro 132+946 de la carretera Churín – Oyón.
- Verificar si el expediente técnico tiene información sobre la construcción de la calzada del kilómetro 130+400 y el colapso de la alcantarilla del kilómetro 132+946 de la carretera Churín – Oyón.
- Determinar si la ejecución de las partidas en la construcción de la calzada del kilómetro 130+400 y el colapso de la alcantarilla del kilómetro 132+946 de la carretera Churín – Oyón se realizaron de acuerdo a las especificaciones técnicas.

1.12 Costos que incidieron en la obra

1.12.1 Ejecución de obra

- El monto contractual es de S/. 107'629,224.00
- Los 9 adicionales suman S/. 16'054,383.60
- Los adicionales representan el 14.92% del costo de la obra.

1.12.2 Supervisión de obra

- El monto de supervisión es de S/. 6'976,959.22
- Se generó un adicional de S/. 223,197.56

1.12.3 Costo de los terrenos para el ensanche de la vía

- Se realizó una inversión de S/. 10'763,631.44

1.12.4 Costo total de obra

- El costo total de obra es de S/. 141'647,395.80

1.12.5 Costo por kilómetro

- El costo unitario por kilómetro de mejoramiento de carretera es de S/. 5'008,748.08

Capítulo 2

El estudio, trazo y diseño geométrico

Como ya se ha señalado anteriormente, la carretera se inicia desde la salida del pueblo de Churín, en la progresiva 106+760 hasta la progresiva 135+040, en la entrada del poblado de Oyón.

2.1 Geodesia

Para la adopción del sistema de coordenadas UTM (WGS-84) se requirió de 2 puntos de posicionamiento establecidos por el Instituto Geográfico Nacional, situados en el área de trabajo que son los siguientes:

- Estación Churín (2001): situado en la Plaza de Armas de Churín
- Estación Oyón (2004): situado en la Plaza de Armas de Oyón.

2.2 Topografía

Desde la poligonal básica del estudio se enlazó el sistema de coordenadas adoptado (UTM-WGS-84) a los puntos de intersección de la poligonal de trazo, cuya ubicación fue realizada en forma directa en el campo.

a) Sistema de coordenadas

Se utilizó como punto de inicio la placa geodésica correspondiente a la estación Churín y como estación de cierre y comprobación de la poligonal la estación de Oyón, con los valores que se proporcionan en cada una de las tarjetas.

Desde el punto de vista geodésico, se han fijado las coordenadas de cada PI de la poligonal en la estación Churín por medio de una poligonal electrónica de primer orden en dirección a Oyón, según el avance del trabajo topográfico, habiéndose establecido la poligonal completa para todo el proyecto.

b) Establecimiento de *Bench Marks*

Los puntos de control altimétrico (BM's) fueron establecidos con una equidistancia aproximada de 500 m. tomando como punto de partida la altitud de la estación geodésica de Churín, cuya cota fue establecida como base de la red de nivelación para el proyecto.

Para que un estudio de carreteras tenga la garantía que se exige es muy importante que la topografía esté correctamente ejecutada, con todos los controles tanto en trazo como en nivelación. Para lo cual una vez que entreguen el estudio, con los planos del proyecto, se debe verificar en campo lo presentado en el estudio ya que los trabajos de topografía son la columna vertebral del proyecto, de aquí se desprenden las demás especialidades, como son el diseño geométrico, drenaje, suelos, geotecnia, geología, pavimentos etc.

2.2.1 Trazo

El trazo vial ha sido definido sobre la poligonal establecida, efectuando mejoramientos en los alineamientos y radios de curvas respetando en lo posible las normas y los parámetros de diseño establecidos para la carretera.

Además se ha tenido en cuenta para la definición del eje de diseño, la existencia de problemas de geodinámica externa, como zonas inestables, conos de deyección de deslizamientos y otros que en muchos casos impiden un tratamiento estrictamente técnico de diseño se justificarían a fin de contar con soluciones a un costo razonable de construcción.

Para un buen diseño geométrico de la vía es necesario contar con un levantamiento topográfico de la franja con una red de apoyo (triangulación) para definir los puntos geodésicos.

Se tendrá cuidado en las zonas arqueológicas donde se presenten vestigios de restos arqueológicos, donde se deberá inmediatamente realizar el estudio y obtener el CIRA (Certificado Inexistente de Restos Arqueológicos).

Al determinar el eje de la vía se deberá de empadronar a los posibles afectados disponiendo la intervención del PACRI (Plan de Compensación y Reasentamiento Involuntario), cuyo objetivo principal es minimizar las alteraciones que puedan sufrir en el aspecto socio-económico, las personas que viven en la zona de influencia del proyecto.

A continuación, la figura 2.1 muestra una zona arqueológica aledaña a la carretera en estudio.

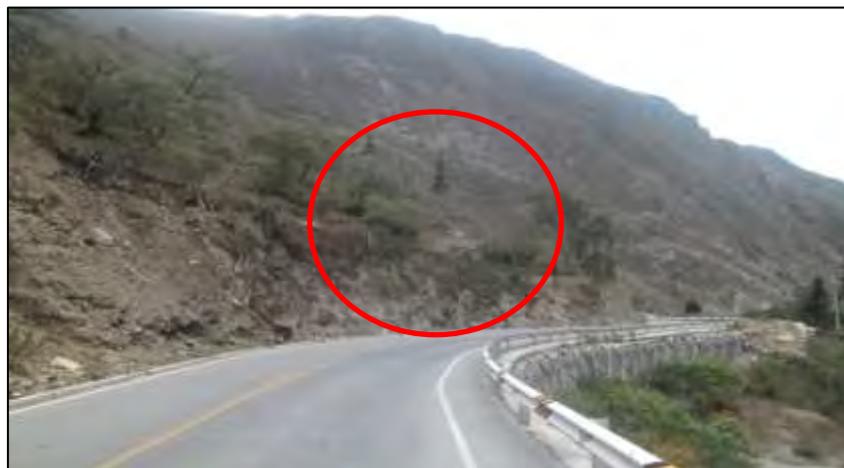


Figura 2.1 - Zona arqueológica junto a carretera Churín - Oyón

2.2.2 Nivelación

Se ha establecido una red de nivelación con BM's cada 500 m. que han sido materializados en puntos fijos del terreno u obras civiles como rocas, veredas, cabezas de alcantarillas, etc. Todos los BM's han sido referenciados y pintados para su fácil identificación.

La nivelación se ha extendido a cada una de las estacas del trazo mediante nivelación geométrica de precisión y en ningún caso se ha obtenido en el cierre valores mayores a la tolerancia establecida para este tipo de trabajos.

2.2.3 Secciones transversales

Las secciones transversales han sido ejecutadas en cada una de las estacas establecidas durante el trazo de la carretera, en cada lado del eje para establecer la respectiva sección de la vía.

La información obtenida del trazo, nivelación y secciones permite efectuar la modelación digital del terreno, básica para todos los trabajos de diseño vial y elaboración de la información en planos que han de servir para la ejecución de la construcción.

Es necesario que se clasifique el tipo de material por el cual está atravesando la vía. A continuación, la figura 2.2 muestra algunas secciones transversales de la carretera en estudio.

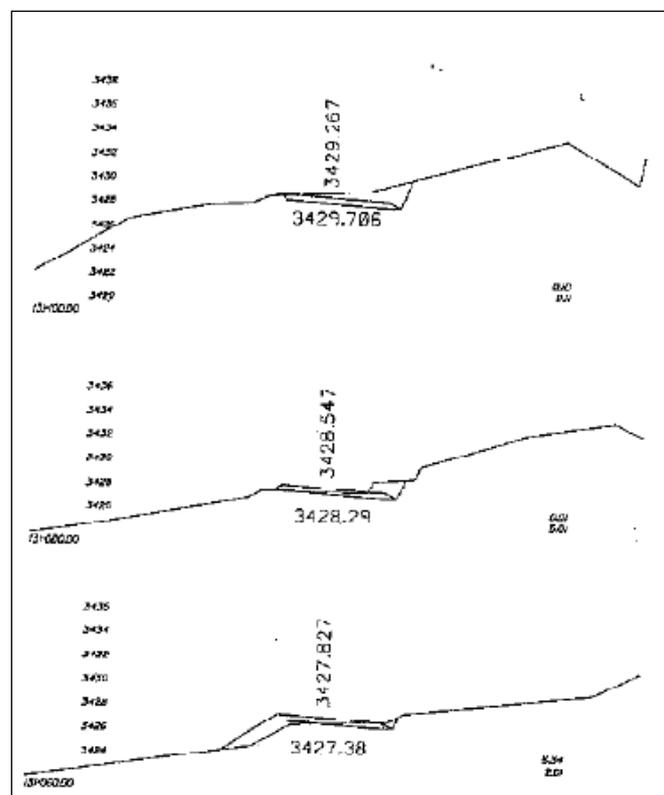


Figura 2.2 - Secciones transversales de la carretera Churín- Oyón

2.3 Estudio del tránsito y de cargas

La carretera Churín-Oyón tiene dos sectores claramente diferenciados en cuanto a la demanda de transportes.

La primera comprendida entre el puente Tingo y el poblado de Churín, por los recursos termo medicinales que posee.

La segunda es entre Churín y Oyón que tiene menos demanda que la anterior, pero por ser capital de provincia y también por la presencia de empresas mineras le da un flujo permanente de tráfico.

La verificación de este comportamiento del tráfico induce a la instalación de dos estaciones de control para el aforo vehicular y su clasificación. La metodología y descripción de los trabajos para la ejecución de los estudios de tráfico en que se incluyen conteos, encuestas origen-destino, pesos y velocidad.

El estudio de tráfico se realizó considerando lo siguiente:

- Los conteos son volumétricos y clasificados por tipo de vehículo, durante siete (7) días continuos.
- Con los correspondientes factores de corrección estacional se obtuvo el Índice Medio Diario Anual (IMDA) de tráfico que corresponde al tramo por tipo de vehículo.
- Se realizó una encuesta origen – destino en las estaciones mencionadas, incluyendo tipo de vehículo, marca, modelo, año, número de ocupantes, tipo de combustible, propósito de viaje, frecuencia de viaje, peso vacío cargado, carga útil, producto transportado y costo de viaje al usuario.
- Censo de carga por tipo de vehículo pesado y por ejes (camiones y buses), para de esta manera obtener las cargas, factores de carga reales actuantes sobre el pavimento, la presión de las llantas para obtener el factor de ajuste a los factores de carga y el factor carril y direccional de carga.
- Medición de velocidades y obtención de la velocidad media de operación por tipo de vehículo.
- El estudio de tráfico incluye en la encuesta origen-destino la opinión de los conductores que permitirá evaluar los beneficios del proyecto.
- El estudio de tráfico incluye el análisis de la demanda del tránsito no motorizado (peatones, ciclistas, arreo de ganado) y recolección de información sobre la accidentalidad en la carretera.

Las estaciones de control vehicular se ubicaron de acuerdo a los antecedentes existentes considerando los tramos homogéneos en volumen y composición vehicular y se ubican según la tabla 2.1.

Tabla 2.1 – Estaciones de control

Estación	Nombre	Ubicación
E1	Puente Tingo	Ingreso a Churín (arco de Churín Km. 104)
E2	Oyón	Salida del poblado de Ayarpongo (Km. 107)

Es necesario realizar el estudio de tráfico mínimo dos semanas, en dos periodos diferentes cada uno de una semana, sin considerar las fiestas patronales de la población. La clasificación vehicular correspondió a autos-camioneta rural, micros, ómnibus de 2 ejes, ómnibus de 3 o más ejes, camiones de 2 ejes, camiones de 3 ejes, camiones de 4 ejes, camiones articulados de 3 ejes, 4 ejes, 5 ejes, 6 ejes y 7 ejes, desagregados en trailers y semitrailers.

Se utilizaron contómetros manuales para el control vehicular.

En las tablas 2.2 y 2.3 presentamos por cada estación de control vehicular y su sentido de circulación. De la misma manera se presenta la tabla 2.4.

En transporte público de pasajeros en camioneta rural y microbús, el volumen de mayor magnitud se da en la primera estación de la carretera en estudio.

Tabla 2.2 - Volumen diario clasificado - Tramo puente Tingo - Churín

Tipo de vehículo	Puente Tingo-Churín	Churín - Puente Tingo	Total	%
Auto	7	7	14	4%
Camioneta	79	84	163	46%
Camioneta R.	30	30	60	17%
Micro	1	1	2	1%
Ómnibus de 2	10	12	22	6%
Ómnibus de 3	0	0	0	0%
Camión 2 ejes	15	16	31	9%
Camión 3 ejes	6	2	8	2%
Camión 4 ejes	0	0	0	0%
Semitrailer	27	27	54	15%
Trailer	0	0	0	0%
TOTAL	175	179	354	100%
% sentido	49%	51%	100%	

Tabla 2.3 - Volumen diario clasificado - Tramo Churín - Oyón

Tipo de vehículo	Churín - Oyón	Oyón - Churín	Total	%
Auto	5	5	10	3%
Camioneta	75	77	152	46%
Camioneta R.	27	27	54	17%
Micro	2	2	4	1%
Ómnibus de 2	5	6	11	3%
Ómnibus de 3	0	0	0	0%
Camión 2 ejes	15	16	31	10%
Camión 3 ejes	5	2	7	2%
Camión 4 ejes	0	0	0	0%
Semitraylers	29	29	58	18%
Traylers	0	0	0	0%
TOTAL	163	164	327	100%
% sentido	50%	50%	100%	

Tabla 2.4 – Productos transportados – Carretera Churín - Oyón

Producto	ORIGEN			DESTINO				Total
	Región	Prov.	Distrito	Región Lima			Reg. Huánuco	
				Lima	Churín	Oyón	Ambo	
Azúcar	Lima	Huaura	Sayán		3%	3%	3%	9%
Fruta	Lima	Huaura	Huacho.		3%	3%	3%	9%
Papa	Huánuco	Ambo	Ambo	3%				3%
Hortalizas	Lima	Huaura	Huacho.		2.50%	2.50%		5%
Minerales	Lima	Oyón	Oyón	40%				40%
Materiales de Const.	Lima	Huaura	Huacho.		5%	5%		10%
Cemento	Lima	Huaura	Huacho.		2.50%	2.50%		5%
Combustible	Lima	Huaura	Huacho.		5%	5%		10%
Abono	Lima	Huaral	Huaral.		3%	3%	3%	9%
T O T A L								100%

2.4 Diseño geométrico

El diseño geométrico de la vía analizada está fundamentalmente basado en sus condiciones y características actuales, teniendo en consideración las condiciones orográficas predominantes en cada sector y la demanda de transporte prevista.

La ruta en estudio dentro de su desarrollo presenta tres sectores con desarrollos y curvas de vuelta ubicados en áreas cercanas a los puentes Moroc, Tectahuayin y Viroc que dificultan la circulación y reducen la velocidad.

El área urbana más importante se encuentra en Churín y en el centro poblado de Ayarpongo, que se encuentran muy próximos entre ellos, formando en la práctica una sola unidad urbana.

Otro centro urbano-rural con viviendas aisladas se encuentra en la zona de Viroc.

Las condiciones orográficas de infraestructura, de demanda vehicular y circulación han sido motivo de análisis para el planteamiento de las características de diseño que se ha utilizado en la carretera, siendo las velocidades de diseño de 40 y 30 km/h y se aplican en los sectores que se indican a continuación en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5 – Tabla de velocidades de diseño

$V_D = 40 \text{ km/h}$	$V_D = 30 \text{ km/h}$
Km. 106+000 – Km. 112+000	Km. 112+000 – Km. 115+000
Km. 115+000 – Km. 119+000	Km. 119+000 – Km. 122+000
Km. 122+000 – Km. 125+000	Km. 125+000 – Km. 127+000
Km. 127+000 – Km. 132+000	Km. 132+000 - Km. 135+000

Es necesario considerar en el diseño de la vía sobreanchos, plazoletas de cruce cada 5 km., banquetas, peraltes de la vía en curvas verticales y horizontales. Ver figuras 2.3 y 2.4.



Figuras 2.3 - Diseño geométrico de la carretera



Figuras 2.4 - Diseño geométrico de la carretera

2.5 Estudios geotécnicos y de suelos

La plataforma conformada por la capa de afirmado y suelos de subrasante, los materiales de canteras y fuentes de agua del actual tramo Churín - Oyón, están compuestos por suelos variables (mayormente arenas y gravas), presentando características físico-mecánicas y químicas diferentes. Por ello se han realizado trabajos

de campo, laboratorio y gabinete, con la finalidad de procesar, identificar e interpretar cada uno de los resultados, los cuales forman parte del estudio definitivo para la rehabilitación y mejoramiento de la carretera.

El objetivo del presente estudio es diseñar un pavimento con una estructura resistente, para permitir una adecuada serviciabilidad a los usuarios durante el periodo de vida de diseño, teniendo en cuenta las características geométricas, el comportamiento del terreno natural, el aporte estructural (SN) del afirmado de la carretera existente y el tránsito pasante actual. En este caso el nivel de la superficie de rodadura será contemplando una carpeta asfáltica en caliente de superficie (MACS).

Es necesario ubicar las fuentes de agua determinando su calidad, potencial y frecuencia.

2.5.1 Estudio de suelos

Los estudios de suelos consistieron en la toma de muestras y datos de los suelos mediante calicatas o exploraciones a cielo abierto, definiendo los estratos y la subrasante (terreno natural o relleno). Además se tuvo como referencia el estacado del trazo actual de la carretera con la finalidad de evaluar y establecer las características físico-mecánicas de la subrasante (terreno natural) sobre la cual se apoyará la rasante (estructura del pavimento).

Las calicatas fueron ejecutadas con un espaciamiento de 250 ml. y a una profundidad mínima de 1.50 m., identificando los estratos y sus espesores.

Los ensayos de densidades de campo se han ejecutado “in situ”, mediante el método del cono de arena a la capa de subrasante, el espaciamiento para las densidades fue cada 2 kilómetros.

2.5.2 Estudio de canteras, geotecnia y geología

La ubicación de canteras es muy importante para la construcción de la carretera, por ello es que en el estudio de canteras se ha ubicado materiales aparentes para el empleo en las diferentes capas de pavimento y obras de arte.

Se ha realizado un reconocimiento a lo largo del tramo Churín - Oyón, incluyendo las áreas de influencia cercanas: quebradas, cauces secos y todos los lugares que pudiesen acusar la existencia de materiales sedimentarios en el subsuelo; también en las zonas que geológicamente pueden ser fuentes de rocas intemperizadas o de materiales granulares aparentes para la construcción de las capas del pavimento y obras de concreto con cemento Portland, con un fácil acceso, fácil explotación y mínimas distancias de acarreo a la obra.

Las canteras utilizadas fueron:

- Cantera El Horno en el km. 100+660, de piedra y arena para capas granulares, mezclas asfálticas y mezclas con cemento Portland.
- Cantera Shishicalla en el km. 110+860, de arena para mezclas asfálticas.
- Cantera Yanamayo en el km. 117+900, de piedra y arena para capas granulares, mezclas asfálticas y mezclas con cemento Portland.

- Cantera Rupay en el km. 122+000, predomina la arena para mezclas asfálticas.
- Cantera Maticacra en el km. 128+870, de piedra y arena para capas granulares.

Es importante determinar la potencia y rendimiento de las canteras, asimismo determinar su granulometría, sus límites, su clasificación, próctor, el porcentaje de abrasión, capacidad de soporte y sus posibles usos en la estructura del pavimento.

El estudio ejecutado comprende el ámbito local y regional, teniendo como eje la vía Churín - Oyón, donde se han definido las características estructurales (fallas, plegamientos etc.), los problemas de geodinámica externa y la actividad sísmica regional. Así como un análisis de detalle en una franja de 50 m. a cada lado del eje de la vía proyectada, donde se describen con particularidad, las características naturales de las rocas y suelos existentes en el trazo proyectado y los problemas de geodinámica externa (particularmente deslizamientos, derrumbes, aluviones y caída de rocas) que inciden directamente sobre la misma.

Para el caso de las “zonas críticas” se han hecho estudios geológicos de detalle e investigaciones geotécnicas que han permitido obtener parámetros para el análisis de estabilidad, que finalmente ha devenido en la concepción y diseño de las obras de estabilización.

Para la determinación de los taludes de corte en suelos y rocas, se han realizado análisis de estabilidad en suelos mediante el método del equilibrio límite y en el caso de rocas, se ha analizado su estabilidad mediante la ejecución de estaciones geomecánicas.

Para reducir al mínimo la inestabilidad en condiciones locales especiales, deberán tomarse en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- En caso de derrumbes y caída de rocas de gran altura, poco fracturadas o masivas, deberán ser construidas con plataformas de 3 a 5 metros de ancho, 8 a 15 metros de alto y con un talud de corte de 1:4 (H/V).
- En caso de macizos rocosos muy fracturados a fragmentados, los cortes de talud recomendado variarán entre 1:3 a 1:1.5 (H/V).
- En caso de taludes de corte en suelos de 2 hasta 5 m. de altura, se recomienda un talud de 1:3 (H/V).
- En suelos inestables se recomienda el uso de una serie de banquetas (terraplenes) con gradas verticales bajas (entre 1 a 1.5 m. de altura), con una inclinación total del talud de 1:1 (H/V), y un terraplén bajo al pie del talud, para evitar que el desmoronamiento pueda tapar la cuneta, así como revegetar las banquetas.

Es necesario que en el estudio geológico se determine la formación geológica de la zona a intervenir, la estabilidad de los taludes, los tipos de falla que pudieran presentarse, las zonas críticas que se pudieran activar, las zonas con formación de cárcavas, etc.

2.6 Diseño de pavimento y secciones típicas

Las estructuras de diseño por los métodos AASHTO – 93 y ASPHALT INSTITUTE presentan los resultados que se detallan a continuación en las Tablas 2.6 y 2.7.

Tabla 2.6 – Comparación de pavimentos sin control de cargas

Método AASHTO-93 e Instituto del Asfalto (Sin control de cargas)				
Capas de la estructura del pavimento	Espesores en cm.			
	AASHTO - 93		Asphalt Institute	
	10 años	20 años	10 años	20 años
Sub base granular	15.00	15.00	20.00	
Base granular	25.00	25.00	20.00	
Carpeta asfáltica en caliente	8.00	10.00	18.00	
Refuerzo carpeta asfáltica en caliente	4.00		5.30	

Tabla 2.7 – Comparación de pavimentos con control de cargas

Método AASHTO-93 e Instituto del Asfalto (Con control de cargas)				
Capas de la estructura del pavimento	Espesores en cm.			
	AASHTO - 93		Asphalt Institute	
	10 años	20 años	10 años	20 años
Sub base granular	15.00	15.00	16.00	
Base granular	20.00	20.00	20.00	
Carpeta asfáltica en caliente	8.00	10.00	14.00	
Refuerzo carpeta asfáltica en caliente	3.00		5.60	

De la comparación de resultados se considera que los espesores del *Asphalt Institute* son conservadores y evidentemente más costosos.

El diseño del pavimento determinará el volumen de material que se requiere a nivel de sub base, base y carpeta asfáltica, para poder anexar otras canteras si es que las que existen no abastecen a la cantidad requerida. A continuación, la Figura 2.5 muestra el paquete estructural típico de la carretera en estudio.

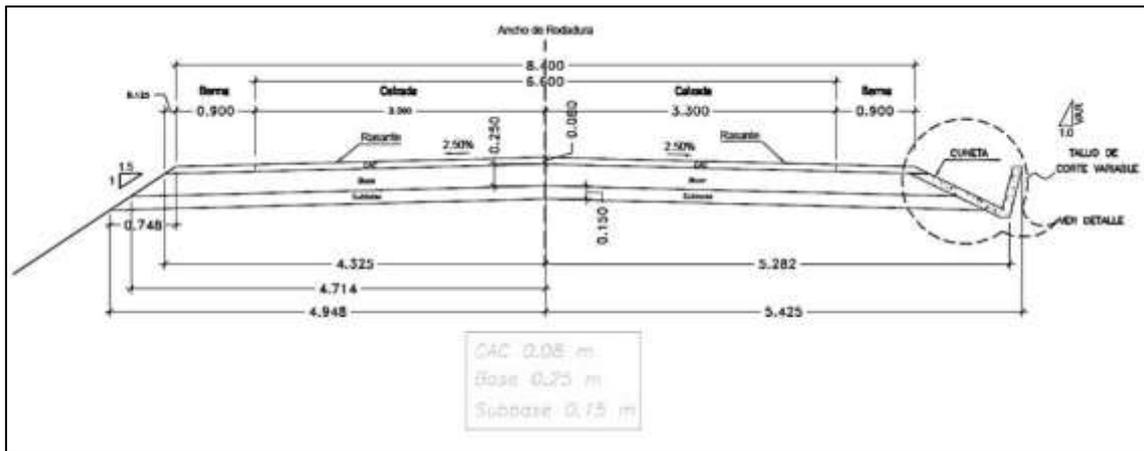


Figura 2.5 - Paquete estructural típico

Capítulo 3

Fallas constructivas y estructurales presentadas en la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Churín - Oyón

3.1 Breve descripción del fenómeno lluvioso

Se ha realizado el estudio hidrológico con la finalidad de poder apreciar el balance hídrico, así como la evaluación de los caudales de los ríos y quebradas con fines de la construcción de puentes, alcantarillas y cunetas laterales en los caminos, cruces de canales de riego y cruce de aguas termales.

En los cruces con las quebradas menores, las áreas hidráulicas requeridas son menores a los que demanda las condiciones de materiales de transporte de sólidos o empalizadas, para lo cual se planteó alcantarillas mínimas de 36”.

Para el caso de quebradas mayores, donde es frecuente la ocurrencia de deslaves y huaycos, se proyectarán estructuras de badenes.

Las excesivas precipitaciones pluviales originan inundaciones, que tiene como consecuencia la destrucción de caminos y de las obras de arte.

Debido a que no están disponibles registros de aforos para la estimación de las descargas máximas de los ríos y quebradas que cruzan la carretera, es necesario hacer la estimación de máximos caudales por métodos indirectos a partir de los registros de lluvias, empleando la formula racional para áreas de cuencas pequeñas, menores de $10km^2$, y empleando un hidrograma unitario para quebradas de cuencas mayores.

Se asumieron periodos de retorno en función al riesgo de ocurrencia de la avenida en relación a la edad de servicio de la estructura, es decir periodos de 20, 50 y 100 años para alcantarillas y puentes, y una verificación en la profundidad de socavación en estribos de puentes con caudales de recurrencias de 200 años.

En el Anexo A se encuentran los caudales que se utilizaron para dimensionar las estructuras de drenaje, estos datos corresponden a los valores de las precipitaciones máximas en 24 horas registradas en las estaciones.

Los análisis de frecuencia de las precipitaciones máximas diarias se han realizado con las distribuciones de “*Gumbel, Log Normal y Log Pearson Tipo III*”, de ellas se elige el valor que mejor ajuste.

En el Anexo A se adjuntan los cuadros de las máximas avenidas que tiene el río Huaura, estas se deben considerar en el diseño de las estructuras.

Las lluvias que se presentaron en febrero del 2012 han sido excepcionales, solo se han presentado en la zona, de esta misma magnitud, hace 15 años.

3.2 Fallas constructivas y estructurales

3.2.1 Fallas en la calzada

Para proteger la plataforma de rodadura a lo largo del proyecto, se ha evaluado que la mayor parte del recorrido de la vía vaya paralela al río Huaura, el cual presenta una pendiente de hasta 10%, lo que causa un flujo turbulento con capacidad de erosión en las bases de las riberas. Debido al riesgo de erosión que existe en las riberas del río Huaura se ha construido una defensa ribereña con muros de gaviones tipo colchón Reno en las zonas de baja pendiente de cauce donde se tiene material de grava gruesa apropiado para llenar los cajones de los gaviones y con enrocado en las zonas de pendiente fuerte; utilizando roca de tamaño apropiado para estas defensas.

Los muros de gaviones han sido ejecutados con la finalidad de trabajar como muros de contención a lo largo de la vía ejecutada; estos muros presentan un empotramiento de 0.50 m. en terreno natural como mínimo y las alturas que varían de 2.00 a 4.00 m, los cuales soportan una sobrecarga promedio de tráfico de 12 KN/m², estipulada por AASHTO para vías y carreteras.

A continuación, la figura 3.1 muestra una vista de los muros de gaviones.



Fig.3.1 - Protección con gaviones

En algunos casos donde los gaviones no cumplieron con los requerimientos de estabilidad global se utilizó el sistema de suelo reforzado, estos permiten conformar una estructura resistente y flexible con mayor capacidad de retención de los empujes del suelo.

En ambos tipos de estructura se colocó un filtro de geotextil en la interface gavión – suelo o fachada – suelo, este evitará la migración de finos por filtraciones de agua y asegurará el correcto desempeño del relleno compactado.

Para la colocación del pavimento asfáltico se realizó una imprimación asfáltica a la superficie preparada de la base granular, que estuvo nivelada, compactada y conformada de material bituminoso entre 0.70 – 1.50 lt/m², de esta manera se obtuvo una penetración dentro de la capa granular de apoyo de 7 mm, el mismo que fue verificado cada 25 m.

Se colocó carpeta asfáltica de 8 cm. de espesor de acuerdo a las recomendaciones de la EG-2000 sobre mezclas asfálticas en climas fríos con altitud mayor a 3000 m.s.n.m, se utilizaron dos tipos de asfalto:

- PEN 85-100, se usó desde el inicio del proyecto Churín hasta el km. 126+000 (proximidades de Viroc), donde se evidencia un clima más frío y una altura de 3200 m.s.n.m.
- PEN 120-150, se utilizó desde el km. 126+000 hasta el km. 131+000 (fin del proyecto).

A continuación enumeraremos las causas que ocasionaron las fallas de la calzada:

- Deterioros ocasionados en la plataforma de origen geotécnico y de drenaje.
- Taludes superiores sin un peinado o desquinche adecuado, generando el desprendimiento de las rocas menudas sobre la plataforma esto ocasiona deterioros superficiales.
- Terrenos de borde poco estable que presentan asentamientos severos.
- La calzada presenta fisuras longitudinales, por estar sobre rellenos con material inestable mal confinados y de alturas considerables.
- Rellenos laterales con reforzamiento metálico en el que, por falta de una adecuada conformación de los materiales de relleno, se ve un desplazamiento del relleno lateral que genera fisuras longitudinales.
- Inadecuada construcción de los gaviones, los cuales presentan colapso por asentamiento, estabilidad y rotura de las mallas.
- Presencia de agrietamientos en el límite lateral de la carpeta asfáltica y en parte del relleno lateral, realizado con material inestable pronto a colapsar.
- Asentamiento de muros de contención por mala cimentación.
- Asentamiento del relleno del talud inferior por uso de material inadecuado.
- Presencia de fisuras longitudinales, a causa de la excesiva humedad debajo del pavimento, asimismo se observa deformaciones leves y desgaste superficial en la superficie de rodadura.
- Presencia de agrietamientos y fisuras en los bordes y en las losas de salida de las alcantarillas debido al bajo soporte del terreno de fundación y por tener un talud inestable con fuerte pendiente.

- Presencia de losas emboquilladas y colapsadas en algunas alcantarillas, esto se debe a que está ubicado en terrenos de fundación de baja conformación causada por la presencia de cárcavas en el talud inferior.
- Las grietas o fisuras por lo general están ubicadas en el borde de las bermas en la corona del talud inferior, cuyos materiales superficiales son poco estables debido a su humedad excesiva, comprometiendo en parte la estabilidad de la plataforma de rodadura, con defectos estructurales como hundimientos, colapso de la plataforma, fisuras o grietas longitudinales causados por la percolación del agua acumulada en los bordes o por deficiente confinamiento lateral que reduce el valor portante de las capas del pavimento.

A continuación mencionaremos algunas fallas encontradas en el tramo:

3.2.1.1 Sector km. 108+360

En esta progresiva se aprecian fisuras con un ancho mayor a 3 mm, las mismas que se han reflejado sobre el tratamiento realizado como se muestra en la figura 3.2. Se determina que se requiere realizar mayores análisis, debido a que el fisuramiento continúa.



Fig. 3.2.- Vista de fisuras en el km. 108+360

3.2.1.2 Sector km. 109+980 al km. 110+060 (Zona arqueológica)

En la Figura 3.3 se observan fisuras longitudinales selladas en el carril izquierdo, asimismo se nota asentamiento en el borde de las guardavías por la construcción del muro de contención anclado tipo paraguas.



Fig. 3.3 - Fisuras longitudinales en el km. 109+980



Fig. 3.4 - Guardavías afectados por asentamiento

3.2.1.3 Sector km. 115+750

Las figuras 3.5, 3.6, 3.7 y 3.8 muestran claramente el asentamiento de talud de relleno en el lado izquierdo, con presencia de grietas en bermas entre 3.00 y 5.00 cm. en una longitud de 20 m., en la que se puede apreciar el colapso del terraplén y el pavimento.



Fig. 3.5 - Vista del agrietamiento en la berma izquierda en el Km. 115+750



Fig. 3.6 - Magnitud del agrietamiento en la berma en el km. 115+750



Fig. 3.7 - Agrietamiento en el borde de la berma y del talud inferior – Km. 115+750



**Fig. 3.8- Agrietamiento en el borde de la berma y del talud inferior – Km. 115+750
(2)**

3.2.1.4 Sector km. 119+820

Asentamiento del talud de relleno en el margen derecho con presencia de fisuras longitudinales mayores a 5 mm. en el carril derecho y corona de talud inferior, en una longitud de 20 m, como se puede apreciar a continuación en las figuras 3.9 y 3.10.



Fig. 3.9 - Fisura longitudinal en el Km. 119+820



Fig.3.10 - Magnitud de la fisura longitudinal – Km. 119+820

3.2.1.5 Sector km. 119+945 al km 119+960

Asentamiento del talud de relleno del margen derecho con presencia de fisuras longitudinales mayores a 3 mm. en una longitud de 15 m. aproximadamente, como se observa claramente en la figura 3.11.



Fig. 3.11 - Magnitud de la fisura longitudinal – Km. 119+820

3.2.1.6 Sector Km. 121+400 (Antes del puente Rupay)

A continuación, las figuras 3.12, 3.13 y 3.14 muestran el agrietamiento del carril derecho, con un espesor mayor a 1 cm., en una longitud de 15 m; posiblemente el terraplén y la estructura del pavimento se hayan construido sobre rellenos no confinados adecuadamente.



Fig. 3.12 - Fisura longitudinal en el Km. 121+400



Fig. 3.13 - Vista de la magnitud de la fisura - Km. 121+400



Fig. 3.14 - Agrietamiento del carril y berma derecha – Km. 121+400

3.2.1.7 Sector Km. 124+450

Asentamiento de berma y cunetas de mampostería de piedra, con presencia de grietas mayores a 10 cm., tal y como se aprecia en las figuras 3.15 y 3.16. Se determina que el material donde fueron cimentadas la cuneta y berma fue sobre relleno DME sin mayor confinamiento.



Fig. 3.15.- Agrietamiento en berma y cuneta – Km. 124+450



Fig. 3.16 - Vista de la magnitud de la grieta– Km. 124+450

3.2.1.8 Sector Km. 124+920

Se aprecian grietas en el carril derecho de la plataforma, que en ese sector presenta una sección en curva como se observa en la figura 3.17. Si es vista desde el muro de gavión que soporta la plataforma de rodadura se puede apreciar una mala compactación. Ver figura 3.18.



Fig. 3.17 - Vista de la magnitud de la grieta- Km. 124+920



Fig. 3.18 - Vista del muro de gaviones- Km. 124+920

3.2.1.9 Sector Km. 125+535

Presencia del colapso y desplazamiento del emboquillado y mampostería a la salida de la alcantarilla en el lado derecho de la vía, tal y como se muestra en la figura 3.19. No se observa la uña o dentellón en el extremo de la salida del emboquillado de la alcantarilla.



Fig. 3.19 - Vista del colapso de la mampostería a la salida de la alcantarilla– Km. 125+535

3.2.1.10 Sector Km. 125+700

La figura 3.20 muestra la presencia de fisuras en un asentamiento a través de toda la calzada de forma diagonal, en el km. 125+700 se puede apreciar un tratamiento de fisuras. Posiblemente se trate de un asentamiento de todo el terraplén en suelos de mal comportamiento de fundación.

Asimismo, se puede observar en las figuras 3.21, 3.22, 3.23 y 3.24 la magnitud de dichas fisuras y el desnivel pronunciado en la calzada, producido por el asentamiento en mención.

Se hará el seguimiento respectivo para identificar plenamente el origen y evolución de esta falla, de esta manera poder determinar una alternativa de solución, que al parecer pasaría por una reconfiguración de terraplén y pavimento.



Fig. 3.20 - Fisuras diagonales en el Km. 125+700



Fig. 3.21 - Vista de la magnitud del desnivel y las fisuras en forma diagonal al eje de la vía- Km. 125+700 (1)



Fig. 3.22 - Vista de la magnitud del desnivel y las fisuras en forma diagonal al eje de la vía - Km. 125+700 (2)

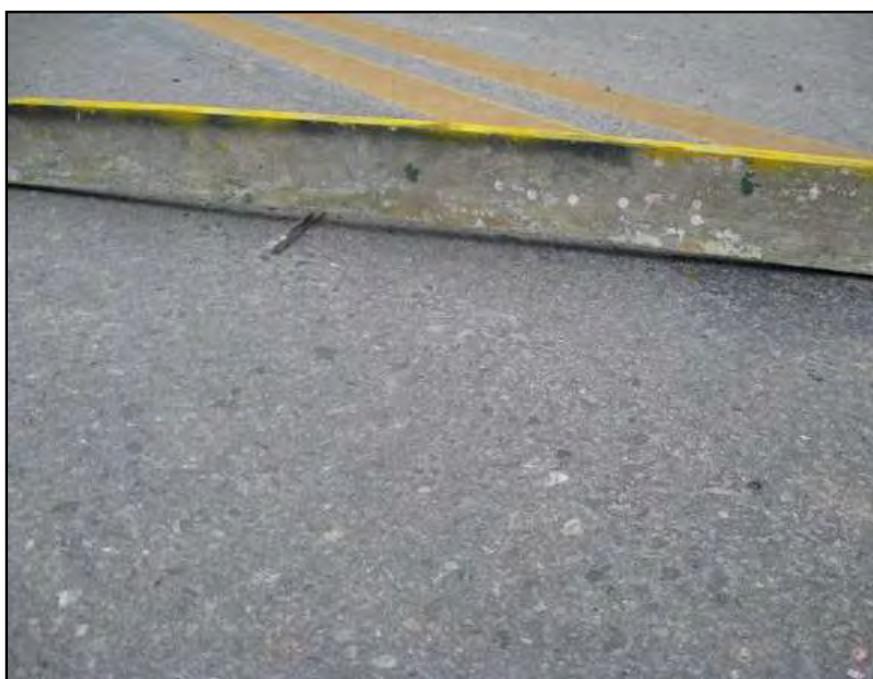


Fig. 3.23 - Vista de la magnitud del desnivel y las fisuras en forma diagonal al eje de la vía- Km. 125+700 (3)



Fig. 3.24 - Fisuras de más de 3mm de espesor y desnivel pronunciado- Km. 125+700

3.2.1.11 Sector Km. 127+200

Las imágenes 3.25 y 3.26 muestran el desnivel de la plataforma en la progresiva señalada, asimismo, en la fig. 3.27 se observa un desnivel por asentamiento en un sector de la cuneta revestida con mampostería de piedra. Posiblemente se trate de un asentamiento de todo el terraplén en suelos de mal comportamiento de fundación (zona de bofedal con suelos orgánicos altamente compresibles).

Se hará el seguimiento respectivo para identificar plenamente el origen y evolución de esta falla, de esta manera poder determinar una alternativa de solución, que al parecer pasaría por enrocados de terreno de fundación, reconformación de terraplén y de pavimento.



Fig. 3.25 - Vista de desnivel en el Km. 127+200 (1)



Fig. 3.26 - Vista de desnivel en el Km. 127+200 (2)



Fig. 3.27 - Sector de cuneta revestida con mampostería de piedra, con vista del desnivel en el Km. 127+200

3.2.1.12 Sector Km. 127+700

Las imágenes 3.28 y 3.29 muestran el parchado en el sector de la alcantarilla del Km. 127+700, se aprecian fisuras y el asentamiento en relación a la carpeta asfáltica del sector.

Se realizará el monitoreo respectivo para definir el tratamiento a seguir para su solución, posiblemente el origen de esta falla pueda ser solamente de una deficiente compactación del parchado con carpeta asfáltica o de lo contrario la mala densificación de los suelos de la estructura del pavimento.

La alternativa de solución será la nivelación de la carpeta asfáltica o de lo contrario la reconfiguración de toda la estructura del pavimento.



Fig. 3.28 - Vista del parchado y desnivel en el Km. 127+700 (1)



Fig. 3.29 - Vista del parchado y desnivel en el Km. 127+700 (2)

3.2.1.13 Sector Km. 130+400

Asentamiento del carril izquierdo y talud de relleno, con presencia de grietas de más de 25 cm. de ancho y en una longitud de 35.00 m, tal como se aprecia a continuación en las Fotografías 3.30 y 3.31.

La zona fisurada se asentó totalmente, colapsando parte de la estructura del terraplén. Una razón del asentamiento existente sea posiblemente la infiltración de aguas pluviales por la parte alta del talud de corte del lado derecho, donde existen excavaciones y presencia de material arcilloso y también el relleno mal compactado en el talud inferior.



Fig. 3.30 - Agrietamiento en la calzada – Km. 130+400



Fig. 3.31 - Vista de la magnitud de la grieta– Km. 130+400



Fig. 3.32 - La zona fisurada se asentó totalmente, colapsando parte de la estructura del terraplén en el Km. 130+400 (1)



Fig. 3.33 - La zona fisurada se asentó totalmente, colapsando parte de la estructura del terraplén en el Km. 130+400 (2)



Fig.3.34 - La zona fisurada se asentó totalmente, colapsando parte de la estructura del terraplén en el Km. 130+400 (3)

3.2.2 Fallas presentadas en los puentes

En este tramo se construyeron 08 puentes de concreto armado sobre el río Churín; por la fuerte pendiente que tiene el río se construyó en todos los puentes enrocados, aguas arriba y abajo del puente, con la finalidad de encauzar y evitar erosión que comprometa la subestructura.

En los planos de planta de los puentes propuestos en el expediente técnico no se han encontrado detalles de cálculo de las defensas de protección de los estribos, tipo de enrocados y las fallas presentadas en las estructuras son:

- Socavamiento en el material de relleno.
- Taludes inferiores inestables, susceptibles a erosión por no tener el talud adecuado y la falta de confinamiento.
- Colapso del enrocado, por no tener los taludes adecuados, las rocas están acomodadas sobre un material conglomerado.

A continuación se presentarán algunas fallas que se tiene en este tramo de carretera:

3.2.2.1 Sector Puente Tectahuayin. (Km. 114+746 a Km. 114+777)

Colapso del enrocado de encauzamiento de río, aguas abajo lado izquierdo, falta malla geotextil, se observar a continuación en la fotografía 3.35.



Fig. 3.35 - Estructura colapsada por falta de cimentación

3.2.2.2 Sector Puente Mallay (Km. 118+280)

A continuación, en las imágenes 3.36 y 3.37 se puede observar la socavación del enrocado de encauzamiento de río lado izquierdo aguas abajo, en una longitud aprox. de 15 m. Se recomienda la reconstrucción del tramo de enrocado de tal manera que cubra el alero del puente como un refuerzo de pie de estribo.

Por otro lado, en la figura 3.36 se observa también en el cauce fragmentos de roca que de cierta forma desvían el flujo hacia la margen izquierda a la salida del puente de concreto armado, haciendo que parte de la corriente incida directamente sobre las proximidades del estribo izquierdo, aun cuando esta margen ofrece cierta concavidad.



Fig. 3.36 - Socavación en el lado izquierdo del estribo, aguas abajo del puente (1)



Fig. 3.37 - Socavación en el lado izquierdo del estribo, aguas abajo del puente (2)

3.2.2.3 Sector Puente Viroc I (Km. 124+150)

Colapso del enrocado de encauzamiento del río aguas arriba lado derecho, socavación del relleno estructural del alero derecho aguas arriba, con presencia de fisuras mayores de 5mm. en la berma derecha, en una longitud de 10 m, como se puede apreciar en las figuras 3.38 y 3.39.



Fig. 3.38 - Falla del enrocado por socavación, haciendo que los bloques rocosos se desplomen hacia el cauce, produciendo el colapso parcial del terraplén



Fig. 3.39 - Vista de la magnitud de la socavación

3.2.2.4 Sector Puente Rupay (Km. 122+000)

En este sector se aprecia la inclinación y deformación del muro de gavión con una longitud colapsada de 25 m. y 03 cuerpos de gavión aproximadamente, ubicado sobre la margen derecha del río aguas abajo, el cual sostiene material de excedente DME tal como se muestra claramente en la fig. 3.40. Aparentemente faltó cimentación para estabilizar la estructura.



Fig. 3.40 - Muro de gavión colapsado por socavamiento

3.2.2.5 Puente Viroc II (Km. 125+900 a Km. 125+950)

Las fotografías 3.41 y 3.42 muestran el colapso del relleno estructural del alero derecho aguas abajo con presencia de fisuras mayores a 2cm. en la berma derecha, en una longitud de 10.00 m. (Antes del puente lado derecho).

Además, las fotografías 3.43 y 3.44 revelan la presencia de socavación del enrocado de encauzamiento de río aguas arriba del puente en una longitud de 15 m. (pasando el túnel lado izquierdo).



Fig. 3.41 - Colapso del relleno estructural del alero derecho (1)



Fig. 3.42 - Colapso del relleno estructural del alero derecho (2)



Fig. 3.43 - Socavación del enrocado de encauzamiento del río aguas arriba del puente (1)



Fig. 3.44 - Socavación del enrocado de encauzamiento del río aguas arriba del puente (2)

3.2.3 Fallas encontradas en obras de drenaje

En este proyecto se tiene obras de drenaje como es, cunetas, alcantarillas badenes, etc.; algunas de estas obras han fallado por los siguientes motivos:

- Se presentan a la salida de las alcantarillas, con agrietamientos en los cabezales de las alcantarillas y en las losas de mampostería esto es por construirse algunos sobre el material de relleno y con taludes muy pronunciados.
- Las alcantarillas se encuentran ubicadas a media ladera, se ha tenido que prolongar la salida del flujo con estructuras de mampostería de piedra y además no se ha asentado sobre terreno firme y falta fijar la mampostería al final con dentellones.
- Las cunetas revestidas han sufrido rajaduras por el desprendimiento de material rocoso del talud superior por presentar taludes muy empinados.
- Algunos gaviones, enrocados tipo escollera y emboquillados para alcantarillas, no han tenido un buen control de calidad durante el proceso constructivo especificado; estas estructuras no son funcionales por que no cuentan con el soporte de estabilidad, no cuentan con un buen terreno de fundación.

A continuación se detallan algunas fallas:

3.2.3.1 Sector Km. 110+932

Salida de alcantarilla TMC de 36" se puede observar en la figura 3.45 la socavación del solado de mampostería de piedra por erosión regresiva y erosión laminar de talud inferior en zona adyacente al emboquillado.



Fig. 3.45 - Socavación de solado de mampostería en alcantarilla

3.2.3.2 Sector Km. 118+380

Colapso del solado de salida de alcantarilla TMC de 36" y presencia de asentamiento del talud de relleno. Se aprecia fisuras longitudinales en berma lado derecho mayor que 5mm. No hay prolongación del emboquillado en una longitud adecuada, como se observa en la figura 3.46.



Fig. 3.46 - Falta prolongación de emboquillado de alcantarilla

3.2.3.3 Sector Km. 119+755

El cabezal de salida de la alcantarilla TMC de 36", está conformado por muro de gavión, el mismo que ha colapsado, como se aprecia en la Fotografía 3.47; siendo la probable causa del colapso del cabezal el impacto de fragmentos de roca por derrumbe del talud de corte izquierdo.



Fig. 3.47 - Cabezal de salida de alcantarilla colapsado

3.2.3.4 Sector Km. 124+300

Las figuras 3.48 y 3.49 muestran el asentamiento del talud de relleno de la margen derecha y la socavación del solado de mampostería a la salida de alcantarilla, respectivamente.



Fig. 3.48 - Asentamiento del talud de relleno en la margen derecha



Fig. 3.49 - Presencia de agrietamiento en mampostería de piedra de protección al talud en cabezal de alcantarilla

3.2.3.5 Sector Km. 132+946

Esta es una de las zonas más críticas de la carretera rehabilitada, dado que presenta socavamiento a la salida de la alcantarilla, colapsando su cabezal y quedando parte de la calzada al aire por socavamiento del talud inferior, como se aprecia a continuación en las imágenes 3.50, 3.51 y 3.52.

Esta alcantarilla es utilizada para transportar los desperdicios de las aguas servidas del poblado de Oyón.

Por otro lado, se observa en la fotografía 3.53 la microcuenca deleznable que viene comprometiendo a la carretera, en la que se nota el material de arrastre en el talud inferior.



Fig. 3.50 - Cabezal de alcantarilla colapsada por erosión de la parte inferior de la estructura



Fig. 3.51 - Colapso de la alcantarilla que compromete a la plataforma de la calzada



Fig. 3.52.- Vista panorámica de la alcantarilla colapsada



Fig. 3.53 - Microcuena deleznable, con material de arrastre en el talud inferior

3.2.4 Fallas encontradas en taludes

La carretera está construida en la mayor parte de su recorrido paralelo al río Churín y a media ladera, para lo cual se requiere realizar cortes al talud natural que van de 5.0 m. a 30.0 m. de altura para el mejoramiento de la vía.

Estos taludes están conformados por material deleznable, material compacto y roca suelta y, para garantizar la estabilidad de los nuevos taludes, estos deberían ser perfilados, desmochando el material saliente y dándole su verdadero ángulo de reposo, asimismo dando soluciones para estabilizarlos, como por ejemplo el talud debería estar conformado de material compacto y se debe sembrar *ray grass* para estabilizarlo; si es material deleznable se debe fijar con mallas hasta que se estabilice para evitar el deslizamiento del material.

El recorrido de la vía atraviesa por varias zonas de deslizamientos antiguos cuyos materiales remanentes han quedado acumulados en el talud inferior y medio, sumado a la acción de las lluvias se hacen propensas a una reactivación del mismo, los cuales deberían ser retirados por presentar materiales inadecuados sin cohesión para no comprometer la estabilidad de la plataforma.

En algunos sectores el talud inferior de la plataforma adyacente al río es profundo con pendiente pronunciada de 60°, el mismo que está propenso a perder su estabilidad por gravedad. En este caso se deberá reforzar la plataforma con la colocación de gaviones o muros de sostenimiento, con previa evaluación del terreno de fundación.

Se ha observado que los taludes profundos que se ubican adyacentes al río y que fueron reforzados y conformados para ejecutar los rellenos laterales por medio de banquetas en su mayoría presentan problemas hidrogeológicos. En este caso, el contratista deberá consultar previamente al proyectista con respecto al método constructivo a seguir.

A continuación mencionaremos algunas fallas:

3.2.4.1 Sector Km. 119+780

Se observa en la fotografía 3.54 que se trata de una zona rocosa de gran altura de talud de corte, que presenta fracturamiento y diaclasas con rumbo perpendicular al eje de la vía.

En este punto no se ha llegado a desquinchar correctamente los taludes, ya que se ha dejado salientes con un alto riesgo de que se produzcan desprendimiento de roca. Se tiene conocimiento que la caída de uno de estos impidió el tránsito vehicular por 02 días y causó el daño del pavimento.



Fig. 3.54 - Zona rocosa de gran altura de talud de corte

3.2.4.2 Sector Km. 119+800

Esta es una zona de material rocoso suelto en la que constantemente se desprenden rocas del talud superior, deteriorando la calzada, como se aprecia en la fotografía 3.55.



Fig. 3.55- Zona rocosa de gran altura de talud de corte

3.2.4.3 Sector Km. 110+590

En la fotografía 3.56 se puede apreciar el desmoronamiento del material de relleno, lado izquierdo de la vía. De la misma manera, falta confinamiento en el talud inferior en una longitud de 5.00 m. aproximadamente. Se observa que no se ha construido ninguna obra complementaria para garantizar la estabilidad de los guardavías.



Fig. 3.56.- Desmoronamiento de material de relleno

3.2.4.4 Sector Km. 114+200

A continuación la fotografía 3.57 muestra las calzadas de la vía que se superponen en una zona de material deleznable, lo cual no garantiza la estabilidad de la vía.

Asimismo, en la fotografía 3.58 se aprecia el inicio de curva de volteo en una zona donde se superponen los lazos de la vía y donde se requiere construcción de muros de sostenimiento.



Fig. 3.57 - Calzadas de la vía que se superponen en zona de material deleznable



Fig. 3.58 - Inicio de curva de volteo en zona de superposición de lazos de la vía

3.2.4.5 Sector Km. 114+500

En la fotografía 3.59 se aprecia una curva de volteo en un talud superior conformado por material compacto con un ángulo de reposo muy superior al que debe de tener este tipo de material.



Fig. 3.59 - Corte cerrado en curva de volteo en una altura de más de 15 m., susceptible a desmoronamientos

Capítulo 4

Soluciones técnicas presentadas en la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Churín- Oyón

4.1 Evaluación técnica de las fallas ocurridas en el tramo en estudio

A fin de contar con una evaluación técnica sobre las fallas ocurridas en el tramo, se han realizado los siguientes estudios especializados:

- Estudios de suelos y pavimentos
- Estudios de hidrología e hidráulica
- Estudios de geología y geotecnia

Para realizar este trabajo se ha desarrollado lo siguiente:

- a) Se verificó el cumplimiento del expediente técnico de obra, sus especificaciones técnicas, control de calidad y otros.
- b) Se verificó el nivel de cumplimiento de los términos del contrato y consultoría de acuerdo al expediente técnico, documentos contractuales como adicionales de obra, deductivos y ampliaciones de plazo.
- c) Se verificó el cuaderno de obra que reporta los hechos relevantes de la misma.
- d) Se realizaron trabajos de campo en la zona de evaluación, cada uno de los especialistas evaluó el deterioro ocurrido a la fecha, en suelos y pavimentos, obras de arte, geotecnia, estabilidad de taludes.
- e) Se realizaron ensayos de campo y laboratorio de los puntos críticos, mediante los cuales se obtuvo información para el análisis de la evaluación, necesaria para determinar las causas de las fallas y ocurrencias.
- f) Asimismo, se efectuó ensayos de pavimento del tipo no destructivos mediante la viga Benkelman para determinar el nivel estructural en que se encontraba la vía
- g) Finalmente, se concluye si las fallas producidas son atribuibles o no al contratista y la propuesta de solución a las fallas en estudio.

4.2 Suelos y pavimentos

4.2.1 Investigaciones desarrolladas

El proceso de relevamiento de la información en las zonas de fallas críticas, según se presenta en el estudio de mecánica de suelos:

4.2.1.1 Sección de la vía y espesor de la carpeta asfáltica

Se revisó el trazo geométrico de la vía para determinar la sección, ancho de calzada y bermas y el espesor de la carpeta asfáltica. Asimismo, se llevó a cabo los siguientes ensayos:

- Ensayo de lavado asfáltico (ASTM D 2172), obteniéndose el análisis granulométrico por tamizado y el porcentaje del cemento asfáltico en la mezcla. Se obtuvo un promedio de cemento asfáltico en la mezcla del 5% y un porcentaje que pasa la malla 200 de 7.50 %.
- Espesor o altura de especímenes compactados de mezcla asfáltica (ASTM D 3549/ MTC E 507). El espesor promedio es de 7.70 cm.

4.2.1.2 Exploración de campo

Con las pruebas de campo, en el presente estudio se ejecutaron:

- Calicatas:
Es una exploración directa mediante la excavación manual con pico y lampa, extrayendo muestras disturbadas e inalteradas, así como la visualización de la estratigrafía de la estructura del pavimento en la sub rasante, sub base y base. En este estudio se realizaron calicatas hasta alcanzar la profundidad máxima de 1.80m.
- Ensayo de densidad de campo:
Se realizó in situ utilizando el método del cono de arena (ASTM D 1556).
- Exploración del ensayo de penetración dinámica ligera - DPL (DIN 4094) NTE 339.159:
Este ensayo es recomendado por las normas E-050 como complemento a la investigación del suelo; es un ensayo de registro continuo que consiste en contabilizar el número de golpes N necesarios para hincar tramos de varillaje de 10 o 20 cm. de longitud. Los golpes son dados por un martillo de 10 Kg. de peso que cae libremente desde una altura de 50 cm.
Este ensayo nos permite obtener un registro continuo de resistencia del terreno a la penetración estándar SPT en función del tipo de suelo, para cada 30 cm. de hincado. El terreno más adecuado para este tipo de ensayos son arenas y limos arenosos.

- Exploración del ensayo de penetración dinámica de cono – DPC (DIN 4094):
El penetrómetro dinámico de cono (PDC) mide la penetración dinámica por golpes, a través del terreno natural o suelo de fundación, levemente cementados. Es un método no destructivo capaz de medir la capacidad estructural in situ del suelo de fundación. El equipo es utilizado para la identificación de tramos homogéneos, control de la construcción de las distintas capas de pavimento y determinación de la eficiencia de equipos de compactación, evaluación de un suelo colapsable, estabilidad de taludes etc.
- El concepto del CBR:
Es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo bajo condiciones de densidad y humedad. La metodología utilizada en la ejecución de los ensayos es la normada por ASTM-D 1883, para los ensayos de CBR de laboratorio y ASTM-D 4429-93, para los ensayos de CBR in situ.

4.2.1.3 Ensayos de laboratorio

a) Propiedades físicas

Los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

- Granulometría
- Contenido de humedad
- Límite líquido y límite Plástico
- Clasificación de suelos por el método SUCS y por el método AASHTO.
- Gravedad específica
- Equivalente de arena
- Chatas y alargadas
- Caras fracturadas

b) Propiedades mecánicas

Los ensayos para definir las propiedades mecánicas permiten determinar la resistencia de los suelos o su comportamiento frente a las sollicitaciones de cargas. Se realizaron los siguientes:

- Ensayo de próctor modificado (ASTM D-1557)
- California bearing ratio – CBR (ASTM D-1883)
- Desgaste de los ángeles (ASTM C-535)
- Corte directo (ASTM D-3080)
- Densidad máxima y densidad mínima (ASTM D-4253 y D-4254)
- Pérdida

c) Evaluación de los parámetros del suelo

c.1) Agregados de base y sub base

Como parte de la evaluación de las zonas críticas, se compararon las características físicas y mecánicas del agregado existente, así como las condiciones como parte de la estructura del pavimento existente de acuerdo a las especificaciones técnicas del expediente técnico, obteniendo lo indicado en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 – Comparación de características físicas y mecánicas

Zona	Base	Sub base	Suelo subrasante
129+920 - 130+500	La granulometría presenta un exceso de gravas máximo en 7%. Grado de compactación afectado por el desplazamiento del pavimento.	Los materiales cumplen las especificaciones. Grado de compactación media (83.74%), afectado por el desplazamiento del pavimento.	Conformado por grava mal graduada limosa. Grado de compactación media (81.54%) afectado por el movimiento del pavimento. De 1.00 m a 1.80 m de profundidad, el suelo se encuentra suelto con ángulo de fricción de 26°. Existen filtraciones.

c.2) Análisis del sector crítico 129+920 – 130+500

- **Fallas o daños registrados**

En el pavimento, en el borde exterior del carril izquierdo se registra hundimiento severo, esto es, un asentamiento en 0.97 m.

- **Zona de incidente**

Suelo de sub rasante.

- **Causas.**

Suelo de Subrasante: Arena limosa arcillosa (37% de grava, 39% de arena y 24% de finos).

Talud de relleno: H:V = 1.5:1

Talud de corte: H:V = 1:3

Talud natural: H:V = 1.43:1 a 1.19:1

Muro: No recomienda

Banqueta en corte: No recomienda.

Banqueta en relleno: No recomienda.

Geología: Depósito aluvional

No indica como zona de deslizamiento o condiciones críticas

Hidrología y drenaje: En sectores con presencia de agua y humedad se instalará un sub dren profundo.

- **Construido.**

Suelo de fundación de pavimento: Grava arcillosa (25% de grava, 44% de arena y 36 % de finos) en contacto con grava limosa y arena limosa.

Talud de corte: H:V = 1:3 a 1:5

Mejoramiento de suelo:

Altura de corte de talud en banquetta: mayor de 15 ms.

Ancho e banquetta: 2.50 ms.

- **Conclusión**

El suelo de fundación conformado por relleno de grava mal graduada, limosa con ángulo de fricción de 25° a 29° y cohesión 0.00 Kg/cm² y con pendiente de talud mayor de 40°, presenta filtración de agua y considerando la sobrecarga se esperaba el asentamiento diferencial del pavimento. La falta del análisis por presencia de aguas filtradas y estabilidad de taludes en la zona de relleno o sección a media ladera del expediente técnico generó la falla del pavimento.

Las condiciones inestables se manifestaron durante el proceso de construcción, la cual generó adicionales. En los informes se identificó los sectores críticos donde es necesario colocar sub drenes longitudinales – zonas con filtraciones de agua a través de los taludes y sectores donde los suelos tienen evidente humedad natural elevada. Sin embargo, no se realizó el análisis de estabilidad de taludes que haya evitado la falla del pavimento.

4.2.1.4 Ensayo de deflexión

a) Evaluación estructural

Mediante el ensayo de la viga Benkelman, de acuerdo a la metodología utilizada, se podrá obtener el CBR de la subrasante y la deflexión promedio, así como el radio de curvatura.

a.1) Evaluación deflectométrica

La evaluación del pavimento en base a métodos no destructivos se puede realizar mediante la determinación de las deflexiones, que viene a ser una respuesta del pavimento por la acción de una carga dinámica o estática.

Luego el estudio de las deflexiones es el estudio de las deformaciones verticales de la superficie de una calzada, a consecuencia de la acción de una carga de sollicitación. Estas pueden ser deformaciones elásticas o permanentes y las que se evalúan mediante este método son las elásticas.

En conclusión, la deflexión es una medida de la respuesta del conjunto subrasante-pavimento frente a una determinada carga, indicando la adecuabilidad del mismo, desde el punto de vista estructural.

Es posible relacionar de manera indirecta la evolución de las deflexiones a través de la vida útil del pavimento con la evolución de las fallas de origen estructural o superficial y de manera directa con el número de ejes equivalentes conforme va pasando el tiempo.

b) Método conrevial

- **Deflexión máxima:**
Es el resultado casi directo de la toma de datos en campo, el cual está afectado por factores de corrección ya sea por temperatura y factor de estacionalidad.
- **Deflexión promedio:**
Previo al cálculo de la deflexión promedio se debe realizar unas correcciones, tanto por estacionalidad como por temperatura.
- **Corrección por temperatura:**
Sabido que la temperatura de la carpeta asfáltica tiene influencia directa sobre el valor de la deflexión, estas medidas sobre la superficie de un pavimento asfáltico deben de ser corregidas en función a la temperatura media durante la ejecución del ensayo, la cual varía durante el transcurso del día.
- **Corrección por estacionalidad:**
La capacidad de deformación de los suelos está influenciada por el grado de saturación que experimentan, por lo tanto, es deseable que la medición de deflexiones se realice durante la estación de lluvias durante el cual los suelos se encuentran en la situación más crítica. Tomando en cuenta las condiciones de drenaje y la naturaleza de la subrasante se ha empleado el coeficiente de 1.0 para las secciones asfaltadas.
- **Radio de curvatura**
Es la curvatura que experimenta la superficie del pavimento durante la aplicación de la carga; es de forma parabólica, en un segmento de aproximadamente 25 cm. a partir del punto de máxima deflexión.
Determinándose la magnitud de la deformación lineal por tracción que sufren las capas asfálticas al flexionar bajo la acción de las cargas, en consecuencia, es el desarrollo del fisuramiento en forma de piel de cocodrilo.
- **Análisis estadístico:**
Una evaluación estadística tiene la función de poder definir una buena tramificación o sectorización, a fin de plantear una solución de rehabilitación estructural, es por ello que se fabrica una representación gráfica de las deflexiones (deflectograma), tomando como abscisas las distancias al origen de los puntos de medida y como ordenada los valores de las deflexiones. En tramos nuevos o de reciente construcción es frecuente encontrar unos coeficientes de varianza comprendidos entre 0.20 y 0.30, en tramos muy uniformes se dan valores inferiores a estos.
Valores entre 0.30 y 0.40 indican menor uniformidad, pero se considera todavía aceptable. Si el coeficiente de variación de las deflexiones supera el valor de 0.40 no podrá considerarse que el tramo es homogéneo o tiene un comportamiento uniforme.
Para el tramo en estudio consideraremos que nuestro coeficiente de varianza no debe de superar el valor de 40, tratándose más aun de un tramo de reciente construcción.

- Deflexión característica
Habiéndose realizado el análisis mediante la deflectometría y la respectiva sectorización, se determina la Deflexión Característica.
- Juicio estructural:
Para emitir un juicio sobre la capacidad estructural del pavimento se combinan 3 factores:
 - Condición de la superficie en base a la observación de las fallas (en especial de carácter estructural).
 - Análisis de la deflexión recuperable, así como del radio de curvatura, como parámetros indicativos de la respuesta mecánica.
 - Determinar la condición y características de las diferentes capas que conforman el pavimento así como la condición de la subrasante en base a sondeos efectuados.

Mediante lo anterior se determina tramos homogéneos y plantear una solución para cada caso.

En cuanto al análisis de la deflexión y del radio de curvatura se sabe que el valor de la deflexión máxima depende del módulo de elasticidad de los materiales en profundidad, además de las capas superiores y el radio de curvatura depende de los módulos de elasticidad de las capas superiores, de esta manera y junto con las características y espesor de las capas asfálticas, se distinguen 2 casos:

- Si debido a la subrasante se produce la mayor parte de la deflexión entonces se producirán grandes radios de curvatura.
- Si debido a las capas superiores se produce la mayor parte de la deflexión entonces el radio de curvatura será mínimo o pequeños en relación a la deflexión.

Sin mucha experiencia en el análisis del producto de la deflexión con el radio de curvatura se puede decir a grandes rasgos que para pavimentos flexibles el producto se encuentra entre 5000 y 15000 para pavimentos rígidos es superior a 15000.

- Análisis de la evaluación estructural
A continuación, las tablas 4.2 y 4.3 presentan el análisis estadístico de los 30 Km. aproximadamente.

Tabla 4.2 – Análisis estadístico

Km. 106+760 – km. 135+040 (carril derecho)		
Descripción	Dmax	Rc
Deflexión promedio	31.7	493.5
Desviación estándar	13.6	226.0
Coefficiente de varianza	43.0	45.8
Deflexión máxima	91.3	875.7
Deflexión mínima	14.3	107.3
Deflexión característica	54.1	-

Tabla 4.3 – Análisis estadístico

Km. 106+760 – km. 135+040 (carril izquierdo)		
Descripción	Dmax	Rc
Deflexión promedio	31.7	509.9
Desviación estándar	11.2	243.9
Coefficiente de varianza	35.3	47.8
Deflexión máxima	64.8	862.7
Deflexión mínima	14.5	109.0
Deflexión característica	50.1	-

Como se puede apreciar en la tabla 4.2, el carril derecho presenta una varianza superior a 40, aun cuando los promedios son similares. Esto no es concordante con el hecho de que se trata de un tramo de reciente construcción.

Para un mayor análisis se ha tratado de sectorizar a fin de analizar en qué sectores se presenta con mayor incidencia valores dispersos, obteniendo a continuación los cuadros 4.4 y 4.5.

Tabla 4.4 – Análisis estadístico sectorizado

Km. 106+760 – Km. 135+040 (CARRIL DERECHO)			
Descripción	Km. 106+760 – Km. 115+000	Km. 115+000 – Km. 120+000	Km. 120+000 – Km. 135+040
Deflexión promedio	27.3	34.0	32.8
Desviación estándar.	6.8	15.8	14.7
Coefficiente de varianza	24.9	46.4	44.2
Deflexión máxima	50.1	73.8	91.3
Deflexión mínima	14.3	15.4	14.5
Deflex. característica	38.5	60.0	57.00

Tabla 4.5 - Análisis estadístico sectorizado

Km. 106+760 – km. 135+040 (carril izquierdo)			
Descripción	Km. 106+760	Km. 115+000	Km. 120+000
	- Km. 115+000	- Km. 120+000	- Km. 135+040
Deflexión promedio	32.5	33.0	29.6
Desviación estándar.	11.9	14.1	6.6
Coefficiente de varianza	36.7	42.7	22.3
Deflexión máxima	64.8	63.6	48.2
Deflexión mínima	14.8	14.5	15.8
Deflexión característica	52.1	56.1	40.4

Como se puede apreciar en la tabla 4.4, el carril derecho presenta mayor incidencia de valores dispersos a partir del Km. 115+000 hasta el Km. 135+000, a diferencia del carril izquierdo que presenta mayor incidencia de valores dispersos únicamente en el subsector Km. 115+000 al Km. 120+000, como se observa en la tabla 4.5.

Si habría que plantear algún tipo de intervención en el pavimento a fin de superar las deficiencias existentes se tendría que calcular en base a la deflexión característica, la cual se encuentra alrededor de 50, a fin de garantizar que solo el 5% de las deflexiones superan este valor.

Bajo este concepto, habría que analizar que el problema puntual ocurre en pequeños sectores que presentan valores superiores a 50 para proceder a plantear una solución antes de una posible intervención en todo el tramo. Para tal efecto se ha calculado valores promedio de 3 lecturas consecutivas para encontrar sectores con deflexiones promedio por encima de 50, en alguna de ellas se ha podido verificar problemas de inestabilidad de talud, manifestándose mediante grietas en forma de media luna, tal y como se detalla en la tabla 4.6.

Tabla 4.6 – Valores promedio

Nº	Carril	Sub Sector (Km.)		Deflex. Max.	Descripción
		De	A		
1	Izq.	106+210	106+230	57.1	Inestabilidad del talud
2	Izq.	108+050	108+080	58.7	
3	Izq.	109+000	109+010	50.2	
4	Izq.	110+820		52.5	
5	Izq.	111+700		52.8	
6	Izq.	113+630		50.1	Inestabilidad del talud
7	Izq.	115+450		54.9	Inestabilidad del talud

8	Izq.	116+700		51.9	
9	Izq.	116+890		51.8	Inestabilidad del talud
10	Izq.	117+090		51.8	Inestabilidad del talud
11	Izq.	117+110		63.6	
12	Izq.	117+520		54.3	Inestabilidad del talud
13	Izq.	117+770	117+800	57.3	Inestabilidad del talud
14	Der.	118+350	118+360	69.1	Inestabilidad del talud
15	Der.	119+130	119+200	73.9	Inestabilidad del talud
16	Der.	119+530	119+550	72.8	Inestabilidad del talud
17	Der.	121+100	121+120	69.9	Inestabilidad del talud
18	Der.	124+600		69.0	Inestabilidad del talud
19	Der.	124+650		69.0	Inestabilidad del talud
20	Der.	125+320		76.4	
21	Der.	125+450		91.3	Inestabilidad del talud
22	Der.	130+400		63.2	Inestabilidad del talud
23	Der.	132+946		60.0	Inestabilidad del talud

En más del 60% de los sectores o puntos donde se han registrado valores de deflexiones elevadas se ha verificado que existen problemas de inestabilidad del talud, lo que posiblemente ha afectado la capacidad portante de la subrasante (densificación del suelo) y ha generado fallas en el pavimento tales como grietas en forma de media luna.

Siendo esto un problema geotécnico, puntual y ajeno a las condiciones reales y la naturaleza de la subrasante (grado de compactación, capacidad portante, humedad y otros) es que se plantea evaluar estructuralmente el pavimento sin la influencia de estos valores. Se ha eliminado los valores elevados de deflexiones y se ha realizado un nuevo análisis estadístico, como se indica en el Cuadro 4.7 y 4.8.

Tabla 4.7 – Nuevo análisis estadístico

Km. 106+200 – Km. 135+040 (CARRIL DERECHO)		
Descripción	Dmax	Rc
Deflexión promedio	28.4	517.7
Desviación estándar	7.4	215.9
Coefficiente de varianza	25.9	41.7
Deflexión máxima	54.1	875.7
Deflexión mínima	14.3	202.6
Deflexión característica	40.6	-

Tabla 4.8 - Nuevo análisis estadístico

Km. 106+200 – km. 135+040 (carril izquierdo)		
Descripción	Dmax	Rc
Deflexión promedio	29.1	539.2
Desviación estándar	8.4	237.2
Coefficiente de varianza	28.9	44.0
Deflexión máxima	49.9	862.7
Deflexión mínima	14.5	195.9
Deflexión característica	43.0	-

De las tablas 4.7 y 4.8 se puede apreciar lo siguiente:

- Las deflexiones promedio en cada carril no superan a 30 centésimas de milímetro.
- El coeficiente de varianza no supera a 30, indicativo de que estamos analizando un tramo con condiciones estructurales uniformes.
- Un análisis general del tramo, el cual presenta deflexión promedio baja y radio de curvatura alto indica las buenas condiciones estructurales del sistema pavimento - subrasante.
- El radio de curvatura promedio de los puntos con Deflexiones altas es 212, valor bastante inferior en comparación al promedio general del tramo, así mismo indicativo de que la mayor parte de la Deflexión de los puntos con valores altos puede deberse tanto al pavimento como a la subrasante.

c) Modelo de HOGG

Este modelo representa al pavimento como una placa delgada con una cierta rigidez a la flexión y horizontalmente infinita, sustentada por una capa elástica homogénea e isotrópica, de espesor que puede ser infinito o limitado por una base rígida, horizontal y perfectamente rugosa.

- **Parámetros de evaluación**
Según se ha expuesto, la metodología de evaluación estructural de pavimentos basada en la interpretación de deflexiones de superficie se sustenta matemáticamente en el Modelo Hogg y en conceptos de la teoría de la elasticidad y resistencia de materiales.

Las deflexiones producidas en la superficie de un pavimento flexible, por la acción de las cargas vehiculares, pueden ser determinadas haciendo uso de un equipo de deflectometría como la viga Benkelman, en mediciones cada 200 m, en cada carril diferenciado en 100 m y cada 10 m. y 20 m. en la plataforma que presenta fallas.

Con esta medición se podrá obtener el CBR de la subrasante y la deflexión promedio, así como el radio de curvatura.

d) Espesor de la carpeta asfáltica

Se realizó un muestreo mediante perforaciones diamantinas para determinar el espesor de la carpeta asfáltica existente, como se puede apreciar a continuación en la tabla 4.9.

Tabla 4.9 – Muestreo para determinar el espesor de la carpeta asfáltica

Prueba N°	Progresiva (Km.)	Espesor promedio (cm.)
1	130+800	8.72
2	126+700	7.85
3	122+600	7.64
4	118+500	7.57
5	114+400	7.99
6	110+300	8.05
7	106+220	7.65
Promedio (cm.)		7.92

4.2.2 Recopilación de datos del expediente técnico

4.2.2.1 Expediente técnico

Características del par subrasante – afirmado existente:

a) Subrasante

La subrasante (terreno natural o relleno), denominado también terreno de fundación tiene características diferentes para cada sección o sub tramo evaluado, los suelos componentes son arena y gravas predominantemente los suelos gravosos.

Los problemas de drenaje son notorios, en casi toda la carretera evaluada principalmente falta cunetas y eso perjudica a los suelos de subrasante.

b) Suelos desfavorables de subrasante

Del expediente técnico se tiene que los suelos finos de subrasante desfavorables son los siguientes:

- Entre las progresivas Km. 125+280 al Km. 125+855 (500m): Suelo arcilloso, clasificado como CL.
- Entre las progresivas Km. 125+855 al Km. 126+680 (825m): Suelo arcilloso, clasificado como GC.
- Entre las progresivas Km. 126+783 al Km. 127+033 (250m): Suelo limo arcilloso, clasificado como ML- CL.

c) Mejoramiento de subrasante

Se ha verificado según el perfil estratigráfico los sectores de corte y áreas de ampliación de la plataforma (ensanches), el tipo y características de suelos estableciendo la necesidad de realizar el mejoramiento de la subrasante de los suelos desfavorables mediante el reemplazo con material de $\text{CBR} \geq 14.9\%$ (en los subtramos que están entre el Km. 106+760 – Km. 131+000) al 95% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado.

d) Afirmado

En cuanto al afirmado existente tiene espesores que varían entre 15 cm hasta 45 cm, con un promedio de espesor de 20 cm.

A lo largo de la carretera por razones de trazo y mejoramiento de características geométricas se van a realizar cortes y eliminar el afirmado existente.

4.2.2.2 Documentación revisada

La documentación existente fue proporcionada por Provias Nacional, entidad del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

a) Adicionales de obra

Corresponde al mejoramiento del suelo a nivel de subrasante, cuyo sustento dado por el especialista de la Supervisión así lo indica.

Según indica el expediente técnico en el volumen 2 “Especificaciones técnicas”, Sección 210 (terraplenes) dice: *“Si por algún motivo sólo existen en la zona materiales expansivos, se deberá proceder a estabilizarlos antes de colocarlos en la obra. Las estabilizaciones serán definidas previamente en el expediente técnico...”*

Entre los nuevos sectores identificados con propiedades físicas - mecánicas deficientes, tenemos los siguientes listados en la tabla 4.10.

Tabla 4.10 – Propiedades físicas del sector

Nº	Sector a mejorar		Longitud (metros)	Ancho (metros)	Lado
	Del km.	Al km.			
1	127+780	128+400	620.0	8.40	Todo el ancho
2	130+130	130+170	40.0	8.40	Todo el ancho
3	130+170	130+260	90.0	4.20	Derecho
4	130+260	130+300	40.0	8.40	Todo el ancho
5	130+300	130+430	130.0	4.20	Derecho
6	130+430	130+520	90.0	8.40	Todo el ancho
7	130+620	131+000	380.0	8.40	Todo el ancho

4.2.3 Evaluación del sector crítico planteado

SECTOR KM. 130+400 – 130+430

4.2.3.1 Descripción de las fallas en el pavimento

- Asentamiento del pavimento, borde izquierdo, desnivel 0.90 m. Se aprecia filtraciones hacia el talud superior derecho.
- Hacia el talud derecho se aprecia que el corte recomendado en el proyecto dejó inestable dicho talud.
- Talud inferior con problemas de estabilidad.

4.2.3.2 Causas

- Las causas son debidas a las filtraciones laterales que provienen del talud superior y a las características del material.
- Talud inferior presenta problemas de estabilidad, el mismo que puede provocar deslizamientos superficiales.

4.2.3.3 Expediente técnico

- Suelo de fundación: Grava arcillosa (41% grava, 35% arena y 24% finos).
- Talud de relleno: H:V = 1.5:1
- Talud superior de corte: H:V = 1:3
- Muro: No recomienda
- Banqueta: No recomienda
- Estabilidad de talud: No realizó
- Geodinámica Externa: No indica zona crítica
- Grado de compactación de la subrasante: 95%
- Grado de compactación de la sub base: 100%
- Grado de compactación de la base: 100%
- Límite Líquido en agregado de sub base: 25% máx.
- Índice Plástico en agregado de sub base: 6% máx.
- Índice Plástico en agregado de base: 4% máx.
- CBR en sub base: 100%
- CBR en base: 100%
- Abrasión por desgaste de los Ángeles en sub base: 50% máx.
- Abrasión por desgaste de los Ángeles en base: 40% máx.
- Equivalente de arena en sub base: 25% min.
- Equivalente de arena en base: 35% min.
- Caras fracturadas en base: 40% min.
- Partículas chatas y alargadas en sub base: 20% máx.
- Partículas chatas y alargadas en base: 15% máx.
- Sales solubles en sub base: 1% máx.
- Sales solubles en base: 0.5% máx.
- Según diseño pavimento, deflexión característico: 49.00 mm.
- Porcentaje óptimo de cemento asfáltico: 6.5%.

4.2.3.4 Proceso Constructivo.-

a) Aspectos generales

En el sector no se recomendó la construcción de muros de sostenimiento. El suelo de sub rasante fue mejorado.

En los planos de replanteo se determinó taludes de corte y relleno:

Talud de corte: H:V = 1:3

Talud inferior: H:V = 1.15:1

b) Ensayos realizados

En el informe final de la supervisión y de control de calidad, se indica la aprobación de la conformación de cada capa que integra la estructura del pavimento. En la tabla 4.11 se indican los resultados obtenidos.

c) Descripción de las fallas en el pavimento

Asentamiento del pavimento, borde izquierdo desnivel 0.97 ms. Se aprecia filtraciones hacia el talud superior derecho.

Hacia el talud derecho se aprecia el corte recomendado en el proyecto el cual lo dejó inestable.

Tabla 4.11 – Medidas de la estructura del pavimento

Estructura del pavimento	Medidas
Sub rasante	GC = 100%
Sub base	Gc = 100%
Base	GC = 100%
Deflexiones rasante	Na
Deflexiones carpeta asfáltica - carril izquierdo	Dmáx = 62 a 72x 10 ⁻¹ mm

GC: Grado de compactación

d) Ensayos de campo y laboratorio

Para evaluar las características físicas y mecánicas de las capas que conforma el pavimento y suelo de fundación se realizaron ensayos in situ y laboratorio. A continuación, las tablas 4.12 y 4.13 presentan el resumen de evaluación de los parámetros medidos.

Tabla 4.12 – Evaluación de los parámetros

Descripción	Sub rasante	Sub base	Base
Huso granulométrico	Conformado por grava mal graduada limosa, GP-GM, A-1-A (1). El suelo sub rasante desde 0.53m a 1.00m de profundidad, presenta un ángulo de fricción interna de 26°.	Cumple el huso granulométrico.	No cumple el huso granulométrico, presenta un exceso de grava.
Límite líquido	Diferente al registro del expediente técnico.	Cumple la especificación.	Cumple la especificación.
Índice plástico	Diferente al registro del expediente técnico.	Cumple la especificación.	Cumple la especificación.
Grado de compactación	Baja	Debajo del permitido. Valor influenciado por el desplazamiento del pavimento.	Debajo del permitido. Valor influenciado por el desplazamiento del pavimento.
CBR	Mayor de 100%	S/E	Cumple la especificación.
Abrasión por desgaste de los ángeles	S/E	S/E	Cumple la especificación.
Equivalente de arena	S/E	S/E	Cumple la especificación.
Caras fracturadas	S/E	S/E	Cumple la especificación.
Partículas chatas y alargadas	S/E	S/E	Cumple la especificación.
Sales solubles totales	S/E	S/E	Cumple la especificación.

Tabla 4.13 – Evaluación de los parámetros

Descripción	A nivel de carpeta asfáltica	
	Valor	Condición
Deflexión izquierdo carril	23 a 38	Comportamiento uniforme del pavimento. No considera el sector inestable.

4.2.4 Conclusiones

- La baja compactación de la plataforma según los controles de densidad de campo influenciados por las filtraciones laterales que provienen del talud superior motivó al mejoramiento del suelo de sub rasante.
- La presencia de filtraciones, no registradas durante el expediente, influenciaba en la estabilidad del talud inferior.
- El sector está afectado por una geodinámica, inestabilizando las capas superficiales del suelo y formándose erosiones y deslizamientos superficiales. Por lo tanto, las condiciones del sector es exclusivamente un factor natural.

4.3 Hidrología e hidráulica

4.3.1 Investigaciones desarrolladas

Las investigaciones se centraron en analizar el expediente técnico de obra, las especificaciones técnicas y planos de la defensa ribereña y puentes que se ubican en la carretera en estudio; siendo importante mencionar que no se encontró detalles ni memoria de cálculo de las defensas de protección de los estribos tipo enrocado de los puentes.

Las investigaciones incluyen un análisis exhaustivo del cuaderno de obra, adicionales a esta y ejecutados con sus respectivos sustentos técnicos, así como de los planos post – construcción e informe final del supervisor de la obra.

4.3.2 Recopilación de datos

4.3.2.1 Expediente técnico

Se revisó y analizó la siguiente documentación que forma parte del expediente técnico.

- Especificaciones técnicas del enrocado.
- Planos de estructuras, del sistema de drenaje, de la defensa ribereña, etc.

4.3.2.2 Documentos durante la ejecución de obra

Adicionales

Durante la ejecución de la obra se presentaron ocho adicionales, de los cuales uno tiene que ver con mayor metrado en cabezales y dos tienen que ver con enrocados de protección.

4.3.2.3 Documentos post obra

a) Acta de recepción de obra

En la localidad de Churín, siendo las 14:00 horas del día 01 de febrero del 2012, se recepcionó sin observaciones la obra de mejoramiento y rehabilitación de la carretera Churín- Oyón, Tramo I: Churín- Km. 131+000, y se dejó constancia que de acuerdo a la cláusula complementaria décimo cuarta: período de garantía del contrato de ejecución de obra N° 080-2010-MTC/20, si en el curso de los siete (07) años siguientes de la presente recepción sin observaciones, la obra se destruye total o parcialmente por razones imputables al contratista o defectos constructivos, el contratista será responsable de la misma y en ese caso PROVIAS NACIONAL podrá iniciar lo que se establece en el artículo 212° del reglamento de la ley de contrataciones y en la normativa legal que corresponda.

b) Planos postconstrucción

En diciembre del 2011 se tuvo acceso a planos post construcción de las obras de arte, como alcantarillas TMC, defensa ribereña tipo gavión y enrocados aguas arriba y aguas debajo de los puentes. En lo que respecta al enrocado, solo se presenta un enrocado tipo, sin indicar el tamaño y distribución de la roca, ni colocación de geotextil.

c) Informe final de estructuras de obras de arte y drenaje del supervisor

Mediante el cual se informa que se han proyectado trabajos en:

- Defensa de riberas: para defenderlas se proyectó la construcción de diques en ciertos tramos desde el Km. 112+455 al Km. 129+060.
- Enrocados: se ejecutó para mitigar las agresiones del río tanto en lo largo de la carretera, como en puentes, conformados por rocas sanas.

d) Carta de respuesta del contratista a PROVIAS NACIONAL

En esta carta el contratista indica que durante los días 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11 y 12 de febrero del 2012, se han producido lluvias torrenciales a nivel nacional, viéndose también afectada la provincia de Oyón, lo que ha producido afectaciones en el tramo de Churín – Oyón.

Como sustento de las fuertes precipitaciones pluviales y de la avenida del caudal del río Huaura, presentan datos de caudales (del 04 al 14 de febrero del 2012) obtenidos de la Oficina Zonal de la Autoridad Local de Aguas (ALA) de Huacho, adscrita al Ministerio de Agricultura. Asimismo, presentan reportes de precipitación de Oyón, solicitados a SENAMHI, del periodo Noviembre 2011 a Febrero 2012.

4.3.3 Análisis

Según registros del SENAMHI, la precipitación máxima ocurrida en los meses de enero y febrero en la estación meteorológica de Oyón fueron:

- 27 de enero del 2012: 17.6 mm
- 22 de febrero del 2012: 18.5 mm

Por otro lado, la especificación técnica correspondiente a la partida de revestimiento de piedra emboquillada indica que se excavará la superficie hasta alcanzar las medidas indicadas en los planos. La superficie en que se construirá el revestimiento con una piedra emboquillada será nivelado y compactado hasta un 90% de su densidad óptima, sobre la que se colocará una cama de concreto de 5cm. de espesor.

De la inspección de campo se observa que el piso del aliviadero de algunas alcantarillas ha quedado en el aire al no estar asentado en relleno compactado, de acuerdo a lo indicado por las especificaciones técnicas.

Asimismo, se analizaron las fallas que tienen relación con hidráulica e hidrología, específicamente en los siguientes puntos:

- Enrocado del puente Tectahuayin
- Enrocado del puente Maillay
- Alcantarilla progresiva Km. 119+168
- Alcantarilla progresiva Km. 119+755
- Alcantarilla progresiva Km. 124+400
- Alcantarilla progresiva Km. 132+946

Se encontró que, en todos los casos, existe responsabilidad compartida entre el contratista y la supervisión, al haber ejecutado y aprobado dicho trabajo sin respetar las especificaciones técnicas.

4.3.4 Conclusiones

- En las fallas que tienen relación con Hidrología e Hidráulica, no se ha cumplido con las especificaciones técnicas indicadas en el Expediente Técnico.
- Los planos post construcción no reflejan lo construido en el campo.
- Existe responsabilidad compartida entre el Contratista y la Supervisión por no hacer cumplir las especificaciones técnicas y al aprobar planos post construcción que no reflejan lo construido en obra.

4.4 Geología - geotecnia

4.4.1 Investigaciones desarrolladas

Durante la evaluación geológica – geotécnica se ha adoptado el método de observaciones directas mediante el uso de picota de geólogo, brújula tipo *Brunton*, penetrómetro de bolsillo, GPS y cámara fotográfica. Pero una evaluación de carácter definitivo requiere de un mayor periodo (6 meses mínimos, incluyendo la época de precipitaciones pluviales), mediante controles topográficos y monitoreo con instalación y control instrumental, para contar con información más completa para la programación de las soluciones definitivas.

4.4.1.1 Aspectos Geológicos

El tramo de interés está conformado por las siguientes unidades:

- Cuaternario reciente: conformado por depósitos coluviales, aluvionales, aluviales y fluviales.
- Mesozoico: Los cortes de roca han afectado estas unidades geológicas, las cuales, la mayoría se encuentran superficialmente fracturadas y/o meteorizadas, habiendo contribuido y/o propiciado por ello a la ocurrencia de los fenómenos geodinámicos.

4.4.1.2 Evaluación de taludes y fenómenos de geodinámica externa

Esta evaluación es para la identificación de los problemas de estabilidad y la condición activa de los fenómenos de geodinámica externa que se manifiestan en movimientos de masas que comprometen la ocupación parcial o total de la plataforma de la carretera, toma como aspecto principal de determinación de intervalos de la carretera a sectores críticos, considerando el tipo de fenómeno es por esto que la magnitud de riesgo de la carretera se ha clasificado en dos grupos:

a) Sector crítico tipo A:

Los intervalos de la carretera con presencia de fenómenos tipo derrumbes y deslizamientos de gran magnitud que actualmente afectan la ladera donde se ubica la carretera con peligro de su destrucción o donde se presenta probabilidad alta de que la activación de los fenómenos podrá con el tiempo desestabilizar la ladera con peligro de destrucción de la carretera.

b) Sector Crítico tipo B:

Los intervalos de la carretera con presencia de fenómenos de magnitud media y/o de carácter local, que actualmente afectan los elementos de sección de la carretera (talud superior, talud inferior) y donde actualmente no se presentan evidencias directas de posible desestabilización de laderas que pueden afectar el intervalo de la carretera en su totalidad, a pesar de esto el desarrollo del fenómeno con el tiempo puede llegar a afectar la estabilidad de la ladera y de la carretera.

Las fotografías 3.32 y 3.57, del capítulo 3 presentan un ejemplo de los sectores críticos A y B.

4.4.1.3 Geodinámica externa (procesos geodinámicos)

Los procesos geodinámicos que se presentan en el tramo de interés son: erosión pluvial de taludes, reptación, deslizamientos, derrumbes, asentamientos de plataforma, así como pérdida de berma y talud inferior de la carretera; además se evidencian erosiones intensas y acida de bloques del talud superior. Estos procesos son activados mayormente en épocas de lluvia, además varios de los deslizamientos y derrumbes antiguos que actualmente tienen carácter latente o durmiente pueden reactivarse en condiciones de lluvias intensas y/o en caso de sismo de gran magnitud.

Algunos ejemplos de procesos geodinámicos de carácter catastrófico, originados por condiciones extremas (lluvias intensas), son los huaycos en quebradas, los derrumbes y desprendimientos rocosos.

A continuación se presenta la descripción de los principales fenómenos geodinámicos identificados en el tramo y por lo que se explican algunas fallas observadas:

a) Erosión de taludes y plataforma

Este proceso se relaciona con escorrentía de precipitaciones en los periodos de lluvias, lo que determina erosión de taludes (superiores e inferiores) de la carretera, conformados por suelos cuaternarios y depósitos residuales de las rocas metamórficas (mayormente esquistos y gneis) que se caracterizan por tener muy baja resistencia a la erosión. Al mismo tiempo la escorrentía pluvial en la plataforma no protegida. El proceso de erosión se presenta como de mayor extensión, afectando varios intervalos de carretera, simultáneos a los derrumbes o como generadores de derrumbes por lo que su ubicación kilométrica se da con los fenómenos.

b) Reptación de suelos y rocas

Se relacionan con laderas poco empinadas, conformadas por suelos coluviales y depósitos residuales de alta plasticidad con filtraciones o humedades en periodo de lluvias.

De alguna manera afectan mayormente la estabilidad del talud superior, ocasionando deformaciones de la plataforma de carretera, asentamiento de estructuras (muros y obras de arte), etc.

Los intervalos principales con procesos de reptación en el talud superior, identificados son:

- Km.106+900 - Km.107+060
- Km.108+550 - Km.108+630
- Km.108+880 - Km.108+930
- Km.109+310 - Km.109+370
- Km.110+760 - Km.111+000
- Km.121+050 - Km.121+710
- Km.123+760 - Km.123+840

c) Deslizamientos y huaycos

Se presentan en las áreas de depósito coluviales y residuales, se relacionan con sobresaturación del material, generalmente por aguas pluviales y subterráneas, que incrementan la presión de poros y disminuyen la resistencia cortante del suelo y como consecuencia el colapso y deslizamiento, que afectan la carretera, especialmente en época de lluvias. En el área del proyecto se presentan, tanto deslizamientos actualmente activos, como deslizamientos antiguos, que pueden activarse en condiciones extremadamente húmedas y/o en caso de sismo.

Por mecanismo de movimientos, los deslizamientos pertenecen a dos tipos principales - deslizamientos gravitacionales (rotación y desplazamiento planar) y deslizamientos tipo flujo (resultado de la descarga de filtraciones con formación de flujo de lodo y pérdida de estabilidad de taludes).

Los intervalos principales con procesos de deslizamientos y huaycos identificados son:

- Km.114+665 - Km.114+710 talud superior
- Km.115+020 - Km.115+100 talud superior
- Km.115+300 - Km.115+330 talud superior
- Km.115+530 - Km.115+660 talud superior
- Km.130+400 - Km.130+430 talud inferior

d) Derrumbes

Producto de alteración e intenso fracturamiento en taludes rocosos, especialmente en caso de orientación desfavorables de los estratos, sistemas de fracturación y/o en las zonas de fallas tectónicas, sumado a esta la saturación de aguas pluviales.

Los principales intervalos con presencia de este fenómeno son:

- Km.106+510 - Km.106+580 derrumbes menores discontinuos en el trecho adyacente.
- Km.108+040 - Km. 108+100 con muro de gaviones insuficiente lateralmente.
- Km.110+370 - Km. 110+560 talud superior
- Km.111+550 - Km.111+640 derrumbe con huaycos prosiguen derrumbes discontinuos.
- Km.112+580 - Km.112+670 talud superior
- Km.114+767 - Km.114+787 talud superior
- Km.129+790 - Km.130+500 talud inferior
- Km.135+250 - Km.135+290, con caídas de bloques rocosos.

e) Asentamientos en plataforma

Problemas de asentamiento de plataforma de 0.30 a 0.50 m de profundidad, que se han evidenciado durante la época de lluvia y que afectaron la estabilidad de la carretera, en los siguientes intervalos:

- Km.120+160 – Km.120+190
- Km.121+650 – Km.121+710
- Km.130+400 – Km.130+430
- Km.130+882 – Km.130+910

4.4.2 Recopilación de datos

4.4.2.1 Documentos previos a la ejecución de la obra

- El estudio geológico – geotécnico, llevado a cabo por el consultor, de fecha febrero 2008.
- Ensayo de estabilidad de taludes en la progresiva existente, Km. 115+100 y Km. 130+970.

4.4.2.2 Documentos durante la ejecución de obra

a) Cuaderno de obra

- Asiento N° 155, pág. 88 del 09.09.2010 del residente de obra: “Según la descripción geológica – geotécnica (Churín – Km. 131+000), en los suelos inestables se recomienda el uso de una serie de banquetas (terraplenes) con gradas verticales bajas (entre 1 a 1.5m. de altura), con una inclinación total 1:1 (H/V) y un terraplén bajo al pie de talud, para evitar desmoronamiento que pueda tapar la cuneta, así como revegetar la banqueta...”
- Asiento N° 156, pág. 89 del supervisor de obra: “Se dio indicaciones al especialista de suelos y topografía para que realicen la verificación in situ en compañía con el contratista de las zonas inestables y puntos críticos, verifique con lo especificado en el expediente y se eleve un informe a esta supervisión y se dé a conocer a la entidad de las medidas a tomar para solucionar dicho problema. Se verificó los trabajos realizados a la fecha, los cuales se encuentran ejecutando de acuerdo a las especificaciones técnicas”.
- Asientos N° 392, del 30.01.11 al 400 del 03.02.11 del residente y supervisor de obra: Se verifican comunicaciones respecto a fuertes precipitaciones con la crecida del río Huaura, generándose erosiones en la plataforma, derrumbes como consecuencia de ello y otros daños a la obra. Ambos profesionales buscan soluciones para superar estas inclemencias del clima.”

b) Informes de la Supervisión de la obra

Se ha verificado a través de los informes evacuados por la supervisión durante la ejecución de la obra como en el informe final, que la obra se ha ejecutado de acuerdo a las especificaciones técnicas del proyecto y las especialidades correspondientes. Se verifica permanente control en la calidad de los materiales como agregados, ligantes asfálticos, mezclas asfálticas e hidráulicas, acero, ensayos in situ y laboratorio tanto del material granular como del concreto asfáltico e hidráulico; entre otros controles específicos para este tipo de obra.

4.4.2.3 Documentos post obra

Informe de daños de la supervisión de obra

Indica lo siguiente:

ZONA DE DERRUMBES

- a) Los taludes ejecutados son los taludes recomendados en el expediente técnico y de acuerdo a las especificaciones técnicas.
- b) Los derrumbes han sido ocasionados debido a las fuertes lluvias registradas en el mes de febrero de 2012, esto debido a que las lluvias lavan los finos de los espacios, perdiendo estabilidad el material que conforma el talud.
- c) Como la obra es nueva, es el proceso natural de que los taludes ejecutados busquen su propia estabilidad”.

Finalmente, este informe concluye lo siguiente:

- a) Los daños a la obra de infraestructura vial han sido originados por causas naturales (intensas precipitaciones).
- b) De acuerdo a la información del SENAMHI, entre los días 05 al 08 del mes de febrero 2012, se registró los caudales más elevados de los últimos años.
- c) Las obras de drenaje (alcantarillas) se encuentran en funcionamiento, presentando deterioro en el emboquillado de salida de algunas alcantarillas.
- d) Realizar el control y monitoreo de los sectores, donde se presenta grietas, fisuras, así como asentamiento, para determinar el posible incremento de las fallas.
- e) Se recomienda la modificación del tamaño del diámetro del enrocado, debiendo ser mayor a 0.80m.
- f) Realizar la limpieza permanente de los derrumbes producto de la estabilización propia de los taludes ejecutados.
- g) En sectores de erosión de talud se recomienda la colocación de rocas (compactas) en la base y su reconfiguración con material seleccionado.

4.4.3 Análisis

El tramo en estudio atraviesa terrenos predominantemente inestables, afectados por diversos fenómenos geodinámicos como derrumbes, deslizamientos y huaycos, asentamientos, erosión de plataforma, reptación de suelos y rocas, de gran envergadura y de nivel de riesgo elevado a crítico.

4.4.4 Conclusiones

- Por lo expuesto, podemos afirmar que el tramo de interés, al transcurrir en un valle predominante cerrado y con márgenes constituidos con laderas de fuertes pendientes, es geodinámicamente muy activo.
- En ese sentido, la frecuencia y magnitud de fenómenos de geodinámica externa, exige una evaluación complementaria para determinar alternativas de tratamiento durante el mantenimiento vial o soluciones paliativas o temporales,

según su presupuesto o convivir con el problema por su envergadura; por cuanto, su subsanación demandaría elevadas sumas, impropias para esta categoría de vía.

4.5 Soluciones propuestas

4.5.1 Colapso de la calzada en el km. 130+400

Frente al colapso de este tramo de la calzada se propone la colocación de gaviones en la parte baja a fin de estabilizar el talud inferior y posteriormente reconstruir el tramo de la calzada afectada.

La estabilización del talud se realizará de abajo hacia arriba y se deberá, tener en cuenta solamente materiales aptos para la conformación de gaviones, el cual debe ser aprobado por la supervisión.

GAVIONES

A continuación se presentan las especificaciones técnicas básicas para los materiales y el procedimiento constructivo de módulos de gaviones empleados en la construcción de estructuras de contención. Por lo general, se emplean gaviones en forma de paralelepípedo con dimensiones que varían según su empleo o colocación dentro de la estructura. Los tipos de gaviones más empleados son los siguientes:

Tipo	Longitud (m)	Ancho (m)	Altura (m)
Gaviones de base	2	1	0.5
Gaviones de cuerpo	2	1	1
Colchonetas	4	2	0.15 a 0.30

Sin embargo, es posible usar dimensiones diferentes de acuerdo con las características específicas de cada estructura. Las dimensiones recomendadas por empresas productoras de gaviones son las siguientes:

- Longitud : 2.00 m, 3.00 m o 4.00 m
- Ancho : 1.00 m
- Altura : 0.50 m o 1.00 m

Se admite una tolerancia de +/- 3% en la longitud del gavión y de +/- 5% en el ancho y alto.

Los gaviones poseen la capacidad de comportarse como una estructura flexible que se adapta al terreno, soportando deformaciones relativamente grandes sin perder su capacidad estructural. Por esta razón, uno de los aspectos que se deben tener en cuenta en el diseño de un gavión es precisamente su grado de flexibilidad, el cual depende de:

- La geometría y dimensiones de la malla.
- Las propiedades mecánicas del alambre.
- El tamaño y la forma de las piedras de relleno.
- El número de tirantes y diafragmas.
- Las dimensiones del gavión.

El diseñador debe especificar los detalles de cada uno de los elementos enunciados para producir el gavión que desea, de acuerdo con la rigidez que requieren sus diseños. Ver figura 4.1.

MATERIALES

Los materiales que conforman los gaviones, y cuyas características controlan en gran medida su rigidez o flexibilidad, son los siguientes:

- Alambre.
- Mallas.
- Material de relleno.

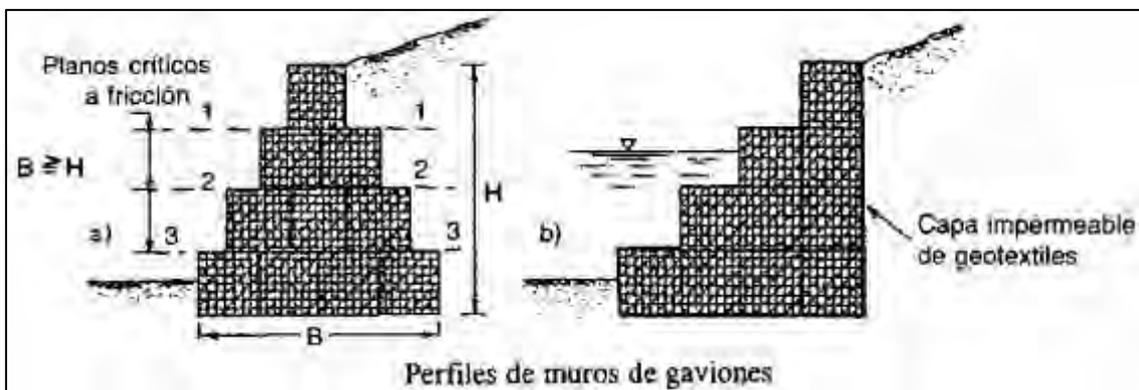


Fig. 4.1 – Perfiles de muros de gaviones

4.5.2 Colapso de la alcantarilla en el km. 132+946

A fin de solucionar el colapso de la alcantarilla ubicada en el km. 132+946 se propone un tratamiento del talud inferior con gaviones a la salida de la alcantarilla.

Para lo cual se ha diseñado estructuras a base de gaviones que se están fijando en roca sólida, 20 ms. Debajo de la alcantarilla y que esta estructura viene ascendiendo en gradería, para garantizar la estabilidad de la estructura; la misma que está fijada en ambos extremos de la quebrada.

Así mismo se ha desviado el colector de las aguas servidas que transcurrían por esta alcantarilla a otra ubicada en la progresiva 132+540. Que presenta taludes más tendidos y previendo el reforzamiento a la salida de la alcantarilla.

En el anexo B se presenta el presupuesto de esta solución con gaviones y en anexo C se pueden visualizar los planos estructurales de la solución de la alcantarilla.

A continuación se presentan algunas fotografías de las soluciones tomadas al respecto en el proyecto.



Fig.4.2 - Solución a la alcantarilla en la progresiva 132+946



Fig. 4.3 - Solución a la alcantarilla en la progresiva 132+946



Fig. 4.4 - Tratamiento del talud inferior a la salida de la alcantarilla



Fig. 4.5 - Tratamiento del talud inferior a la salida de la alcantarilla

Conclusiones y recomendaciones

Después de haber participado como jefe de la unidad zonal de Lima y teniendo a mi cargo al jefe de supervisión del proyecto de “Conservación vial por niveles de servicio de la carretera Huaura – Sayán - Churín – Oyón – Ambo”; hemos visto la ejecución del proyecto “Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Churín Oyón del Km. 106+760 al 135+040”, y consecuentemente motivado el presente trabajo.

De lo verificado en las inspecciones de obra (informes de avance), cuaderno de obra, informes del supervisor y la recepción de la misma sin observaciones, me permiten confirmar que la obra se ejecutó de acuerdo a lo establecido en el expediente técnico y especificaciones técnicas, así como de los demás documentos contractuales conformantes del contrato; habiéndose cumplido con las autorizaciones, controles, aprobaciones, ensayos de laboratorio, etc.

Los daños presentados se deben básicamente a la geodinámica externa de la zona, agravada por el comportamiento hidrológico del área de influencia, especialmente por las lluvias torrenciales durante los periodos de invierno que arrastran el material de los taludes, tanto superiores como inferiores, produciéndose la erosión, derrumbes y desestabilización de la zona, con el consecuente daño a la plataforma de la carretera en su conjunto, incluyendo las obras de arte.

Los daños también se presentan en la parte inferior, valga la redundancia, de los taludes inferiores debido a la erosión causada por la crecida del río Huaura, generando en algunos casos el deterioro en los rellenos que conforman estos taludes y la consecuente destrucción de la plataforma de la carretera, generando fallas tanto funcionales como estructurales.

Los expedientes técnicos que son elaborados por empresas consultoras deben ser revisados por especialistas, verificando que estos resultados son del análisis, control de calidad y uso de equipo de laboratorio, que garantice la durabilidad de las soluciones planteadas.

La elaboración de los expedientes técnicos debe considerar todos y cada uno de los detalles para cada carretera como geografía, topografía y relieve, geología, hidrología, suelos, clima, altitud, entre otros, debido a que cada vía presenta características singulares que no necesariamente se presentan en todas las regiones del país, incluso estando en una misma región, las características son únicas.

Otro de los aspectos importantes de justificación de la investigación es el mayor control y supervisión de los procesos constructivos como tipos de materiales, espesores, temperaturas, detalles técnicos, etc., los cuales, a pesar de que se encuentran debidamente establecidos en el expediente técnico, en los manuales y documentos de referencia, en muchos de los casos, se incumplen voluntariamente.

Con relación a la influencia del expediente técnico y la ejecución de las especificaciones técnicas en el colapso de la calzada en el Km. 130+400 y alcantarilla del Km. 132+946, es preciso indicar que las deficiencias que éste podía presentar fueron superadas, teniendo las fallas presentadas su origen en el comportamiento geodinámica de la zona y erosión generada por las aguas del río Huaura a nivel de los taludes inferiores y las precipitaciones pluviales que arrastran sedimentos produciendo además derrumbes importantes con el consecuente deterioro de la vía en su conjunto.

Asimismo, al transcurrir en un valle predominante cerrado y con márgenes constituidos con laderas de fuertes pendientes, el sector está afectado por una geodinámica muy activa, inestabilizando las capas superficiales del suelo y formándose erosiones y deslizamientos superficiales. Por lo tanto, las condiciones del sector son exclusivamente un factor natural.

Recomendaciones

- Los estudios definitivos previos a su aprobación deben de ser verificados en campo por los especialistas de la unidad gerencial de estudios.
- Los proyectos que son contratados tanto para la ejecución como para la supervisión, deben ser permanentemente inspeccionados por personal técnico de la entidad licitante, para verificar los aspectos constructivos que se emplean en la obra y el permanente control de calidad que se suscita en ella.
- Si la entidad licitante encontrara deficiencias en la obra después de su recepción, no sólo debe sancionar al contratista constructor sino también a la empresa supervisora.

Bibliografía

- *Ley N° 28716, Ley de Control Interno de las Entidades del Estado publicada en en el Diario Oficial El Peruano.*
- *Ley N° 27444, Ley de Procedimiento Administrativo General. publicada en en el Diario Oficial El Peruano.*
- *Ley N°27658, Ley Marco de Modernización de la Gestión del Estado. publicada en en el Diario Oficial El Peruano.*
- *Ley N°27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información. publicada en en el Diario Oficial El Peruano.*
- *Decreto Legislativo N° 1017- Ley de Contrataciones del Estado. publicada en en el Diario Oficial El Peruano.*
- *Decreto Supremo N° 184-2008-EF, Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, modificado por Decreto Supremo N°138-2012-EF. publicada en en el Diario Oficial El Peruano.*
- *Decreto Supremo N° 033-2002-MTC, Creación del Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional – PROVIAS NACIONAL. Decreto Supremo N° 030-2002-PCM Reglamento de la Ley N° 27658, Ley Marco de Modernización de la Gestión del Estado. publicada en en el Diario Oficial El Peruano.*
- *Resolución de Contraloría General N°320-2006-CG, que aprueba las Normas de Control Interno.*
- *Resolución Ministerial N° 394-2011-MTC/02 del 03.06.2011, que aprueba el Manual de Operaciones de PROVIAS NACIONAL, modificada con Resolución Ministerial N° 429-2012-MTC/02. Del 11.08.2012.*
- *Resolución Directoral N° 993-2012-MTC/20. Del 22.11.2102, que aprueba el Manual de Organización y Funciones de PROVIAS NACIONAL.*

- *Resolución Directoral N° 1230-2012-MTC/20. Del 28.12.2102*, que aprueba el Manual de Procedimientos MAPRO de PROVIAS NACIONAL.
- *Decreto Supremo N° 034-2008-MTC* - Aprueban Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial y sus modificatorias.
- *Código Civil Peruano* vigente en el año 2015.
- **MINISTERIO DE FOMENTO: DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS**, “Recomendaciones de conservación de carreteras del Perú, 1952.
- **DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE. OFICINA DE MANTENIMIENTO VIAL, UNIDAD DE NORMAS Y SISTEMAS, SECTOR TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**, “Manual de mantenimiento vial para ingenieros”, Perú, 1979.
- **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**, “.Especificaciones técnicas generales para construcción de carreteras”.

ANEXO A

ANALISIS DE DATOS DE PRECIPITACION FLUVIAL

ESTACION : OYÓN /CO-501/DRE-04

DPTO.

LIMA

PROV.

OYÓN

DIST. OYÓN

PARAMETRO:PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LATITUD

10° 40' "S"

LONGITUD

76° 46' "W"

ALTITUD

3641 msnm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC.	MAX. ANUAL
1981	29.8	14.8	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	18.1	5.7	12.4	29.8
1982	10.3	15.1	19.2	16.4	S/D	0.0	4.3	0.0	0.0	7.0	7.7	23.0	23.0
1983	21.8	9.0	13.3	12.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	24.9	18.8	23.0	24.9
1984	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1985	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1986	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	3.5	6.2	6.3	9.4	7.0	21.6	21.6
1987	10.8	16.1	13.9	8.3	1.7	0.0	5.3	3.0	7.0	5.6	12.2	13.2	16.1
1988	16.4	10.2	13.1	9.5	8.6	0.0	0.0	0.0	7.6	7.9	6.4	14.7	16.4
1989	21.8	17.6	17.2	14.0	10.0	3.5	0.0	2.0	6.0	7.9	5.2	4.3	21.8
1990	6.4	11.1	15.2	4.4	2.9	1.0	0.0	0.0	1.0	24.9	10.7	20.4	24.9
1991	6.6	11.2	8.8	6.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	5.2	11.2
1992	10.5	6.2	9.6	12.5	1.8	2.2	0.0	0.4	6.6	6.5	5.6	7.0	12.5
1993	17.3	10.9	14.0	13.7	0.8	0.0	0.0	0.0	5.4	8.3	11.6	15.1	17.3
1994	15.3	13.2	16.0	12.0	7.3	1.7	1.9	0.4	12.0	7.1	15.1	7.2	16.0
1995	18.5	8.2	19.8	15.6	3.4	5.1	1.2	4.4	3.8	8.3	11.7	22.1	22.1
1996	14.3	13.1	23.7	11.7	2.9	0.0	0.0	2.0	4.2	15.0	8.4	15.5	23.7
1997	17.6	19.6	9.6	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	6.6	10.4	14.4	19.6
1998	15.7	13.4	17.5	10.2	2.0	2.5	0.0	0.0	4.6	19.6	15.0	10.0	19.6
1999	14.2	22.5	12.6	10.2	7.4	0.0	1.5	0.0	11.0	17.6	14.4	15.4	22.5
2000	12.5	19.8	11.2	13.8	6.4	0.0	1.2	2.3	12.0	20.3	18.8	19.4	20.3
2001	17.0	9.6	19.5	18.9	4.1	5.9	0.0	0.0	9.1	17.1	17.9	17.9	19.5
2002	22.1	14.2	16.7	8.4	5.1	1.0	0.0	1.8	4.7	18.6	13.7	14.0	22.1
2003	15.4	26.6	17.1	6.8	0.0	0.0	0.0	1.3	6.5	15.8	3.7	9.4	26.6
2004	9.9	16.6	8.8	S/D	0.0	3.6	0.0	0.0	8.9	11.2	16.0	10.1	16.6
2005	S/D	10.2	15.9	1.8	2.2	0.0	0.0	2.7	0.5	8.0	9.2	12.3	15.9
2006	14.0	20.6	11.8	S/D	0.3	6.2	0.0	3.3	2.3	6.7	20.1	13.4	20.6
Mínimo	6.4	6.2	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	4.3	11.2
Promedio	15.4	14.3	14.7	10.2	3.1	1.4	0.8	1.4	5.4	12.2	11.3	14.2	20.2
Máximo	29.8	26.6	23.7	18.9	10.0	6.2	5.3	6.2	12.0	24.9	20.1	23.0	29.8

ANALISIS DE DATOS DE PRECIPITACION FLUVIAL

ESTACION : OYÓN /CO-501/DRE-04

DPTO.

LIMA

PROV.

OYÓN

DIST.

OYÓN

PARAMETRO:PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

LATITUD

10° 40' "S"

LONGITUD

76° 46' "W"

ALTITUD

3641 msnm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC.	TOTAL ANUAL
1981	92.7	156.3	117.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	0.0	57.2	61.7	115.5	607.6
1982	84.3	147.2	71.9	37.3	S/D	0.0	4.3	0.0	0.0	57.5	65.5	105.3	573.3
1983	154.8	50.7	179.5	102.6	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	35.0	46.5	79.6	651.9
1984	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1985	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1986	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	3.5	7.2	11.7	10.6	24.7	65.8	123.5
1987	127.3	105.1	35.8	25.8	1.7	0.0	5.3	3.6	9.5	19.6	90.2	45.4	469.3
1988	104.7	61.8	58.1	72.9	12.6	0.0	0.0	0.0	11.1	27.6	29.7	61.8	440.3
1989	134.0	93.8	109.1	46.7	22.5	3.7	0.0	2.0	14.7	39.5	18.4	7.6	492.0
1990	51.4	75.1	59.4	4.4	8.5	1.0	0.0	0.0	1.5	35.0	82.7	113.3	432.3
1991	49.1	146.2	108.4	23.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	16.8	358.8
1992	39.5	23.8	48.7	23.5	1.8	3.4	0.0	0.4	6.6	19.9	22.8	17.3	207.7
1993	89.2	127.7	147.0	110.2	0.8	0.0	0.0	0.0	9.0	83.1	85.2	247.4	899.6
1994	129.0	126.6	163.9	110.5	45.4	1.7	1.9	0.7	41.7	8.9	56.6	47.9	734.8
1995	73.3	35.2	140.1	59.4	9.0	5.1	1.2	4.4	7.3	43.2	49.4	85.5	513.1
1996	117.6	96.4	127.0	58.2	3.8	0.0	0.0	2.0	6.1	26.5	21.4	61.8	520.8
1997	88.3	116.7	40.5	28.6	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	24.2	64.4	125.2	501.9
1998	178.1	112.8	121.0	20.9	2.0	2.3	0.0	0.0	11.9	58.6	33.6	32.0	573.2
1999	101.8	193.2	85.6	52.8	38.5	0.0	4.2	0.0	31.9	57.1	50.3	76.9	692.3
2000	120.6	127.8	104.3	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Mínimo	39.5	23.8	35.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	7.6	123.5
Promedio	102.1	105.7	101.0	48.6	9.8	1.1	1.2	1.6	10.6	35.5	48.1	76.8	
Máximo	178.1	193.2	179.5	110.5	45.4	5.1	5.3	7.2	41.7	83.1	90.2	247.4	899.6

ANALISIS DE DATOS DE PRECIPITACION FLUVIAL

ESTACION : PACHANGARA /PLU-5204/DRE-04

DPTO. LIMA PROV. OYÓN DIST. PACHANGARA
 LATITUD 10° 47' "S" LONGITUD 76° 49' "W" ALTITUD 3600 msnm

PARAMETRO:PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)	LATITUD 10° 47' "S" LONGITUD 76° 49' "W" ALTITUD 3600 msnm												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC.	TOTAL ANUAL
1970	191.1	23.5	152.3	120.0	61.6	0.5	1.5	0.5	44.8	26.0	94.8	94.8	811.4
1971	95.0	135.4	244.4	63.8	T	T	T	1.5	0.5	10.5	25.2	120.5	696.8
1972	222.7	122.6	274.3	123.3	2.5	T	0.0	1.2	15.5	36.9	44.0	92.3	935.3
1973	151.2	107.8	189.6	107.6	48.0	1.0	5.0	2.5	10.0	78.3	52.9	182.3	936.2
1974	163.7	138.8	119.2	45.6	1.0	T	0.0	13.7	T	12.4	12.7	21.0	528.1
1975	149.5	118.3	207.5	56.7	19.0	2.4	0.0	13.9	4.5	26.0	16.7	56.8	671.3
1976	203.6	161.4	187.7	35.3	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	T	20.8	11.5	622.8
1977	36.9	75.4	131.5	43.2	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	151.8	69.4	532.2
1978	108.4	136.8	31.3	0.5	T	0.0	0.6	0.5	14.2	55.9	63.1	78.5	489.8
1979	33.5	109.5	236.6	64.8	T	0.0	0.0	T	2.5	7.2	5.0	3.4	462.5
1980	47.0	35.5	22.5	16.0	2.0	T	4.5	3.7	0.0	128.1	187.4	113.7	560.4
1981	213.5	220.7	145.5	47.2	11.0	1.5	T	8.5	T	37.0	81.0	185.3	951.2
1982	157.5	134.0	70.5	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5	22.2	46.6	22.5	470.3
1983	60.5	60.4	176.7	102.7	5.8	0.2	0.6	1.8	5.2	46.6	67.9	81.5	609.9
1984	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1985	129.6	113.8	134.2	117.1	T	0.0	0.0	T	T	73.5	71.5	92.1	731.8
1986	121.0	133.0	128.0	99.1	T	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	27.4	161.8	681.3
1987	142.0	91.5	52.9	0.0	0.0	0.0	0.0	T	11.6	27.0	35.8	86.0	446.8
1988	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1989	154.1	116.0	156.0	121.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	102.5	9.5	2.5	661.6
Mínimo	33.5	23.5	22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	5.0	2.5	446.8
Promedio	132.3	113.0	147.8	64.9	13.5	0.4	0.8	3.2	8.2	41.4	56.3	82.0	655.5
Máximo	222.7	220.7	274.3	123.3	61.6	2.4	5.0	13.9	44.8	128.1	187.4	185.3	951.2

ANALISIS DE DATOS DE PRECIPITACION FLUVIAL

ESTACION : PACHANGARA /PLU-5204/DRE-04

DPTO. LIMA PROV. OYÓN DIST. PACHANGARA
 PARAMETRO:PRECIPITACION MAX EN 24 HORAS (mm) LATITUD 10° 47' "S" LONGITUD 76° 49' "W" ALTITUD 3600 msnm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC.	MAX. ANUAL
1966	24.2	26.0	13.3	11.1	5.5	0.0	0.0	0.0	7.4	20.0	13.4	26.0	26.0
1967	28.0	24.0	21.2	8.0	6.4	4.0	2.2	3.5	5.0	16.2	6.5	6.5	28.0
1968	20.0	16.7	20.0	6.0	7.0	2.0	2.0	3.0	2.0	13.0	13.0	17.0	20.0
1969	3.6	16.2	12.6	9.6	2.5	3.0	2.0	7.5	2.3	9.5	14.6	17.0	17.0
1970	26.5	19.0	14.6	14.5	9.5	0.5	1.5	0.5	11.2	7.0	18.6	12.6	26.5
1971	10.2	12.0	18.0	7.0	T	T	T	1.0	0.5	6.0	7.0	13.0	18.0
1972	21.0	11.2	23.0	14.2	2.5	T	0.0	1.2	5.5	8.0	14.7	10.0	23.0
1973	16.0	16.5	15.0	11.5	10.0	1.0	5.0	1.5	4.1	13.0	6.0	13.5	16.5
1974	12.5	11.0	13.5	7.0	1.0	T	0.0	4.0	T	5.0	3.2	5.5	13.5
1975	14.5	10.0	11.5	7.2	5.0	1.0	0.0	7.0	2.3	3.5	3.5	8.5	14.5
1976	14.0	12.5	16.0	16.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	T	13.0	5.0	16.0
1977	5.0	7.0	11.0	8.5	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	11.0	10.0	11.0
1978	18.5	15.5	8.0	0.5	T	T	0.6	0.5	3.5	6.0	11.5	16.0	18.5
1979	9.5	9.5	14.0	8.1	T	0.0	0.0	T	1.0	2.5	2.0	2.4	14.0
1980	7.5	5.0	11.5	7.0	1.5	T	3.0	1.7	0.0	12.5	13.0	10.5	13.0
1981	15.5	13.5	12.5	7.0	7.0	1.5	T	3.5	T	6.5	10.0	11.5	15.5
1982	10.0	10.5	9.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	11.6	7.5	5.0	11.6
1983	11.0	8.9	13.0	11.5	10.0	1.5	5.0	7.0	11.2	13.0	18.6	16.0	18.6
1984	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1985	9.0	7.8	8.0	8.0	T	0.0	0.0	T	T	9.5	9.5	7.0	9.5
1986	8.0	11.6	9.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	5.9	9.8	11.6
1987	11.0	8.5	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	6.0	7.0	9.0	12.1
1988	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1989	9.5	7.0	10.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	3.0	1.5	11.0
Mínimo	3.6	5.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.0	1.5	9.5
Promedio	13.9	12.7	13.5	8.4	4.1	0.9	1.1	2.1	3.3	8.6	9.7	10.6	16.6
Máximo	28.0	26.0	23.0	16.0	10.0	4.0	5.0	7.5	11.2	20.0	18.6	26.0	28.0

PRECIPITACION TOTAL ANUAL (mm)

ESTACION	OYON	PACHANGARA
LAT.	10° 40' "S"	10° 47' "S"
LONG.	76° 46' "W"	76° 49' "W"
ALT. Msnm	3641 msnm.	3600 msnm.
AÑO	Precipitación Máxima Anual	
1968		
1969		
1970		811.4
1971		696.8
1972		935.3
1973		936.2
1974		528.1
1975		671.3
1976		622.8
1977		532.2
1978		489.8
1979		462.5
1980		560.4
1981	607.6	951.2
1982	573.3	470.3
1983	651.9	609.9
1984	S/D	S/D
1985	S/D	731.8
1986	123.5	681.3
1987	469.3	446.8
1988	440.3	S/D
1989	492.0	661.6
1990	432.3	
1991	358.8	
1992	207.7	
1993	899.6	
1994	734.8	
1995	513.1	
1996	520.8	
1997	501.9	
1998	573.2	
1999	692.3	
2000	S/D	
Mínimo	123.5	446.8
Promedio	517.2	655.5
Máximo	899.6	951.2

ANEXO B

Evaluación de la falla en la alcantarilla de la progresiva 132+946

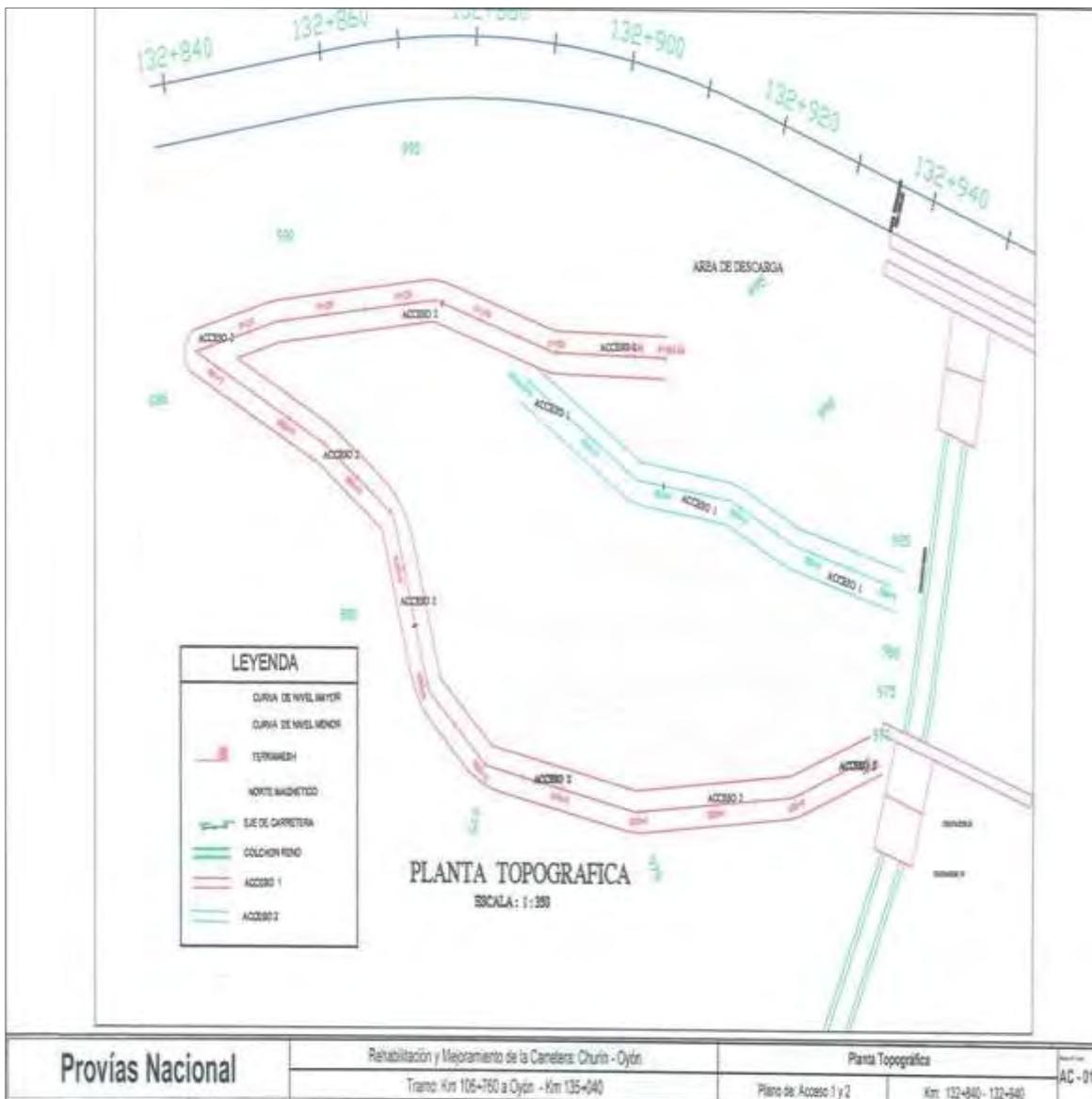
Presupuesto de obra de la solución de la alcantarilla de la progresiva 132+946

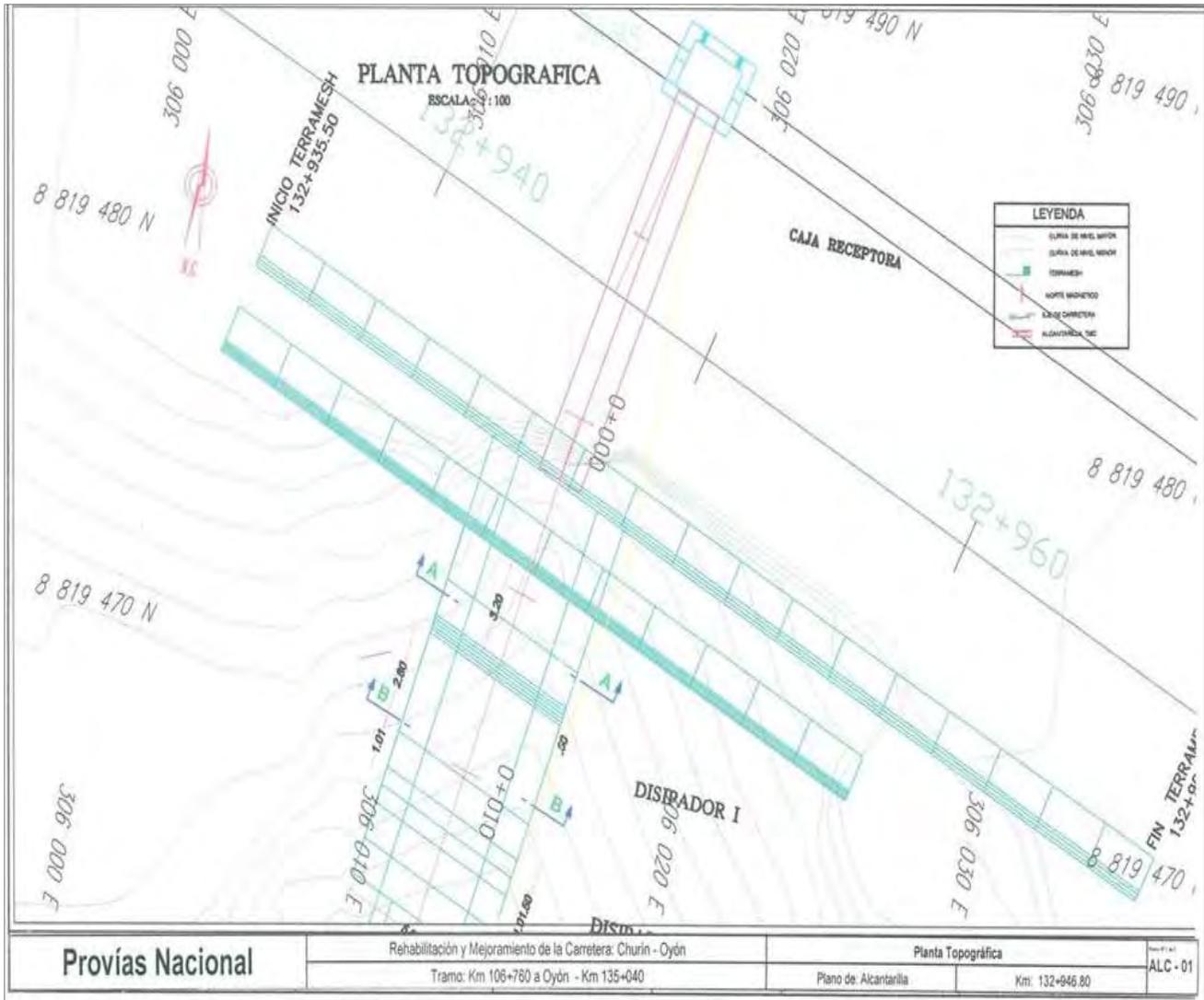
PRESUPUESTO DE OBRA
SOLUCIÓN INTEGRAL DE LA ALCANTARILLA EN LA PROGRESIVA 132+946

PARTIDA	DESCRIPCION	UND	METRADO TOTAL EJECUTADO ADICIONAL	C.U.	COSTO TOTAL
					S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				
01.01	TRAZO Y TOPOGRAFIA DE ESTRUCTURAS	m2	2,868.32	3.96	11,358.55
01.02	MOVILIZACION Y DESMOLVILIZACION DE EQUIPO	glb	1.00	120,402.96	120,402.96
01.03	Limpieza de alcantarillas, cunetas	mes	2.00	29,199.40	58,398.80
01.04	DEMOLICION DE EMBOQUILLADO	m3	24.31	69.05	1,678.61
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.01	MEJORAMIENTOS DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	193.29	60.82	11,755.90
02.02	REMOCION DE DERRUMBES	m3	3,135.10	25.03	78,471.55
02.03	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN	m3	2,402.27	7.58	18,209.21
03	BASES Y SUB BASES				
03.01	BASE GRANULAR	m3	34.42	67.54	2,324.73
03.02	SUB BASE GRANULAR	m3	57.37	45.13	2,589.11
04	PAVIMENTOS DE CONCRETO ASFALTICO				
04.01	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	229.48	2.17	497.97
04.02	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE (MAC)	m3	18.36	339.43	6,231.93
04.03	CEMENTO ASFALTICO DE PENETRACION 120/150	gln	743.58	8.81	6,550.94
04.04	ASFALTO DILUIDO TIPO MC 30	gln	63.65	9.81	624.41
04.05	FILLER MINERAL (CAL HIDRATADA)	kg	881.28	0.60	528.77
05	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				
05.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	19,881.13	12.34	245,333.14
05.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	2,252.91	38.38	86,466.69
05.03	CONCRETO CLASE C/OBRAS DE DRENAJE (FC=210 KG/CM2 - INC. EN	m3	21.13	725.72	15,334.46
05.04	ACERO DE REFUERZO	kg	685.76	5.78	3,963.69
05.05	TUBERIA CORRUGADA DE ACERO GALVANIZADA CIRCULAR DIAM= 1.	m	11.28	971.93	10,963.37
05.06	TUBERIA HDPE 4" (SOLIDA O PERFORADA)	m	257.79	46.00	11,858.34
05.07	REVESTIMIENTO DE PIEDRA EMBOQUILLADA	m2	684.21	97.69	66,840.47
05.08	GEOTEXTIL NO TEJIDO CLASE 2	m2	3,277.59	4.33	14,191.96
05.09	GEOCOMPUESTO DE DRENAJE	m2	402.97	26.93	10,851.98
05.10	GEOMALLA PARA SUELO REFORZADO	m2	2,513.50	31.86	80,080.11
05.11	GEOMEMBRANA	m2	1,489.44	17.65	26,288.62
05.12	GAVIONES TIPO CAJA 5.0X1.0X1.0 (10X12/3.40)	und	44.00	1,271.85	55,961.40
05.13	GAVIONES TIPO CAJA 5.0X1.5X1.0 (10X12/3.40)	und	10.00	1,747.15	17,471.50
05.14	SUELO REFORZADO 0.50X1.0X5.0M (10X12/3.70)	und	139.50	608.63	84,903.89
05.15	SUELO REFORZADO 1.0X1.0X5.0M (10X12/3.70)	und	195.00	633.84	123,598.80
05.16	GAVIONES TIPO COLCHON ANTISOCAVANTE 5.0X2.0X0.50M (10X12/3.4	und	75.00	894.21	67,065.75
05.17	MURO MAMPOSTERIA PIEDRA FC = 140 KG/CM2 + 50% PG	m3	152.00	490.60	74,571.20
05.18	ENROCADO DE PROTECCION	m3	40.00	156.65	6,266.00
05.19	CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO TRIANGULARES	m3	3.08	705.40	2,172.63
06	TRANSPORTE				
06.01	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE ENTRE 120 M A 1000M	m3k	14,384.39	8.95	128,740.29
06.02	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A UNA DISTANCIA MAYOR DE	m3k	46,405.32	2.22	103,019.81
06.03	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR ENTRE 120 M A 1000M	m3k	2,233.46	8.95	19,989.47
06.04	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR DISTANCIA MAYOR DE 1000M	m3k	7,277.64	2.22	16,156.36
06.05	TRANSPORTE DE MATERIAL ASFALTICO ENTRE 120 M A 1000M	m3k	18.36	11.11	203.98
06.06	TRANSPORTE DE MATERIAL ASFALTICO DISTANCIA MAYOR DE 1000M	m3k	2,422.56	2.73	6,613.59
07	PROTECCION AMBIENTAL				
07.01	DEPOSITOS DE DESECHOS (DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTES)	m3	16,345.89	4.97	81,239.07
07.02	REVEGETACION DE DE DME	Ha	0.77	4,806.53	3,701.03
07.03	RESTAURACION AMBIENTAL DE AREAS CANTERAS	Ha	2.86	7,910.31	22,623.49
08	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				
08.01	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	20.00	11.53	230.60
08.02	TACHAS DELINEADORAS BIDIRECCIONALES	und	24.00	15.19	364.56
08.03	POSTES DE SOPORTE DE SEÑALES	und	4.00	307.35	1,229.40
	COSTO DIRECTO				1,707,919.09
	GASTOS GENERALES 17%	0.17			290,346.25
	UTILIDAD 10%	0.10			170,791.91
	SUB - TOTAL				2,169,057.24
	IGV 18%	0.18			390,430.30
	TOTAL				2,559,487.55

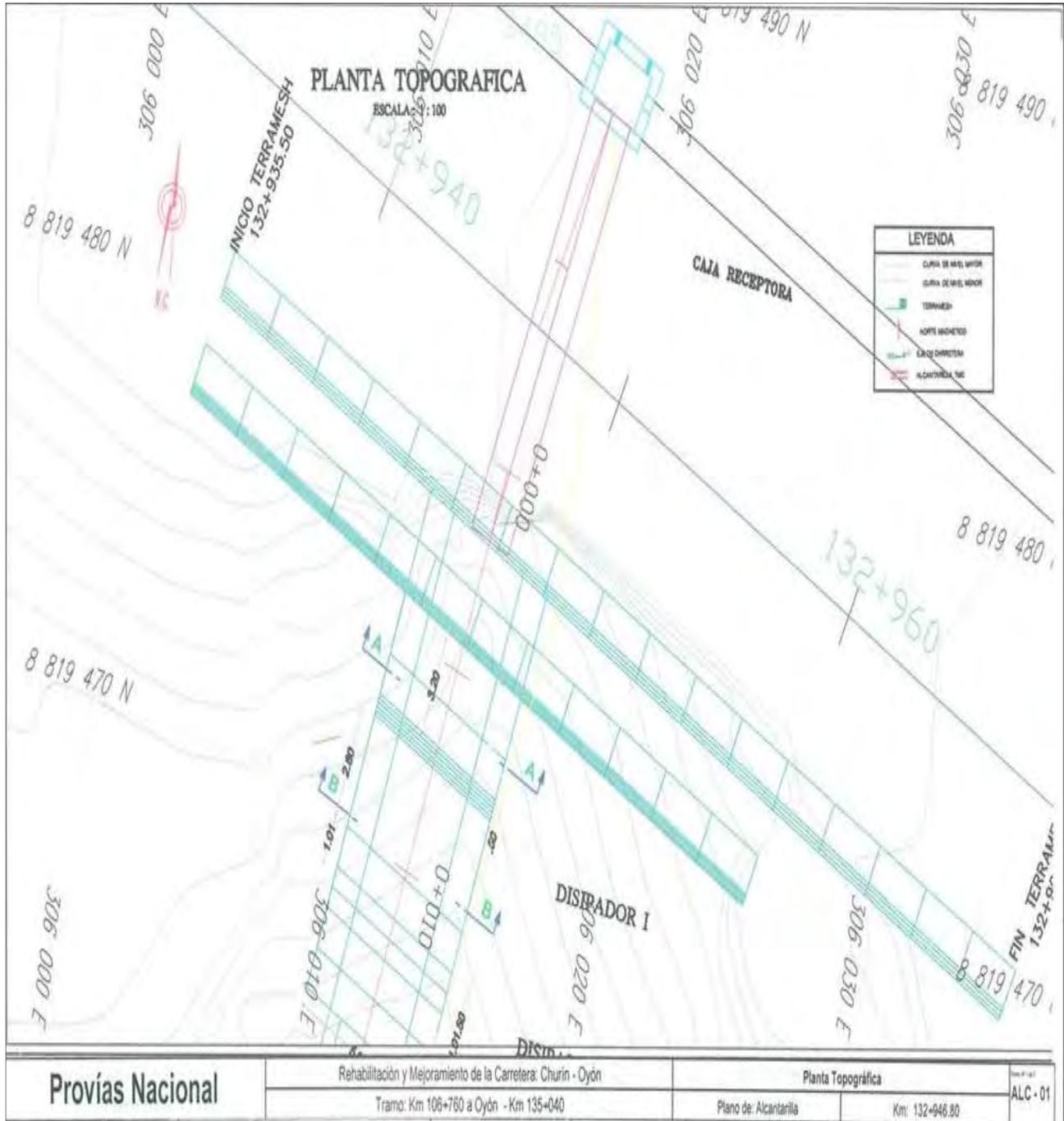
ANEXO C

Planos estructurales de la solución de la alcantarilla





Provias Nacional	Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera: Churín - Oyón	Planta Topográfica		ALC - 01
	Tramo: Km 106+760 a Oyón - Km 135+040	Plano de Alcantarilla	Km: 132+946.80	





Provias Nacional

Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera: Chuzin - Oyón

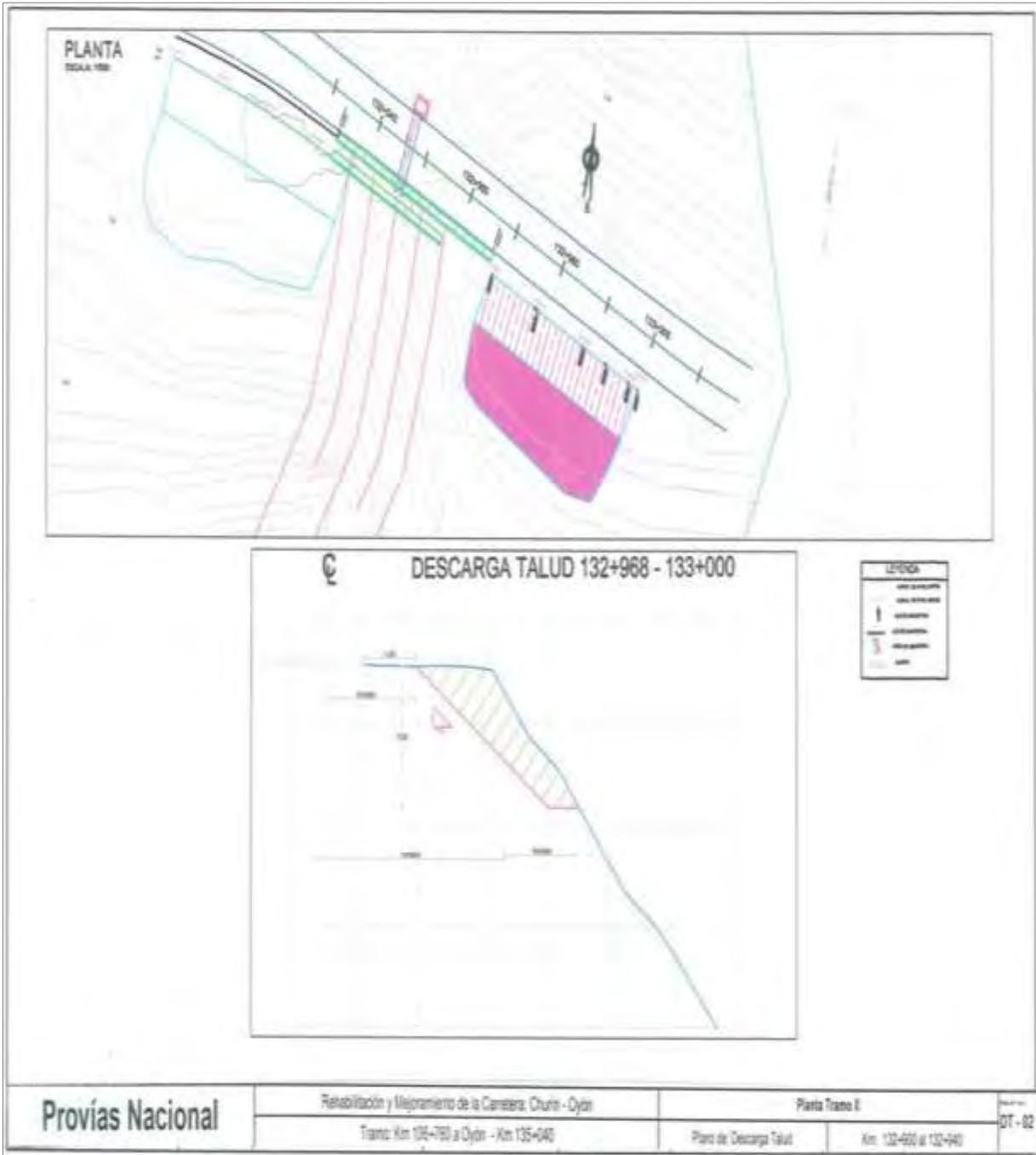
Tramo: Km 135+760 a Oyón - Km 135+040

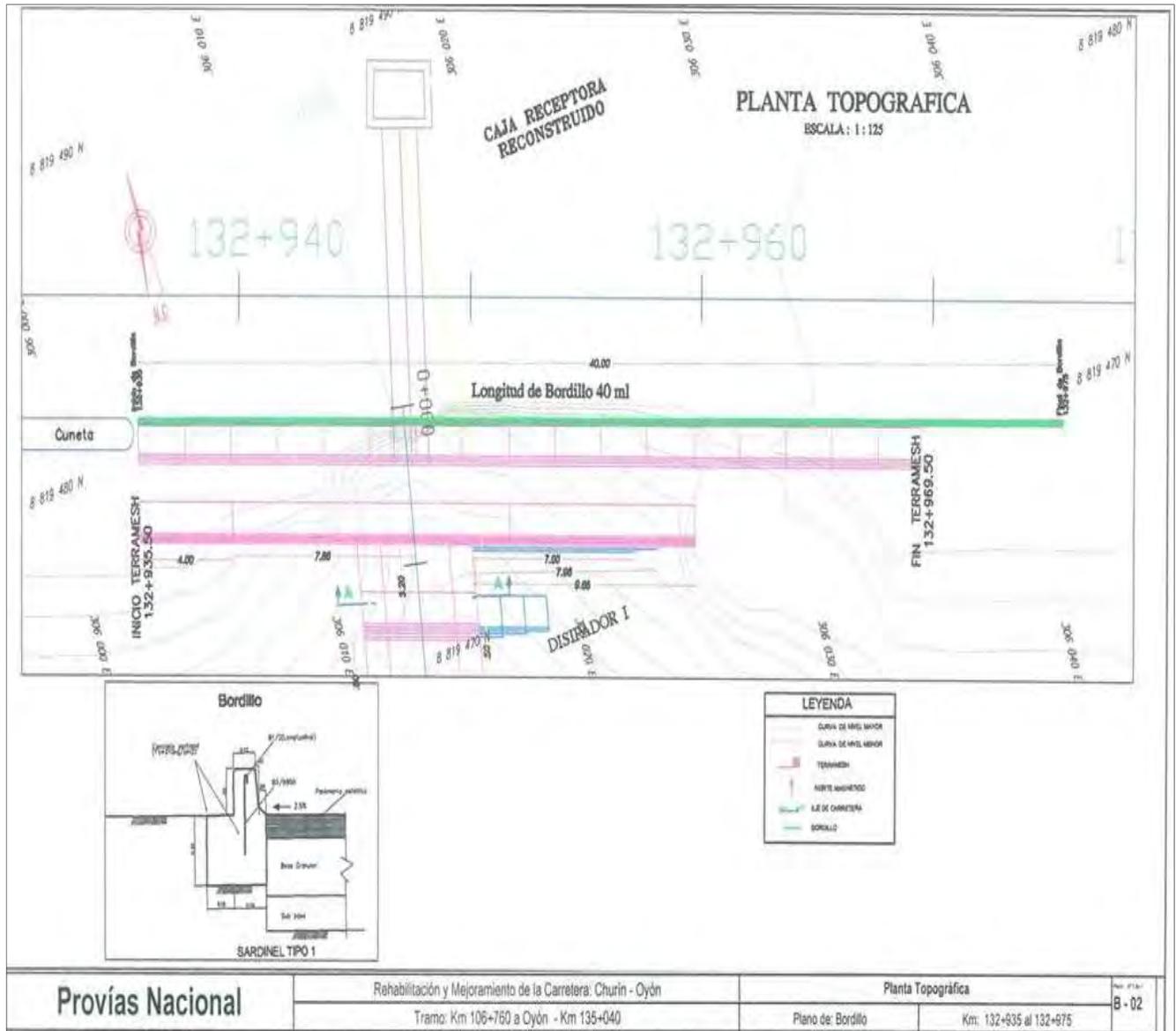
Planta Topográfica y Sección Típica

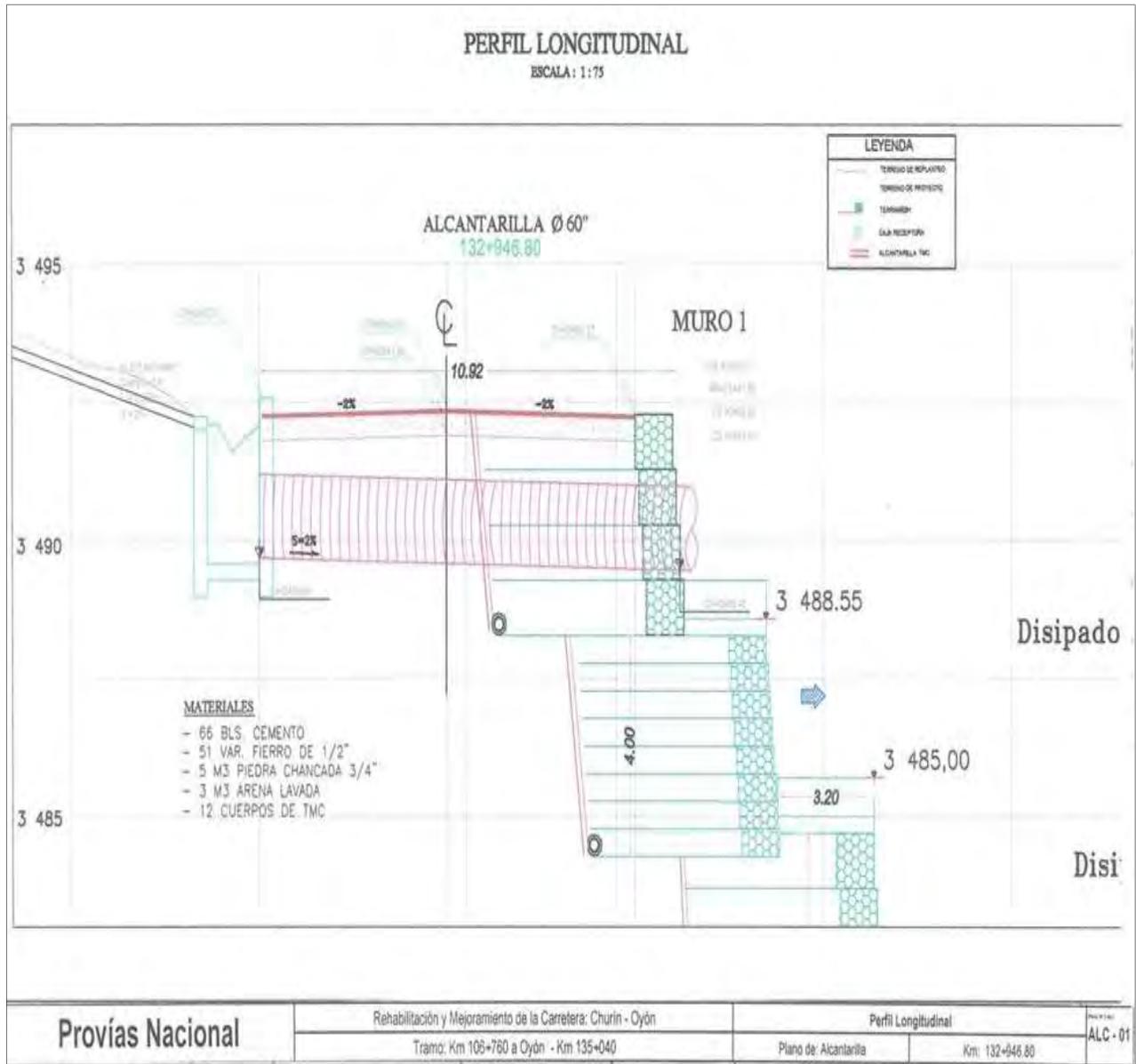
Plano de Descarga Talud

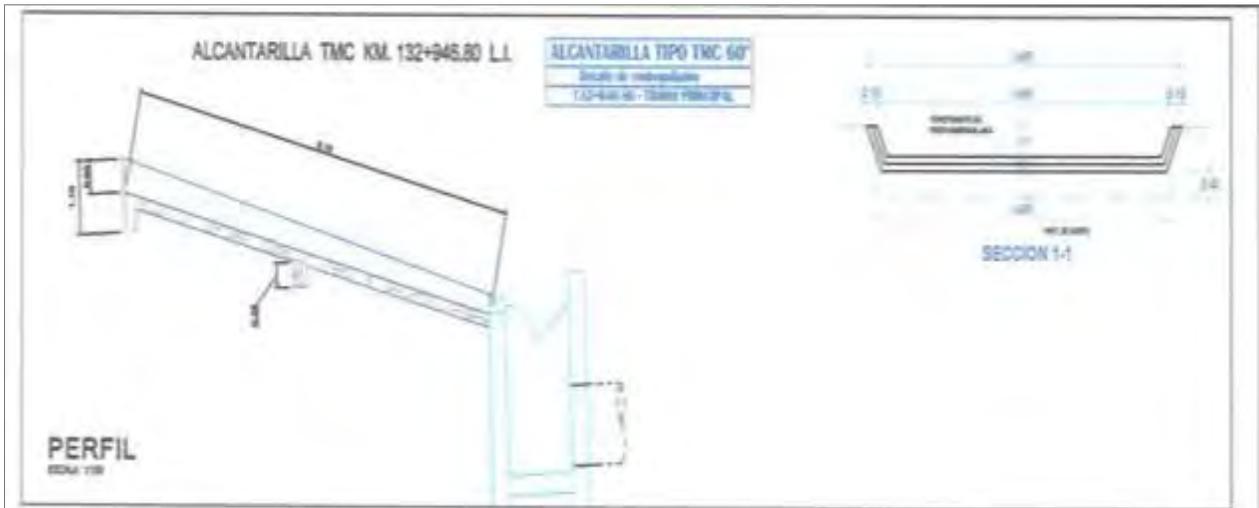
Km: 132+600 al 132+940

DT - 01









Provias Nacional	Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Churín - Oyón	Planta, Perfil y Secciones		EM - 01
	Tramo: Km 126+760 a Oyón - Km 135+040	Plano de Emboquillado	Km: 132-946.80	

ANEXO D

DIRECTIVA N° 002- 2014-MTC/20
PROCEDIMIENTOS PARA LA ATENCION DE FALLAS PRESENTADAS EN
OBRAS CONCLUIDAS Y RECEPCIONADAS POR PROVIAS NACIONAL
OBJETIVO

La presente directiva tiene por objeto instrumentar lo dispuesto por la ley de contrataciones del estado y su reglamento, aprobados con decreto legislativo N° 1017 y decreto supremo N°184-2008-EF, modificado mediante decreto supremo N° 138-2012-EF, respectivamente, y el código civil vigente, estableciendo un procedimiento a seguir para todos los órganos de la entidad, cuando se presenten fallas en las obras de infraestructura vial.

FINALIDAD

Establecer procedimientos para uniformizar criterios, que permitan una correcta y oportuna atención de las fallas que se pudieran presentar en las obras concluidas y recepcionadas por el Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional – PROVIAS NACIONAL.

BASE LEGAL

- Código Civil vigente.
- Ley N° 28716, Ley de Control Interno de las Entidades del Estado.
- Ley N° 27444, Ley de Procedimiento Administrativo General.
- Ley N°27658, Ley Marco de Modernización de la Gestión del Estado.
- Ley N°27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información.
- Decreto Legislativo N° 1017- Ley de Contrataciones del Estado.
- Decreto Supremo N° 184-2008-EF, Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, modificado por Decreto Supremo N°138-2012-EF.
- Decreto Supremo N° 033-2002-MTC Creación del Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional – PROVIAS NACIONAL.
- Decreto Supremo N° 030-2002-PCM Reglamento de la Ley N° 27658 Ley - - - -
- Marco de Modernización de la Gestión del Estado.
- Resolución de Contraloría General N°320-2006-CG, que aprueba las Normas de Control Interno.
- Resolución Ministerial N° 394-2011-MTC/02 del 03.06.2011, que aprueba el Manual de Operaciones de PROVIAS NACIONAL, modificada con Resolución Ministerial N° 429-2012-MTC/02. Del 11.08.2012.
- Resolución Directoral N° 993-2012-MTC/20. Del 22.11.2102, que aprueba el Manual de Organización y Funciones de PROVIAS NACIONAL.
- Resolución Directoral N° 1230-2012-MTC/20. Del 28.12.2102, que aprueba el Manual de Procedimientos MAPRO de PROVIAS NACIONAL.
- Decreto Supremo N° 034-2008-MTC - Aprueban Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial y sus modificatorias.

ALCANCE

La presente directiva es de cumplimiento obligatorio de las Unidades Gerenciales, Oficinas, Unidades Zonales del Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional – PROVIAS NACIONAL, según corresponda.

NORMAS GENERALES

Disposiciones sobre responsabilidades del contratista por la calidad ofrecida y vicios ocultos.

5.1 LEY DE CONTRATACIONES DEL ESTADO

El artículo 50° de la ley de contrataciones del estado, dispone que el contratista es el responsable por la calidad ofrecida y por los vicios ocultos de los bienes o servicios ofertados por un plazo no menor de un (01) año contado a partir de la conformidad otorgada por la entidad, el contrato podrá establecer excepciones para bienes fungibles y/o perecibles, siempre que la naturaleza de estos bienes no se adecue a este plazo.

En este caso de contratos de obras, el plazo de responsabilidad no podrá ser inferior a siete (07) años, contado a partir de la conformidad de la recepción total o parcial de la obra, según corresponda.

Las partes deberán establecer el plazo máximo de responsabilidad del contratista.

5.2 CÓDIGO CIVIL

5.2.1 El artículo 1784°.- referido a la responsabilidad del contratista por destrucción, vicios ocultos o ruina sobreviniente, señala lo siguiente:

Si en el curso de los cinco años desde su aceptación la obra se destruye, total o parcialmente, o bien presenta evidente peligro de ruina o graves defectos por vicio de la construcción, el contratista es responsable ante el comitente o sus herederos, siempre que se le avise por escrito de fecha cierta dentro de los seis meses siguientes al descubrimiento. Todo pacto distinto es nulo.

El contratista es también responsable, en los casos indicados en el párrafo anterior, por la mala calidad de los materiales o por defecto del suelo, si es que hubiera suministrado los primeros o elaborado los estudios, planos y demás documentos necesarios para la ejecución de la obra.

El plazo para interponer la acción es de un año computado desde el día siguiente al aviso a que se refiere el primer párrafo.

5.2.2 El artículo 1785°.- Referido a la liberación de responsabilidad del contratista, señala lo siguiente:

“No existe responsabilidad del contratista en los casos a que se refiere el artículo 1784°, si prueba que la obra se ejecutó de acuerdo a las reglas del arte y en estricta

conformidad con las instrucciones de los profesionales que elaboraron los estudios, planos y demás documentos necesarios para la realización de la obra, cuando ellos le son proporcionados por el comitente.”

VI. NORMAS ESPECÍFICAS

6.1 ACCIONES A CARGO DE LAS UNIDADES ZONALES

La unidad zonal correspondiente identificará y registrará las fallas que se presenten en la Red Vial Nacional bajo su administración, detectados por el personal de la Unidad Zonal, o Autoridades Locales, Municipales y/o Regionales, entre otros, y elaborará un informe técnico debidamente documentado, en el cual se deberá incluir, como mínimo lo siguiente:

- Memoria descriptiva de las fallas.
- La probable causa de lo ocurrido.
- El detalle de la magnitud.
- La tipología.
- Fotografías.
- Constatación física de las fallas con presencia de Notario Público o Juez de Paz, dependiendo del lugar donde se presenten, contando con las respectivas muestras técnicas y fotografías, con la fecha exacta de la diligencia.
- Fecha en la que se descubrió y en la que tomó conocimiento de la falla.
- Planteamiento de trabajos de mantenimiento que permitan reforzar la seguridad vial.
- Recomendaciones para superar el problema.

El informe estará suscrito por el ingeniero supervisor de la unidad zonal y visado por el jefe de la unidad zonal.

La unidad zonal correspondiente, deberá remitir el informe señalado en el numeral precedente conjuntamente con los antecedentes respectivos, a la:

- Unidad Gerencial de Conservación – UGC, cuando se trate de fallas provenientes de contratos de obras de mantenimientos periódicos de carreteras que pueden incluir puentes, de la Red Vial Nacional.
- Unidad Gerencial de Obras – UGOB, cuando se trate de fallas provenientes de contratos de obras de construcción, mejoramiento, rehabilitación de carreteras que pueden incluir puentes de la Red Vial Nacional.
- Unidad Gerencial de Operaciones – UGOP, cuando se trate de fallas provenientes de contratos de obras de electrificación de estaciones de peajes, entre otras obras dentro de su ámbito de competencia.
- Unidad Gerencial de Puentes e Intervenciones Especiales – UGP, cuando se trate de fallas provenientes de contratos de obras de construcción, instalación, mejoramiento, rehabilitación de puentes de la Red Vial Nacional, no incluidos en los contratos a cargo de las Unidades Gerenciales de Obras y de Conservación.

Adicionalmente, se deberá de remitir copia del informe a la UGC cuando este sea dirigido a la UGOB, UGOP y UGP, a efecto de la revisión del planteamiento de trabajos de mantenimiento necesario que permitan la transitabilidad vehicular y/o reforzar la seguridad vial.

El plazo de remisión del informe y la copia no deberá ser mayor a veinte (20) días hábiles, contados desde que se tomó conocimiento de las fallas.

6.2. ACCIONES DE MANTENIMIENTO PARA REFORZAR LA SEGURIDAD VIAL.

La Unidad Gerencial de Conservación evaluará el informe de la Unidad Zonal y dispondrá la ejecución de los trabajos de mantenimiento para reforzar la seguridad vial de las zonas afectadas, en tanto se inicien los trabajos de reparación de las fallas, poniendo en conocimiento de la Unidad Gerencial de Obras, de Conservación, de Operaciones o de Puentes, según corresponda dichas acciones.

Los trabajos para reforzar la seguridad vial y transitabilidad de las zonas afectadas, serán asumidos por la Unidad Gerencial de Conservación a través de las Unidades Zonales o Contratistas Conservadores, que serán cuantificados y cobrados a quien se determine como responsable de la falla.

6.3 ACCIONES A CARGO DE LA UNIDAD GERENCIAL DE CONSERVACION DE OBRAS, DE OPERACIONES O DE PUENTES E INTERVENCIONES ESPECIALES Y LA UNIDAD GERENCIAL DE ESTUDIOS

La Unidad Gerencial de Conservación, Obras, de Operaciones o de Puentes e Intervenciones Especiales, según sea el caso, evaluará el informe presentado por la Unidad Zonal, y dará inicio a la conformación de un Comité de Fallas.

Los administradores de contrato de la Unidad Gerencial responsable de la ejecución de los trabajos definirán si la obra donde se presenta la falla está dentro o fuera del periodo de garantía.

El comité de fallas estará conformado por el administrador de contrato que fue responsable de la obra u otro profesional designado por la misma Unidad Gerencial y además por especialistas de la Unidad Gerencial que elaboró y/o dio conformidad a los estudios, de la Unidad Gerencial de Conservación y de otras Unidades Gerenciales de Línea, que se estime pertinente.

PLAZOS:

El plazo para la evaluación, determinación de si la obra se encuentra en periodo de garantía, designación del administrador de contrato y envío del memorándum a las Unidades Gerenciales solicitando la designación de sus especialistas, no deberá ser mayor a tres (3) días hábiles.

El plazo que tiene las Unidades Gerenciales para la designación de los especialistas y comunicación a estos de tal designación, no deberá ser mayor a tres (3) días hábiles.

El plazo para que el comité de Ffallas se instale para dar inicio a sus actividades es de tres (3) días hábiles desde que se le comunica a sus miembros su designación.

COMITÉ DE FALLAS.

Una vez conformado e instalado el comité de fallas, este realizará una visita de evaluación al lugar donde se encuentran las fallas, dentro un plazo que no deberá ser mayor a diez (10) días hábiles.

El comité realizará las evaluaciones de campo y elaborará el respectivo informe técnico, con opinión sobre el origen de las fallas y el monto estimado para la reparación de estas (en base a los precios unitarios del expediente técnico), remitiéndolo a la Unidad Gerencial que lo ha solicitado, con copia a las Unidades Gerenciales involucradas, en un plazo que no deberá ser mayor a veinte (20) días hábiles contados desde el inicio de la visita al lugar de las fallas.

Asimismo, la Unidad Gerencial competente podrá requerir, el apoyo logístico de la Unidad Gerencial de Administración y sin perjuicio de las acciones mencionadas, se procederá a comunicar al contratista de obra y a la Supervisión sobre las fallas encontradas y según sea el caso, iniciar las acciones legales correspondientes.

CUANDO LAS FALLAS SEAN ATRIBUIDAS AL CONTRATISTA

Si en el informe se identifica que las fallas son atribuibles al contratista, la Unidad gerencial de Conservación, de Obras, de Operaciones o de Puentes e Intervenciones Especiales, según sea el caso, y dentro del plazo que no podrá exceder de seis (6) meses, desde que se tomó conocimiento de las fallas (según la fecha indicada en el informe de la Unidad Zonal), dará aviso vía notarial al contratista de la obra y a la supervisión, de la responsabilidad que les atañe, requiriéndole al contratista de la obra que proceda a la reparación de las fallas presentadas, de acuerdo a lo previsto en el Contrato de Ejecución de Obra respectivo y en virtud a lo dispuesto en el ARTICULO 50° de la Ley de Contrataciones del Estado y el ARTICULO 1784 del Código Civil, requiriéndole una respuesta formal en un plazo no mayor (30) días calendario.

CUANDO EL CONTRATISTA ACEPTA EL REQUERIMIENTO FORMULADO

6.3.1.

Si el Contratista acepta el requerimiento formulado por la Entidad, la Unidad Gerencial de Conservación Obras, de Operaciones o de Puentes e Intervenciones Especiales, según sea el caso, requerirá al contratista el expediente técnico de reparación de fallas que deberá contemplar la reconstrucción de las partidas afectadas, así como el planteamiento y diseño de las partidas complementarias que solucionen el origen de las fallas ocurridas, así como el plan de trabajo para el desarrollo de las actividades, fecha de inicio y los plazos por etapa. El expediente técnico en mención deberá ser materia de revisión por parte de la supervisión o inspección, según sea el caso, definidos para este fin y será alcanzado a la Unidad Gerencial que tuvo a su cargo el estudio de la obra donde se produjo la falla, quien gestionara su aprobación, previa subsanación por parte del contratista de las observaciones que pudieran existir.

6.3.2.

La Unidad gerencial de conservación, de estudios o de puentes e intervenciones especiales, según sea el caso, dará la conformidad al expediente técnico de reparación de fallas, para la emisión del resolutivo correspondiente. La Unidad Gerencial responsable de la obra definirá la supervisión o inspección de la obra según sea el caso, para el correspondiente proceso de monitoreo y verificación de los trabajos de reparación de fallas que ejecutará el contratista.

CUANDO EL CONTRATISTA NO ACEPTA O NO RESPONDE EL REQUERIMIENTO FORMULADO

6.3.3.

Si el contratista no acepta o no responde dentro del plazo establecido, el requerimiento formulado por la entidad, La Unidad gerencial de Conservación, de Obras, de Operaciones o de Puentes e Intervenciones Especiales, según sea el caso, tomando como base los informes indicados en el numeral 6.3, promoverá en un plazo no mayor de diez (10) días hábiles a través de la Unidad Gerencial de Asesoría Legal las acciones correspondientes para solicitar al procurador Público del MTC el inicio de las acciones legales respectivas contra el contratista, con el objeto de que estas se interpongan dentro del plazo de un año computado desde el día siguiente al aviso a que se refiere el numeral 6.3. dentro del primer punto “cuando las fallas sean atribuibles al contratista”

6.3.4

La Unidad gerencial de Conservación, de Obras, de Operaciones o de Puentes e Intervenciones Especiales, según sea el caso, sin perjuicio del trámite para solicitar al Procurador Público el inicio de acciones legales, de considerarlo pertinente requerirá la contratación de un consultor especializado para que sustente las causas de las fallas encontradas y elabore el expediente técnico de reparación de fallas incluido el presupuesto detallado.

CUANDO LAS FALLAS NO SEAN ATRIBUIBLES AL CONTRATISTA O ESTEN FUERA DEL PERIODO DE GARANTIA.

De no existir responsabilidad conforme a los informes de la Unidad Zonal y del Comité de Fallas, La Unidad Gerencial de Conservación procederá de acuerdo al numeral 6.2.

Si se determina que los trabajos que corresponde ejecutar son menores (tales como aquellos trabajos que por su monto pueden realizarse bajo procesos de menor cuantía), y que no requieren la contratación de un consultor para la elaboración del Expediente Técnico para la reparación de fallas, La Unidad gerencial de Obras, de Operaciones o de Puentes e Intervenciones Especiales, según corresponda, comunicará a la Unidad Gerencial de Conservación para que a través de la Unidad Zonal respectiva, se efectúen las reparaciones señaladas precedentemente.

Si las fallas menores presentadas sean resultado de obras bajo la administración de la Unidad Gerencial de Conservación, esta realizará las reparaciones.

Cuando los trabajos que corresponde ejecutar no sean menores, la Unidad Gerencial de Conservación, de Obras, de Operaciones, o de Puentes e Intervenciones Especiales, según sea el caso, solicitarán la contratación del consultor que elaborará el expediente técnico mencionado en el numeral anterior, debiendo realizar las coordinaciones necesarias para tal fin.

El expediente técnico de reparación de fallas deberá contener la reconstrucción de las partidas afectadas, así como el planteamiento y diseño de los trabajos que solucionen el origen de las fallas ocurridas, el mismo que será revisado y aprobado por la Unidad Gerencial que elaboró los estudios de la obra, de conformidad con el procedimiento de aprobación del estudio y/o expediente técnico.

Luego que el expediente técnico de reparación de fallas se apruebe mediante el resolutive correspondiente, la Unidad Gerencial responsable coordinará la ejecución de las reparaciones.

VII DISPOSICION FINAL

La presente directiva establece los mecanismos para la atención de las fallas que se pudieran presentar en las obras concluidas y recepcionadas, lo cual no impide la realización de cualquier otra acción ante las instancias correspondientes en cautela de los intereses de PROVIAS NACIONAL.

De ser necesario la unidad Gerencial de Administración proporcionará los especialistas del centro de costos para el proceso de evaluación de campo y elaboración del informe e que cuantifique los daños ocasionados por la falla.

Los administradores de contratos incluirán en los modelos de TDR un plazo mayor de responsabilidad por el servicio a los Proyectistas de los expedientes Técnicos y a los supervisores de obra, ello en la medida que las fallas pueden ser ocurridas también por deficiencias en la elaboración del expediente técnico o en una deficiente supervisión de la ejecución de obra, impidiendo que prescriban los plazos contra el proyectista y/o supervisor de la obra respecto a las fallas que eventualmente resulten siendo responsabilidad de ellos.

La Entidad proporcionará el apoyo técnico a la Procuraduría Pública del MTC, solicitadas con la debida anticipación, para acudir a las audiencias que el Tribunal Arbitral disponga, así como de la presentación de pericias de parte que sustenten nuestra posición en el transcurso del arbitraje.

La entidad a través de la Unidad Gerencial de Administración, proporcionará al comité de fallas, a que se refiere el numeral 6.3 de las herramientas necesarias para la evaluación de campo de la fallas informada, las mismas que quedaran bajo custodia de la Unidad Gerencial de Administración una vez terminada la evaluación de campo.

VIII RESPONSABILIDAD

El cumplimiento de las disposiciones contenidas en la presente directiva, es de responsabilidad de todo el personal de la sede central y/o Unidades Zonales del Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional- PROVIAS NACIONAL.

IX VIGENCIA

La presente directiva entrará en vigencia a partir del día siguiente de su aprobación mediante resolución directorial.