

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL – SEDE
JAÉN**



TESIS

**EVALUACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD EN
TERRAPLENES DE LA CARRETERA PANAMERICANA SUR,
PROGRESIVA KM.59+840 AL KM.60+380.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

BACHILLER: DANUILER PACHAMORA TORRES

ASESOR: ING. MANUEL RAFAEL URTEAGA TORO

JAÉN-CAJAMARCA-PERÚ

2017

COPYRIGHT ©2017by

DANUILER PACHAMORA TORRES

Todos los derechos reservados

Agradecimientos:

En primer lugar doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para cumplir éste sueño anhelado.

Agradezco a la Universidad Nacional de Cajamarca por darme la oportunidad de convertirme en un profesional al servicio del País. A mis docentes universitarios por su esfuerzo y dedicación, quienes con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación han logrado en mí, ser una persona de éxito. A mis hermanos, que con sus consejos me han impulsado a confrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

Finalmente a mi asesor, Ing. Manuel Rafael Urteaga Toro por toda la colaboración brindada, durante la elaboración de este proyecto.

A mis padres:

Quienes sembraron en mí la semilla del conocimiento y
sobre todo el constante afán de superación.

A mis hermanos; que hicieron todo en la vida para
ayudarme a cumplir mis metas, a ustedes por siempre
mi corazón y mi agradecimiento

ÍNDICE

Contenido	Página
AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIA.....	III
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
INDICE FIGURAS	VI
LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRAC	X
1 CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE INVESTIGACIÓN.	3
2.1.1. INTERNACIONALES	3
2.1.2. NACIONALES.....	4
2.2. BASES TEÓRICAS.....	5
2.2.1 ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.	5
2.2.2 SOPORTE DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONA DE RELLENO	6
2.2.3 LA CALIDAD EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN.....	12
2.3. DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS	23
3. CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1. LOCALIZACIÓN	26
3.2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA DE INVESTIGACIÓN.	28
3.3. PROCEDIMIENTOS.....	32
4. CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	82
4.1 DISCUSIONES ACORDE A LOS ANTECEDENTES PLANTEADOS.....	82
4.2 DISCUSIONES ACORDE A LOS RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN.....	84
4.3 DISCUSIÓN COMPLEMENTARIA	85
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
5.1 CONCLUSIONES.....	93
5.2 RECOMENDACIONES.....	94
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
7 ANEXOS	98
7.1 ANEXO I: DETALLE DEL EXPEDIENTE TÉCNICO UTILIZADO EN EL PRESENTE ESTUDIO.....	99
7.2 ANEXO II: AMPARO DEL PRESENTE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN	102
7.3 ANEXO III: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS Y DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS.....	121
7.4 ANEXO IV: ENSAYO DE DEFLECTOMETRÍA SOBRE LA SUBRASANTE TERMINADA.....	132
7.5 ANEXO V: CONTRATO DE CONCESIÓN.....	138

ÍNDICE DE TABLAS

Título	Página
<i>Tabla 1: Propiedades generales de los suelos para la formación de rellenos</i>	8
<i>Tabla 2: Categorías de subrasante</i>	9
<i>Tabla 3: Requisitos de los materiales para la conformación de terraplenes</i>	16
<i>Tabla 4: Ensayos y frecuencias para la conformación de terraplenes</i>	17
<i>Tabla 5: Ubicación de la muestra de investigación</i>	28
<i>Tabla 6: Características de diseño en secciones transversales</i>	29
<i>Tabla 7: Estructura del soporte y paquete estructural del pavimento en la muestra de estudio</i>	29
<i>Tabla 8: Resumen de caracterización del material para la conformación de terraplén (Cantera Rio Chico)</i>	39
<i>Tabla 9: Resumen de densidades efectuadas en base del terraplén km.59+840 al km.60+060 (Calzada derecha e izquierda)</i>	42
<i>Tabla 10: Resumen de densidades efectuadas en cuerpo del terraplén km.59+840 al km.60+060 (Calzada derecha)</i>	44
<i>Tabla 11: Resumen de densidades efectuadas en cuerpo del terraplén km.59+840 al km.60+060 (Calzada izquierda)</i>	47
<i>Tabla 12: Análisis granulométrico: Calicata realizada en la progresiva km.59+840</i>	54
<i>Tabla 13: Análisis granulométrico: Calicata realizada en la progresiva km.60+000</i>	56
<i>Tabla 14: Resultados de requisitos del material para conformación de base y cuerpo del terraplén</i>	57
<i>Tabla 15: Verificación de frecuencias de ensayos para conformación en base y cuerpo del terraplén</i>	58
<i>Tabla 16: Modelo del programa o plan de puntos de inspección</i>	65
<i>Tabla 17: Modelo de protocolo de control de calidad (Protocolo de topografía)</i>	66
<i>Tabla 18: Protocolo de control de calidad (Protocolo de liberación)</i>	67
<i>Tabla 19: Evidencia N°01, de incumplimiento del control de calidad aplicado a construcción de terraplenes</i>	68
<i>Tabla 20: Evidencia N°02, de incumplimiento del control de calidad aplicado a construcción de terraplenes</i>	69
<i>Tabla 21: Modelo de registro de acción correctiva / preventiva</i>	70
<i>Tabla 22: Modelo de registro de no conformidad</i>	71
<i>Tabla 23: Deflectometría sobre la subrasante terminada en calzada derecha, carril derecho</i>	73
<i>Tabla 24: Deflectometría sobre la subrasante terminada en calzada derecha, carril izquierdo</i>	75
<i>Tabla 25: Deflectometría sobre la subrasante terminada en calzada izquierda, carril derecho</i>	77
<i>Tabla 26: Deflectometría sobre la subrasante terminada en calzada izquierda, carril izquierdo</i>	79
<i>Tabla 27: Requisitos finales de la evaluación ex post e in situ de la conformación del terraplén</i>	82
<i>Tabla 28: Pesos y medidas del vehículo "C2"</i>	88
<i>Tabla 29: Valores típicos de parametros del material de relleno y la cimentación</i>	87
<i>Tabla 30: Resumen de resultados del análisis de estabilidad de taludes del terraplén</i>	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Título	Página
<i>Figura 1: Sección típica del pavimento flexible en zona de relleno</i>	7
<i>Figura 2: Histograma de una base de datos</i>	13
<i>Figura 3: Formas de la curva de distribución normal</i>	14
<i>Figura 4: Imagen satelital de muestra a estudiar, altura del ojo 1.15km (Google earth)</i>	30
<i>Figura 5: Visualización en 3D, terraplén y la vía proyectada (Software infraword)</i>	32
<i>Figura 6: Organigrama del plan de control de calidad utilizado</i>	33
<i>Figura 7: Tramo muestra de estudio, km.59+840 al km.60+380</i>	35
<i>Figura 8: Tramo de análisis, km.59+840 al km.60+060</i>	35
<i>Figura 9: Sección típica de análisis</i>	36
<i>Figura 10: Procedimiento utilizado de evaluación del control de calidad en terraplenes</i>	37
<i>Figura 11: Variación de la máxima densidad seca para el cual se alcanza un grado de compactación mínimo de 90% vs la densidad obtenida a través del densímetro nuclear (Calzada derecha e izquierda)</i>	43
<i>Figura 12: Variación de la máxima densidad seca para el cual se alcanza un grado de compactación mínimo de 90% vs la densidad obtenida a través del densímetro nuclear (Calzada derecha)</i>	46
<i>Figura 13: Variación de la máxima densidad seca para el cual se alcanza un grado de compactación mínimo de 90% vs la densidad obtenida a través del densímetro nuclear (Calzada izquierda)</i>	49
<i>Figura 14: Trazabilidad de obra ejecutada</i>	51
<i>Figura 15: Trazabilidad de ensayos efectuados a nivel de base y cuerpo del terraplén</i>	52
<i>Figura 16 Calicata realizada en cuerpo del terraplén, progresiva km.59+840 donde se aprecia un 15% de material ya conformado que supera los 4 pulgada de diámetro</i>	53
<i>Figura 17: Calicata realizada en cuerpo del terraplén, progresiva km.60+000 donde se aprecia un 7% de material ya conformado que supera los 4 pulgada de diámetro</i>	55
<i>Figura 18: Conformación del material en la corona del terraplén, progresiva km.59+900</i>	61
<i>Figura 19: Inspección del material que supera los límites de la especificación técnica, progresiva km.60+000</i>	62
<i>Tabla 20: Extracción del material sin la utilización de una zaranda a fin de seleccionar el material (Cantera Rio Chico)</i>	63
<i>Figura 21: Inspección de cantera por parte del investigador</i>	64
<i>Figura 22: Ensayo de deflectometría sobre la subrasante terminada</i>	64
<i>Figura 23: Deflectograma sobre la subrasante terminada calzada derecha, carril derecho</i>	74
<i>Figura 24: Deflectograma sobre la subrasante terminada calzada derecha, carril izquierdo</i>	76
<i>Figura 25: Deflectograma sobre la subrasante terminada calzada izquierda, carril derecho</i>	78
<i>Figura 26: Deflectograma sobre la subrasante terminada calzada izquierda, carril izquierdo</i>	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Título	Página
<i>Figura 27: Ubicación de las cargas de los vehículos</i>	87
<i>Figura 28: km.59+900, progresiva representativa del tramo muestra de estudio km.59+840 al km 60+380, para el análisis de estabilidad del terraplén (Software Arc Gis)</i>	90

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

ASTM	: American society for testing and materials (Sociedad americana para pruebas y materiales)
AASHTO	: American association of state highway and transportation officials
ACI	: American concrete institute
COVIPERÚ	: Concesionaria vial del Perú S.A
ISO	: International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)
IV	: Intercambio vial
MTC	: Ministerio de transportes y comunicaciones
NTP	: Norma técnica peruana
OSITRAN	: Organismo supervisor de la inversión en infraestructura de transporte de uso público
PAD	: Paso a desnivel
RNE	: Reglamento nacional de edificaciones
RD	: Resolución directoral
ST	: Sub tramo

RESUMEN

La investigación se realizó en el distrito de Tambo de Mora, provincia de Chincha, departamento de Ica – Perú, entre los meses de julio y noviembre del año 2016. El problema se presentó específicamente, por la carencia del control y seguimiento que aplicó el constructor de obra en cada actividad relacionada a la conformación de terraplenes. El objetivo principal fue evaluar el nivel del control de calidad en la construcción de terraplenes de la carretera Panamericana Sur. Para el objetivo de la investigación, se estudió un tramo comprendido entre el km.59+840 al km.60+380, progresivas ubicadas dentro de las obras de la segunda etapa del contrato de concesión del tramo vial Puente Pucusana – Cerro Azul – Ica, km.53+386.89 – km.94+602. Para ello se evaluó cada acápite del plan de control de calidad aplicado a proyectos viales. Se hizo una evaluación ex post (después de su construcción) en base y cuerpo del terraplén tomando como referencia los informes emitidos por el constructor de obra a Ositran (Organismo supervisor de la infraestructura de transporte de uso público) y una evaluación in situ (durante su construcción) en corona del terraplén tomando como referencia las inspecciones en campo y cantera, el uso de protocolos de control de calidad y la evaluación de la calidad del trabajo terminado. Los resultados de la investigación muestran el incumplimiento del plan de control de calidad por parte del constructor de obra, debido a que éste no utilizó ningún protocolo de control de calidad, además de transgredir la especificación técnica del proyecto exclusivamente la conformación de cuerpo y corona del terraplén con material que superó los límites admisibles normativos de 4 pulgadas para cuerpo y de 3 pulgadas para corona del terraplén. Complementariamente para determinar en que repercute la conformación de terraplenes con material que supera el tamaño máximo normativo, se hizo el análisis de la estabilidad del terraplén usando el software Slide, en donde se determinó que el terraplén es inestable siempre y cuando éste se vea afectado por un sismo de magnitud mayor a 7.5 en la escala de Richter. Finalmente se concluye que la carencia de control de calidad en obra es causante de fallas que comprometan tanto al soporte como a la estructura misma del pavimento.

Palabras claves: Terraplén, control de calidad, especificación técnica, estabilidad, evaluación.

ABSTRACT

The research was carried out in the district of Tambo de Mora, Chincha province, department of Ica - Peru, between July and November of the year 2016. The problem was presented specifically, due to the lack of control and follow - up applied by the builder Of work in each activity related to the formation of embankments. The main objective was to evaluate the level of quality control in the construction of embankments of the South Pan American Highway. For the purpose of the research, a stretch from km.59 + 840 to km.60 + 380 was studied, located within the works of the second stage of the concession contract for the Puente Pucusana - Cerro Azul - Ica road section , Km.53 + 386.89 - km.94 + 602. For this purpose, each section of the quality control plan applied to road projects was evaluated. An ex-post evaluation (after construction) was carried out on the base and body of the embankment, taking as reference the reports issued by the builder to Ositran (Supervisory Authority for Public Transport Infrastructure) and an on-site evaluation (during Its construction) in crown of the embankment taking as reference the inspections in field and quarry, the use of protocols of quality control and the evaluation of the quality of the finished work. The results of the investigation show the non-compliance of the quality control plan by the construction contractor, due to the fact that he did not use any quality control protocol, besides transgressing the technical specification of the project exclusively the conformation of body and crown of the Fill with material that exceeded the normative allowable limits of 4 inches for body and 3 inches for crown of embankment. Complementarily, to determine the impact of the embankment formation with material that exceeds the maximum normative size, the stability of the embankment was analyzed using the Slide software, where it was determined that the embankment is unstable as long as it is affected by an earthquake of magnitude higher than 7.5 on the Richter scale. Finally, it is concluded that the lack of quality control in construction can causes of failures that compromise both the support and the structure of the pavement itself.

Key words: Embankment, control of quality, specification technique, stability, evaluation.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Evidentemente, las normas más acuciosas de proyecto y la construcción más ambiciosa y costosa no bastan para garantizar la existencia de una obra de ingeniería útil, económica y duradera. Entre el proyecto y la obra o entre la construcción y la obra, existen todo un conjunto de pasos y criterios que es indispensable aplicar para garantizar la calidad de los trabajos ejecutados.

Controlar idealmente cada actividad ejecutada de una obra conduce a un perfeccionismo rígido incompatible con las realidades de cualquier construcción de gran envergadura. Definir los puntos vitales y ejercer en ellos una vigilancia razonable y científica, eso parece ser el secreto de un control exitoso. El control de calidad de las obras de ingeniería se ha convertido hoy en día en una compleja ciencia que contribuye a un aspecto vital en la planeación y ejecución de un buen programa de control y seguimiento en la ejecución de obras de cualquier índole.

En nuestro país es explícito notar que nuestro sistema carretero nacional presenta fallas estructurales comunes que contribuyen al deterioro general de los pavimentos flexibles tales como: fisuras, grietas del tipo piel de cocodrilo, de contracción, de reflexión de juntas, longitudinales y transversales, baches, huecos, ahuellamientos, asentamientos, desintegración superficial y otros de menor frecuencia. Todas estas fallas, son consecuencia de la carga vehicular, factores ambientales y las deficiencias que existe en el proceso constructivo y materiales utilizados tanto en el soporte del pavimento (Capas inferiores a la subrasante) como del mismo paquete estructural del pavimento.

La carretera Panamericana Sur evidencia fallas estructurales que han acentuado su deterioro, disminuyendo su servicio óptimo y afectando su transitabilidad. Éste mal estado en que se encuentra la carretera Panamericana Sur viene a ser el resultado de un deficiente control de calidad de los procesos constructivos y materiales utilizados durante su construcción, de un mal diseño del pavimento, de un deficiente mantenimiento rutinario, del efecto de sollicitaciones externas como carga vehicular y agentes climáticos, entre otras causas.

Siendo un deficiente control de calidad de los procesos constructivos y materiales utilizados en la construcción de pavimentos, una causa del deterioro de éstos, es necesario hacer una evaluación a ésta causa que pasa desapercibido en la construcción de pavimentos flexibles. Por ende el presente estudio abarca la evaluación del nivel del control de calidad en la construcción de terraplenes (Soporte del pavimento flexible en zona de relleno) de la carretera Panamericana Sur.

Por ende la interrogante planteada fue: ¿Cuál es el nivel del control de calidad en la construcción de terraplenes de la carretera Panamericana Sur?

Para el presente estudio se planteó lo siguiente hipótesis: El nivel del control de calidad en la construcción de terraplenes de la carretera Panamericana Sur es deficiente.

Por consiguiente el estudio se justificó por la importancia de analizar los ensayos efectuados durante la conformación de terraplenes en la carretera Panamericana Sur, teniendo en cuenta el cumplimiento de los estándares de calidad estipulados en las especificaciones técnicas del proyecto y la normativa vigente.

El objetivo principal fue la evaluación del nivel del control de calidad en la construcción de terraplenes de la carretera Panamericana Sur, Progresiva km. 59+840 al km.60+380. De manera específica se analizó los resultados de los ensayos efectuados por el constructor de obra para determinar si éstos se encuentran acorde a los parámetros exigidos por las especificaciones técnicas del proyecto y se evaluó el cumplimiento de los estándares de calidad que deben cumplir los procesos constructivos y materiales utilizados en la conformación de terraplenes mediante el empleo de protocolos de control de calidad aplicado a la construcción de terraplenes.

La tesis se divide en cinco capítulos que se describen a continuación:

El primer capítulo aborda una información general del problema, hipótesis, importancia, alcances y objetivos del proyecto, el segundo capítulo hace mención a las referencias teóricas utilizadas para el proyecto, el tercer capítulo detalla los materiales y métodos utilizados en la elaboración del proyecto, el cuarto capítulo se enfoca en el análisis y discusión de resultados, y como quinto y último capítulo se describe las conclusiones y recomendaciones del trabajo realizado.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes teóricos de la investigación

2.1.1 Internacionales

Áviles Hernandez C.J, Galarza Campoverde O.M y Riera Carbo D.A (Ecuador 2010) realizaron una tesina de seminario con la finalidad de dar las pautas a seguir en el control de calidad en obra del material usado en la construcción de la estructura del pavimento flexible, abarcando el material de préstamo importado para la subrasante, sub base, base granular y capa de rodadura.

Durante el desarrollo de la investigación se encontró deficiencias en el material importado para la subrasante debido a que las muestras de material tomadas en campo evidenciaban problemas con la plasticidad del agregado por lo que se tuvo que reemplazar con otro material sacado de otra cantera. Se verificó por medio de ensayos de compactación de campo con el material reemplazado cumpla con un grado de compactación adecuado, concluyendo que se debe optar por cambiar de cantera cuando se encuentre que el material no cumple con la especificación.

Maldonado Merino A.L.A, (2006) realizó una guía para el control y el aseguramiento de la calidad de construcción de pavimentos flexibles elaborados con mezclas asfálticas en caliente en El Salvador, tesis que tiene como objetivos específicos:1). Describir en qué momento se debe aplicar las pruebas de control de calidad en cada una de las capas que componen un proyecto de construcción de pavimentos flexibles y 2).Elaborar una estructura básica de plan de control de calidad que pueda ser aplicado en la construcción de una estructura básica de pavimento flexible fabricado con mezclas asfáltica en caliente. Estructura capaz de lograr que la obra resultante se encuentre bajo los requisitos de calidad establecidas en las normas y especificaciones utilizadas para su construcción.

Dentro de sus conclusiones considera que la calidad es una inversión que reporta ganancias a corto plazo, ya que ésta ayuda a evitar la construcción de elementos defectuosos que generen pérdidas y que implican recursos que no son aprovechables y que por el contrario, hasta para deshacerse de ellos es necesario un gasto adicional. Además considera que el control de calidad no es un procedimiento que intenta detener los avances en el proceso, sino más bien, corregir y eliminar causas de calidad indeseable en él.

2.1.2 Nacionales

Alfaro Felix O.C, (2008) realizó un estudio de investigación dando a conocer los conceptos, herramientas y elementos básicos necesarios para tener la capacidad de entender, diseñar, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de calidad bajo los parámetros de la ISO 9001: 2000 en una empresa del sector construcción.

Entre sus conclusiones manifiesta:

- ❖ En el Perú, el sector construcción aún sigue trabajando la calidad mediante los controles de inspección, sin embargo no se utiliza una filosofía de los sistemas de calidad y su aplicación en la construcción.
- ❖ Las normas ISO son genéricas y se adaptan a cualquier tipo de organización.
- ❖ Los costos de la mala calidad primero deben ser identificados, y luego convertirlos en una oportunidad de mejora, es decir reducir hasta eliminar las causas que lo producen.

Zamora Beyk J.P (Lima 2014), Investigación cuyo objetivo principal es explicar los procedimientos para la mejora de los suelos blandos que reciben las cargas del terraplén, usando los métodos de precarga, drenes verticales y columnas de grava.

El investigador realizó un diseño simplificado de un terraplén construido sobre un suelo blando que consiste en un análisis sin drenaje de las condiciones de estabilidad durante la construcción o a corto plazo, y un análisis con drenaje a largo plazo luego de la consolidación.

El investigador concluye que para apoyar terraplenes sobre suelos blandos es necesario diseñar un tratamiento de mejora del terreno que permita acelerar los procesos de consolidación, disminuir los asentamientos y por lo tanto, asegurar la estabilidad de los terraplenes frente al deslizamiento.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Estructura del pavimento flexible

A. Subbase:

La subbase se localiza en la parte inferior de la base, por encima de la subrasante. Es la capa de la estructura del pavimento, destinada a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas en la base. La subbase está conformada por materiales granulares, que le permiten trabajar como una capa de drenaje y controlador de ascensión capilar de agua, evitando fallas producidas por el hinchamiento del agua, causadas por el congelamiento, cuando se tienen bajas temperaturas. Además, la subbase controla los cambios de volumen y elasticidad del material del terreno de fundación, que serían dañinos para el pavimento (EG-2013).

Los materiales de sub-base deben ser pétreos o granulares y de características uniformes, libres de terrones de arcilla, materia orgánica u otros elementos objetables. El material de sub-base se extenderá en capas de 10 a 15 cm de espesor, medido después de la compactación (Alfonso Montejó Fonseca. 2002).

B. Base:

Es la capa de pavimento ubicada debajo de la superficie de rodadura y tiene como función primordial soportar, distribuir y transmitir las cargas a la subbase, que se encuentra en la parte inferior.

La base puede estar constituida principalmente por material granular, como piedra triturada y mezcla natural de agregado y suelo; pero también puede estar conformada con cemento portland, cal o materiales bituminosos, recibiendo el nombre de base estabilizada. Estas deben tener la suficiente resistencia para recibir la carga de la superficie y transmitirla hacia los niveles inferiores del paquete estructural.

La base tendrá una densidad uniforme en toda su extensión y profundidad y este requisito se observará de manera especial en las zonas cercanas a las estructuras de confinamiento, sumideros, cajas de inspección, etc., donde el proceso de compactación es más difícil de llevar a cabo. La superficie de la base, evaluada con una regla de 3m, sobre una línea que no esté afectada por cambios de pendiente en la vía, no se separará de la regla más de 10mm (Alfonso Montejó Fonseca. 2002).

C. Carpeta asfáltica

Parte superior de un pavimento flexible cuya función es sostener directamente el tránsito (manual de carreteras; suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2013).

Las funciones de la carpeta asfáltica son:

- ❖ **Superficie de rodamiento.** La carpeta debe proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color conveniente y resistir los esfuerzos abrasivos del tránsito.
- ❖ **Impermeabilidad.** Hasta donde sea posible, debe impedir el paso del agua al interior del pavimento.
- ❖ **Resistencia.** Su resistencia a la tensión complementa la capacidad estructural del pavimento (Alfonso Montejo Fonseca, 2006).

2.2.2 Soporte de la estructura del pavimento flexible en zona de relleno.

A. Suelo de fundación:

Puede suceder que el material sobre el cual debe cimentarse el terraplén sea de mala calidad que sea recomendable buscar a evitar el paso por él o tener que sacarlo y reemplazarlo con materiales de buena calidad, esto es aplicable, especialmente, a suelos tales como turbas, lodos, algunos tipos de arcillas y limos. Aún en materiales de cierta resistencia que en su estado natural puedan parecer apropiados, la situación puede variar cuando el material está sometido a la presión del peso muerto del relleno o terraplén y del impacto y vibraciones del tránsito (R. Paraud).

B. Terraplén:

En los terraplenes se distinguirán tres partes o zonas constitutivas:

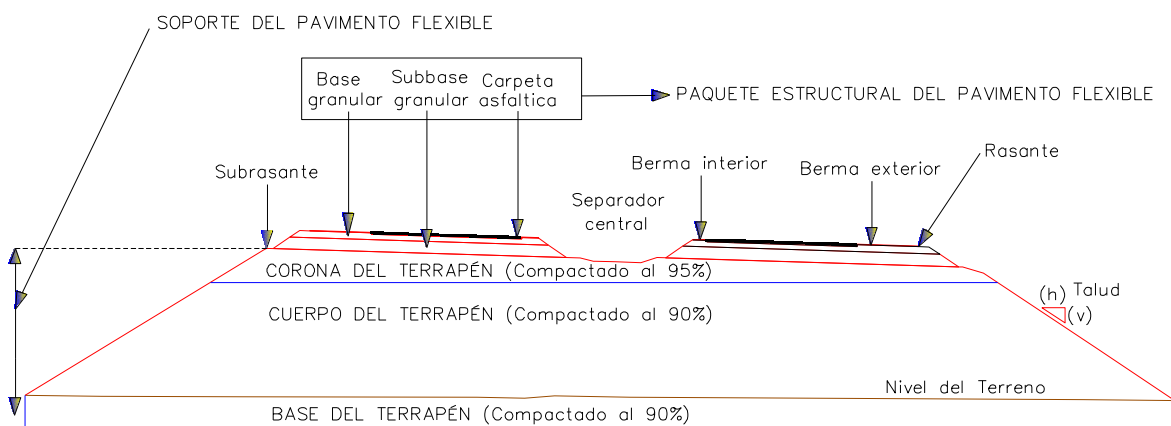
- ❖ Base, parte del terraplén que está por debajo de la superficie original del terreno, la que ha sido variada por el retiro de material inadecuado.
- ❖ Cuerpo, parte del terraplén comprendida entre la base y la corona.
- ❖ Corona, parte superior del terraplén comprendida entre el nivel superior del cuerpo y el nivel de subrasante, construida con un espesor de 30 cm, salvo que los planos del Proyecto o las especificaciones especiales indiquen un espesor diferente (Manual de carreteras; especificaciones técnicas generales para construcción, EG – 2013).

En el caso en el que el terreno de fundación se considere adecuado, la parte del terraplén denominado base no se tendrá en cuenta.

- ❖ La base y cuerpo del terraplén o relleno será conformado en capas de hasta 0.30m y compactadas al 90% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado. $D_i \geq 0.90D_e$ (base y cuerpo).
- ❖ La corona tendrá un espesor mínimo de 0.30m y será conformado en capas de 0.15m, compactadas al 95% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor Modificado. $D_i \leq 0.95D_e$ (corona).

La humedad de trabajo no deberá variar en $\pm 2\%$ respecto del óptimo contenido de humedad obtenido del proctor modificado.

Figura N°01: Sección típica del pavimento flexible en zona de relleno



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°01: Propiedades generales de los suelos para la formación de rellenos

Según la clasificación del Bureau of Public Roads

Grupo	Constituyentes de los suelos		Características de Compactación				Uso para rellenos	
			Máximo peso seco -libras por pie cubico	Humedad óptima % del peso	Compactación máxima requerida	Uso para rellenos		
						Hasta 15m. De alto	De mas de 15m. De alto	
A-1	Graduación uniforme de gruesos y finos, excelente aglutinante	Muy estable en todas las condiciones	130 (mínimo)	9	90	Excelente	Bueno	
A-2	Graduación pobre y aglutinante pobre	Estables cuando estan secos; pueden desmoronarse	120-130	9-12	90	Bueno	Bueno a regular	
A-3	Material grueso solo sin aglutinante	Muy buenos cuando están confinados	120-130	9-12	90	Bueno	Bueno a regular	
A-4	Limos sin cohesión arcillas desmenuzables, arenas finas	Estabilidad satisfactoria estando secos. La pierden húmedos	110-120	12-17	95	Bueno a pobre	Bueno a regular	
A-5	Micáceas y distomáceas	Dificiles de compactar. Dudosa estabilidad	80-100	22-30	100	Bueno a muy pobre	Muy pobre	
A-6	Arcillas cohesivas impermeables	Buena estabilidad cuando están debidamente compactadas	80-110	17-28	100	Regular a pobre	Muy pobre	
A-7	Arcillas permeables drenables	Buena estabilidad cuando está debidamente compactada	80-110	17-28	100	Regular a pobre	Muy pobre	
A-8	Barro y lodo	Inestables no admiten cargas	90 (máximo)			Inapropiado	Inapropiado	

(Del "Manual of Highway Construction Practices and Methods" de la AASEBO)

Fuente: Manual de carreteras; suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2013.

C. Subrasante:

La Subrasante es la capa de terreno que soporta el paquete estructural y se extiende hasta una profundidad en la cual no influyen las cargas de tránsito. Esta capa puede estar formada en corte o relleno, dependiendo de las características del suelo encontrado. Una vez compactada, debe tener las propiedades, secciones transversales y pendientes especificadas de la vía (Manual de carreteras; especificaciones técnicas generales para construcción, EG – 2013).

Las características de la subrasante sobre la que se asienta el pavimento, están definidas en seis (06) categorías de subrasante, en base a su capacidad de soporte CBR.

Tabla N° 02. Categorías de subrasante.

CATEGORÍAS DE SUBRASANTE	CBR
S0 : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1 : Subrasante pobre	$3\% \leq \text{CBR} < 6\%$
S2 : Subrasante regular	$6\% \leq \text{CBR} < 10\%$
S3 : Subrasante buena	$10\% \leq \text{CBR} < 20\%$
S4 : Subrasante muy buena	$20\% \leq \text{CBR} < 30\%$
S5 : Subrasante extraordinaria	CBR $\geq 30\%$

Fuente: Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales para construcción (EG – 2013).

De la calidad de ésta capa depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento, sea éste flexible o rígido. Como parámetro de evaluación de ésta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito (Alfonso Montejó Fonseca, 2006).

Se considerarán como materiales aptos para las capas de la subrasante los suelos con $\text{CBR} \geq 6\%$. En caso de ser menor (Subrasante pobre o subrasante inadecuada), se procederá a la estabilización de suelos, para lo cual se analizarán las alternativas de solución, de acuerdo a la naturaleza del suelo, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, estabilización con geosintéticos, elevación de la subrasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose la más conveniente técnica y económica (Manual de carreteras; suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2013).

2.2.3 La calidad en el sector construcción.

La calidad de la construcción identifica las características de diseño y de ejecución que son críticas para el cumplimiento del nivel requerido para cada una de las etapas del proyecto de construcción y para su vida útil, así como los puntos de control y los criterios de aceptación aplicables a la ejecución de las obras. El proyecto debe indicar la documentación necesaria para garantizar el cumplimiento de las normas de calidad establecidas para la construcción, así como las listas de verificación, controles, ensayos y pruebas, que deben realizarse de manera paralela y simultánea a los procesos constructivos (Norma GE.030 RNE).

A. Ventajas de los sistemas de calidad.

Las principales ventajas que ofrece el aplicar un sistema de calidad son:

- ❖ Desarrollar técnicas de producción de bajo costo, produciendo un liderazgo en costos respecto a los competidores.
- ❖ El personal que trabaja con sistemas de calidad va creando una cadena de responsabilidades, que lleva a una especialización.
- ❖ Menor número de incompatibilidades encontradas en los proyectos durante su ejecución.
- ❖ Mejor control de los procesos de construcción.
- ❖ Reducen considerablemente sus costos de producción y reparación de errores.
- ❖ Las empresas constructoras acceden a nuevos mercados.
- ❖ Mejora la eficiencia interna de la empresa.
- ❖ Dinamizan su funcionamiento, aumentan la motivación y participación del personal y mejoran la gestión de los recursos.

B. Costos de la no calidad.

Los costos relacionados a la no calidad se refieren a aquellos gastos extras realizados al proyecto con la intención de rehacer o reparar trabajos por haberse realizado erróneamente en una primera oportunidad. También existe el concepto de no calidad no ligado directamente a un costo sino más bien a retrasos de algunas actividades que a su vez generan retrasos en otras actividades, generando desconfianza y llevándonos indirectamente a mayores costos. Como es lógico, éstos costos jamás son tomados en cuenta en los presupuestos y representan una pérdida neta (Alfaro Felix, C.O, 2008).

Los costos de no calidad se pueden resumir en las siguientes actividades:

- ❖ Reemplazar materiales e insumos adquiridos, ya que los análisis realizados demuestran que no se cumplen los requisitos de calidad.
- ❖ Completar procesos en etapas no oportunas (después de haber terminado los procesos), es decir, generando mayores costos directos e indirectos.
- ❖ El tiempo empleado para completar trabajos retrasados.

Todas estas actividades y otras afines son las que forman parte de los costos de no calidad, generándose así el inicio de las pérdidas en la obra.

C. Desarrollo de la calidad en el sector construcción en el Perú.

En los últimos años, el país ha vivido periodos largos de estabilidad política y económica, lo que ha generado un incremento importante tanto de inversiones nacionales como extranjeras en el sector construcción. Esto ha generado que el nivel de competencia entre empresas del sector construcción haya aumentado considerablemente. Para que las empresas nacionales puedan mantenerse vigentes en esta competencia, éstas han tenido que incluir dentro de sus formas de trabajo las diferentes herramientas de gestión, producción y seguridad utilizadas por las empresas del primer mundo.

Una de las principales consecuencias de esta tendencia es la búsqueda del menor costo sin alterar la calidad del producto, lo que significa involucrarse en el sistema de la calidad.

En cuanto a la gestión de la calidad en la mayoría de empresas constructoras en el Perú, se percibe que no existe un compromiso y liderazgo por parte de la alta dirección, lo que se traduce en la falta de capacitación, trabajo en equipo deficiente y la falta de coordinación entre quienes participan en el proceso, lo que se refleja en una poca capacidad para el análisis de fallas y detección de las causas que afectan la calidad de las obras.

D. Normalización en el Perú.

Dentro del campo de la normalización nacional, el instituto nacional de la defensa de la competencia y de la protección de la propiedad intelectual, INDECOPI, es la entidad encargada de desarrollar normas en todas las especialidades. Sin embargo para el sector calidad, el instituto nacional de la calidad (INACAL), es el organismo público técnico especializado adscrito al ministerio de la producción, responsable del sistema nacional de la calidad y quien tiene las funciones de normalización, acreditación y metrología a nivel nacional.

E. Primeras normas de calidad de INDECOPI.

Las normas técnicas peruanas referidas a los temas de calidad surgieron por la necesidad de las empresas nacionales de comenzar a competir a nivel internacional ya sea en el Perú o fuera de él, para lo cual nuestros estándares de producción, calidad y seguridad deberían ser similares a los usados comercialmente a nivel mundial.

En sectores como la producción, la calidad y la seguridad, las normas internacionales están ya establecidas y respaldadas por organismos internacionales como la ISO. En estos casos INDECOPI absorbe o revisa tales normas y realiza una guía de interpretación o adaptación a nuestra realidad obteniendo así una norma nacional basada en normas internacionales vigentes y posesionadas en el mercado. Es así como en el Perú tiene su origen las normas de calidad tales como la NTP-ISO 10005:2006, NTP-ISO 9001:2001 basadas en normas ISO 9000 equivalentes.

F. Gestión de la calidad de un proyecto.

La gestión de la calidad del proyecto vial incluye los procesos y actividades de la organización ejecutora que establecen las políticas de calidad, los objetivos y las responsabilidades de calidad para que el proyecto satisfaga las necesidades para las que fue acometido. La gestión de la calidad de un proyecto utiliza políticas y procedimientos para implementar el sistema de gestión de la calidad de la organización en el contexto del proyecto, y, en la forma que resulte adecuada, apoya las actividades de mejora continua del proceso, tal y como las lleva a cabo la organización ejecutora (Guía del Project Management Institute, 2013).

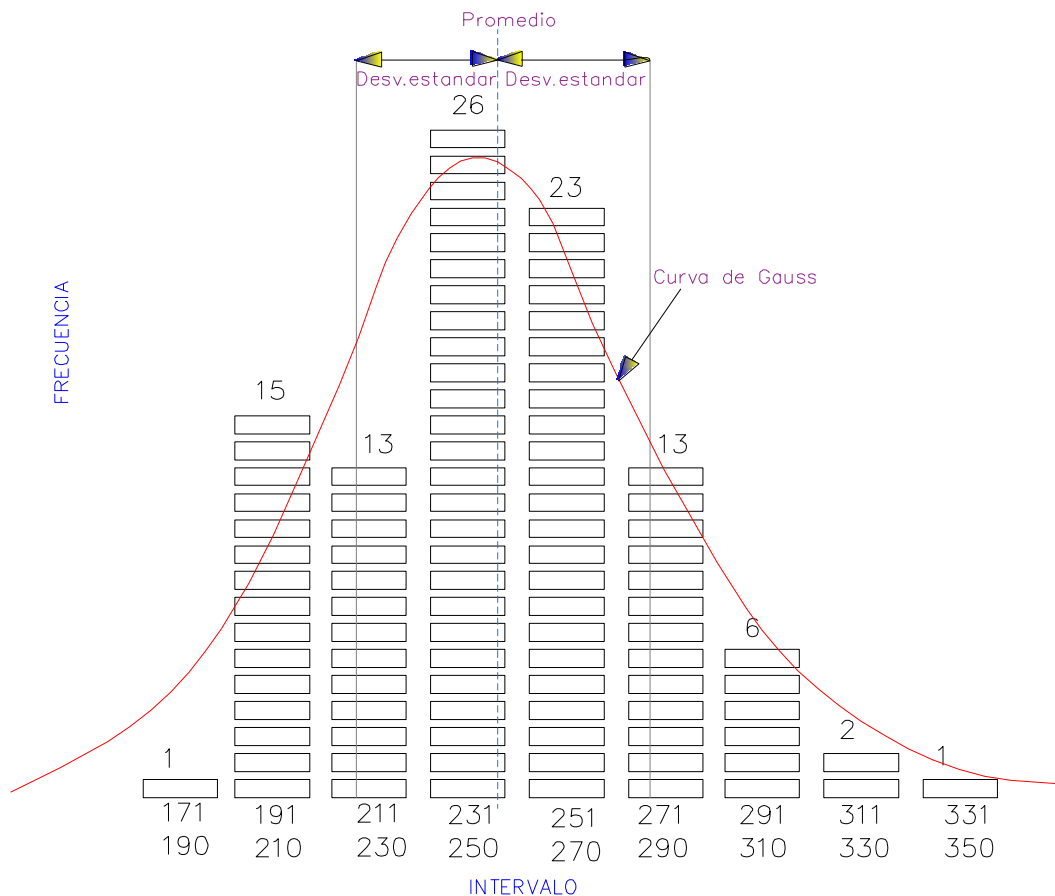
G. Controlar la calidad: Son los procedimientos, las actividades de inspección y ensayos realizados con el fin de verificar el cumplimiento de las características de calidad de insumo, actividades y/o procedimientos constructivos contribuyendo a garantizar la calidad del producto construido (Manual de carreteras; especificaciones técnicas generales para construcción, EG-2013).

El control de calidad viene a ser el proceso de monitorear y registrar los resultados de la ejecución de las actividades de calidad, a fin de evaluar el desempeño y recomendar los cambios necesarios. Los beneficios clave de este proceso incluyen: (1) identificar las causas de una calidad deficiente del proceso o del producto y recomendar y/o implementar acciones para eliminarlas, y (2) validar que los entregables y el trabajo del proyecto cumplen con los requisitos especificados por los interesados clave para la aceptación final (Guía del Project Management Institute, 2013).

G.1 Métodos estadísticos de control de calidad

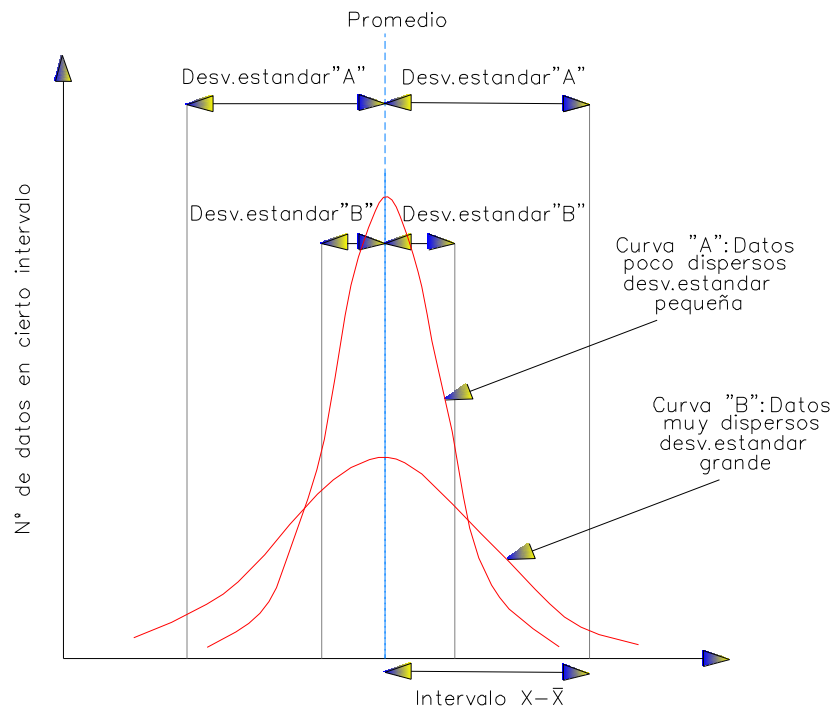
La primera mirada que se ocurre para tener un valor general, representativo, pero único, de tal conjunto de datos es el promedio de ellos, obtenido del dividir la suma total de todos los valores de la resistencia, entre el número de especímenes probados (promedio aritmético). Sin embargo, una segunda mirada al problema hará ver que el simple promedio aritmético no basta, pues no indica nada sobre cuanto difieren los datos del promedio obtenido, ni de la frecuencia con la que se presenta cada dato. Una representación muy común de una tabla de datos es un histograma, el cual constituye llevando a escala el eje de ordenadas el número de datos comprendido en intervalos de variación iguales, los que señalan en el eje de las abscisas. Resulta fundamental en las aplicaciones poder evaluar el grado de dispersión de los datos respecto al promedio (Rico. Del Castillo).

Figura N°02: Histograma de una base de datos



Fuente: Rico. Del Castillo

Figura N°03: Formas de la curva de distribución normal



Fuente: Rico. Del Castillo

G.2 Plan de control de calidad

El plan de control de calidad sirve para organizar y gestionar actividades de forma que se cumpla los requisitos y objetivos de calidad; así como optimizar el uso de los recursos. El objetivo del plan de control de calidad es establecer las acciones para la mejora continua de la calidad en la construcción de cualquier proyecto vial, verificando que se cumplan las especificaciones, estándares y/o normas nacionales e internacionales, para lo cual se debe aplicar los procedimientos y estándares de calidad a fin de obtener la conformidad del servicio por parte del cliente o dueño de la obra.

Éste plan de control de calidad aplicado a proyectos viales controla los siguiente acápite; a). Control de recepción de materiales con y/o sin certificación del fabricante, b). Control de ejecución, c). Control de obra terminada.

“Para efectos del presente estudio de investigación se utilizó y se evaluó cada acápite correspondiente a éste plan de control de calidad a fin de constatar su cumplimiento y evaluar el nivel del control de calidad en la construcción terraplenes en la muestra de estudio.

G.2.1 Control de recepción de materiales

Los materiales suministrados y demás elementos que el constructor de obra emplee en la ejecución de las obras deberán ser de primera calidad y adecuados al objeto que se les destina, por lo que es de su responsabilidad la selección de los mismos, de las fuentes de aprovisionamiento del proyecto, teniendo en cuenta que los materiales deben cumplir con todos los requisitos de calidad exigidos en las especificaciones y requerimientos establecidos en los estudios técnicos y ambientales del proyecto.(Manual de carreteras; especificaciones técnicas generales para construcción,EG-2013).

G.2.2 Control de ejecución

a) Control del cumplimiento de la especificación técnica del proyecto

a.1) Aceptación de los trabajos:

Según las especificaciones técnicas del proyecto, el cual está amparado por el manual de carreteras; especificaciones técnicas generales para construcción, EG-2013, establece que los trabajos concernientes a la conformación de terraplenes, para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

a.1.1) Controles: Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- ❖ Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el contratista.
- ❖ Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- ❖ Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- ❖ Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- ❖ Verificar y aprobar la compactación de todas las capas del terraplén.
- ❖ Realizar medidas de control topográfico para determinar las dimensiones y perfil longitudinal de los terraplenes.
- ❖ Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en la tabla N°03.

Tabla N°03: Requisitos de los materiales para la conformación del terraplén

Condición	Partes del Terraplén		
	Base	Cuerpo	Corona
Tamaño máximo (Cm.)	150mm (6")	100mm (4")	75mm (3")
% máximo de Fragmentos de roca >7.62cm	30	30	--
Índice de Plasticidad	< 11 %	< 11 %	< 10 %
Compactación	90 % Min.	90 % Min	95 % Min
Desgastes de los Ángeles: 60 % máx.			
Tipo de Material : A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6, y A-3			

Fuente: Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales para construcción (EG – 2013).

a.1.2) Calidad de los materiales: De cada procedencia de los suelos para la construcción de terraplenes y para cualquier volumen previsto, según frecuencias establecidas en las especificaciones técnicas del proyecto, se determinarán:

- ❖ **Granulometría:** La forma de la curva da inmediata idea de la distribución granulométrica del suelo; un suelo constituido por partículas de un solo tamaño, estará representado por una línea vertical (pues el 100% de sus partículas, en peso, es de menor tamaño que cualquier mayor que, el suelo posea una curva muy tendida indica gran variedad en tamaños “suelo bien graduado” (Juárez Badillo, E., y Rico, Rodríguez, A.)
- ❖ **Límites de consistencia:** Cuando un suelo arcilloso se mezcla con una cantidad excesiva de agua, éste puede fluir como un semilíquido. Si el suelo es secado gradualmente, se comportará como un material plástico, semisólido o sólido, dependiendo de su contenido de agua. Éste, en por ciento, con el que el suelo cambia de un estado líquido a un estado plástico se define como límite líquido (LL). Igualmente, los contenidos de agua, en por ciento, con el que el suelo cambia de un estado plástico a un semisólido y de un semisólido a un sólido se definen como límite plástico (PL) y el límite de contracción (SL), respectivamente. Éstos se denominan límites de atterberg (Braja M. Das).
- ❖ **Clasificación:** El material apto para la conformación de terraplenes será el que corresponda a la clasificación A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6, y A-3, los cuales serán el resultado del análisis granulométrico de suelos por tamizado.

- ❖ **Abrasión:** Es una medida de la degradación de agregados minerales de gradaciones normalizadas resultantes de una combinación de acciones, las cuales incluyen abrasión o desgaste, impacto y trituración, en un tambor de acero en rotación que contiene un número especificado de esferas de acero, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo (Manual de ensayo de materiales del MTC, publicado por el ICG, mayo del 2016).
- ❖ **Tamaño máximo:** El tamaño máximo del material apto para la conformación de terraplenes serán los que satisfagan los requisitos mostrados en la tabla N°03.

Durante la etapa de producción, se examinarán las descargas de los materiales y se ordenará el retiro de aquellas que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. Además, se efectuarán verificaciones periódicas de la calidad del material que se establecen en la siguiente tabla:

Tabla N°04: Ensayos y frecuencias para la conformación de terraplén

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de Ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia	Lugar de muestreo	
Terraplén	Granulometría	MTC E 204	D 422	T 29	1 cada 1000 m ³	Cantera	
	Límites de Consistencia	MTC E 111	D 4318	T 89	1 cada 1000 m ³	Cantera	
	Contenido de Mat. Orgánica	MTC E 118	-	-	1 cada 3000 m ³	Cantera	
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	1 cada 3000 m ³	Cantera	
	Densidad - Humedad	MTC E 115	D 1557	T 180	1 cada 1000 m ³	Cantera	
	Compactación	Base y cuerpo	MTC E 117	D 1556	T 191	1 cada 500 m ³	Pista
		Corona	MTC E 124	D 2922	T 238	1 cada 250 m ³	Pista

Fuente: Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales para construcción (EG – 2013).

b) Identificación y trazabilidad de la obra

Identificación de los diferentes materiales y partes de una obra que nos permiten su localización y seguimiento en los distintos procesos y registros que conforman los documentos de una obra. Para lograr la trazabilidad en primer lugar se deben identificar de manera única e irrepetible cada elemento de obra, de la siguiente manera:

- ❖ Dar una numeración o realizar abscisado del segmento vial.
- ❖ Dar una numeración a los pozos, sumideros, u otros elementos.
- ❖ Dar una numeración a los pilotes, caisson, pilas o elementos estructurales.
- ❖ Identificar cada elemento de obra que requiera identificación y trazabilidad.

La identificación puede ser alfanumérica; en caso de que exista una identificación previa o el cliente la haya definido, esta será la aplicada. La trazabilidad en la obra se realiza de la siguiente manera:

❖ b.1) Trazabilidad de la obra ejecutada:

Mediante fotografías y formatos de reporte diario, diligenciado por el personal técnico de obra y las carteras topográficas diligenciadas por los topógrafos se deberá llevar un monitoreo, y seguimiento de todas las actividades desarrolladas en campo.

❖ b.2) Trazabilidad del control de calidad:

Mediante los ensayos de laboratorio por parte del laboratorista y los protocolos de calidad remitidos por el constructor de obra.

❖ b.3) Trazabilidad de la correspondencia:

Durante la construcción se debe verificar diariamente el diligenciamiento del reporte diario de obra ejecutada por parte del personal técnico, donde se deben registrar todos los hechos relevantes de la obra (personal, estado del tiempo, disponibilidad de maquinaria, entre otros) que permitan su trazabilidad, así como el detalle de las actividades constructivas realizadas.

Además se debe revisar y firmar las carteras topográficas, donde el topógrafo registra información de alineamientos, nivelaciones y cantidades de materiales instalados.

c) Protocolos de control de calidad (Protocolos de liberación y topografía)

Los protocolos de control de calidad son elaborados para controlar cada actividad realizada, como medida de control para garantizar la correcta ejecución de los trabajos.

d) Programa a plan de puntos de inspección

El plan de puntos de inspección resume los parámetros a controlar por medición directa, control operacional e inspección visual; como verificación de dimensiones, alineamientos, cotas, uso de elementos de protección personal, cumplimiento de parámetros SST, etc. El plan de puntos de inspección debe ser conocido y aplicado por todo el personal técnico del proyecto.

e) Registro de acciones correctivas/preventivas

e.1) Acción correctiva: Las acciones correctivas tomadas son apropiadas para los efectos de las no conformidades encontradas.

En el tratamiento de acciones correctivas se debe considerar:

- ❖ Tratamiento eficaz de las discrepancias con las especificaciones.
- ❖ Investigación de la causa de la no conformidad.
- ❖ Determinación de la acción correctiva.
- ❖ Control de la ejecución de la acción correctora y de su eficacia.

e.2) Acción preventiva: Las acciones preventivas tomadas son apropiadas para los efectos de las no conformidades encontradas.

En el tratamiento de acciones preventivas se debe considerar:

- ❖ Uso de fuentes de información adecuada para el análisis y la eliminación de la causa de la no conformidad.
- ❖ Determinación de los pasos para resolver problemas que requieran de acciones preventivas.
- ❖ El inicio de la aplicación de la acción preventiva y el control de su eficacia.
- ❖ Certificados de los ensayos y de los controles de materiales y procesos.
- ❖ Informes de verificación o inspección relevantes.
- ❖ Informe de no conformidad y acciones correctivas. .
- ❖ Auditorías internas de calidad los cuales deben desarrollarse mediante procedimientos establecidos por personas calificadas, capacitadas para ello e independientes de los responsables directos de la actividad auditada.

f) Registro de no conformidades

Los registros de no conformidades en obra equivalen a cualquier incumplimiento de un requisito contractual, de los procedimientos establecidos dentro de las especificaciones técnicas y normas vigentes.

El control de no conformidades internas del proyecto se gestiona mediante el reporte notificaciones de calidad; utilizado cuando la ejecución de una actividad y/o material no cumpla con los estándares de calidad o con las especificaciones técnicas del proyecto. La persona que identifica una observación debe comunicarlo de inmediato al supervisor responsable. Cualquier persona que detecte el incumplimiento de un requisito, lo registra y emite una notificación de calidad (Santana Arana, Jose. E, 2006).

El tratamiento de una no conformidad debe contener al menos:

- ❖ Definición de responsabilidades.
- ❖ Solución propuesta.
- ❖ Forma de documentarla con el objeto de controlar, subsanar y registrar las posibles desviaciones de las especificaciones y darle un seguimiento

G.2.3 Control de obra terminada

G.2.3.1 Control de compactación

La densidad individual (D_i) deberá ser, como mínimo, el noventa por ciento (90%) de la máxima obtenida en el ensayo próctor modificado de referencia (D_e) para la base y cuerpo del terraplén y el noventa y cinco por ciento (95%) con respecto a la máxima obtenida en el mismo ensayo, cuando se verifique la compactación de la corona del terraplén.

- ❖ $D_i \geq 0.90 D_e$ (base y cuerpo)
- ❖ $D_i \geq 0.95 D_e$ (corona)

La humedad de trabajo no deberá variar en +/- 2% respecto del óptimo contenido de humedad obtenido en el próctor modificado (Especificaciones técnicas del proyecto).

G.2.3.2 Ensayo de deflectometría sobre la subrasante terminada

A fin de determinar la calidad del trabajo terminado se efectuará el ensayo de deflectometría sobre la subrasante terminada. Un propósito específico de la medición de deflexiones sobre la subrasante, es la determinación de la homogeneidad del tramo y la identificación de problemas puntuales de baja resistencia que puedan presentarse durante el proceso constructivo, su análisis y la oportuna aplicación de los correcciones a que hubiere lugar.

Una vez terminada la explanación se hará deflectometría cada 25 metros en ambos sentidos, es decir, en cada uno de los carriles, mediante el empleo de Viga Benkelman, FWD o cualquier equipo de alta confiabilidad, antes de cubrir la subrasante con la subbase o con la base granular. Se analizará la deformada o curvatura de la deflexión obtenida de acuerdo al procedimiento del dispositivo utilizado (en el caso del FWD de por lo menos tres mediciones por punto) (Manual de carreteras; especificaciones técnicas generales para construcción, 2013).

Para el caso de la Viga Benkelman el Contratista proveerá un volquete operado con las siguientes características:

- ❖ Clasificación del vehículo: C2
- ❖ Peso con carga en el eje posterior: 82 kN (8.200 kg)
- ❖ Presión de inflado de las llantas del eje posterior: 0,56 MPa o 80 psi. Excelente estado.

En la metodología empleada con la viga Benkelman interesa medir dos valores de deflexiones: Do (Deflexión recuperable) que es la medida debajo del eje de carga y D25 (Medida a 25 cms de la anterior).

Ecuación usada para la determinación de “Do” y “D25”:

$$D = (LF - LR) * RB$$

- ❖ D = Deflexión a la distancia R, expresada en 0.01mm.
- ❖ LR = Lectura a la distancia R
- ❖ LF = Lectura máxima
- ❖ RB = Relación de brazos de la viga Benkelman (Normalmente es 1:2 ó 1:4)

Ecuación usada para la determinación del radio de curvatura:

$$R_C = \left\{ \frac{3125}{(D_0 - D_{25})} \right\} m$$

- ❖ R_C = Deflexión expresada en metros.
- ❖ D_0 = Deflexión recuperable determinada haciendo uso de la ecuación (1).
- ❖ D_{25} = Deflexión a 25cm expresado en 0.01mm

Deflexión característica: Es el valor de la deflexión que se considera representativo del estado del firme en un tramo homogéneo, el cual se obtiene los coeficientes de corrección por humedad de la explanada y por temperatura.

Ecuación usada para la determinación de la deflexión característica para pavimentos nuevos:

$$D = D_0(\text{Promedio}) + 1.645 * \text{Desv. estandar}$$

- ❖ D = Deflexión característica mm/100
- ❖ D_0 = Deflexión promedio recuperable mm/100

Deflexión admisible: Deformación vertical elástica recuperada que produce una carga tipo en la superficie de un pavimento. Para la determinación de éste valor es necesario el número de ejes equivalentes, el módulo de resiliencia de la subrasante, etc.

2.3 Definición de términos básicos

Para esta parte del estudio se utilizó el glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. MTC, MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, International Standard Organization, ISO 9001:2008 y ISO 9000: 2005, Norma Técnica Peruana NTP-ISO 10005-2006, excepto en los casos indicados expresamente.

2.3.1 Calidad: Es el conjunto de características de un producto que satisfacen las necesidades de los clientes y, en consecuencia, hacen satisfactorio el producto.

2.3.2 Gestión de la calidad: Es un aspecto de la función general de la administración, que pretende implantar la política de la calidad, siendo responsabilidad de la alta gerencia su establecimiento y aplicación a todos y cada uno de los niveles de la empresa y cuyo resultado se espera mejore todos los aspectos de la organización, finalizando en la satisfacción del cliente.

2.3.3 Control de calidad: Se denomina control de calidad al conjunto de técnicas y procedimientos de que se sirve la dirección para orientar, supervisar y controlar todas las etapas hasta la obtención de un producto de la calidad deseada. (Ghare Hansen, 1990).

2.3.4 Aseguramiento de la calidad: Conjunto de actividades sistemáticas que planean, organizan, dirigen y controlan la calidad y que se aplican en un sistema de la calidad, para verificar y asegurar el buen desarrollo; proporcionando de esta manera la confianza, que el trabajo efectuado, cumple con las normas y especificaciones requeridas por la entidad o dueño de la obra.

2.3.5 Plan de control de calidad: El objetivo de éste plan es establecer los lineamientos para la planeación operativa, ejecución, seguimiento y control de la calidad del proyecto y será aplicado a todos los proyectos de construcción y mantenimiento de infraestructura vial, construcción de puentes vehiculares, pasos a desnivel, intercambiadores viales, obras de arte y aquellos requerimientos exigidos por la entidad.

2.3.6 Características de calidad: Son las cualidades de los insumos y/o procedimientos constructivos que indican estar aptos para su uso y frecuentemente están definidas en los requisitos de la entidad (Especificaciones técnicas del proyecto).

2.3.7 Especificaciones técnicas: Son todas las características del material, normas, requerimientos y procedimientos establecidos para ser aplicados en el proyecto, por los fabricantes, la legislación aplicable y el cliente.

2.3.8 Plan de inspección: El plan de inspección resume los parámetros a controlar por medición directa, control operacional e inspección visual; como verificación de dimensiones, alineamientos, cotas, uso de elementos de protección personal, cumplimiento de parámetros seguridad y salud en el trabajo (SST), etc. El plan de inspección debe ser conocido y aplicado por todo el personal técnico del proyecto. El plan de inspección y ensayo especifica:

- Criterio de aceptación.
- Duración de inspecciones y pruebas.
- Documentos requeridos.
- Los responsables de inspección.

2.3.9 Estado de inspección y ensayo: Es el estado resultado de las actividades de control de calidad realizada por la persona responsable en el momento de la recepción o según sea el caso. Es la huella dejada en el momento de realizar la inspección.

2.3.10 Identificación y trazabilidad de la obra: Para lograr la trazabilidad en primer lugar se deben identificar de manera única e irrepitible cada elemento de obra, de la siguiente manera: Dar una numeración o realizar abscisado del segmento vial, dar una numeración a los pozos, sumideros, u otros elementos, dar una numeración a los pilotes, caisson, pilas u otros elementos estructurales e identificar cada elemento de obra que requiera identificación y trazabilidad.

2.3.11 Ensayo de recepción de insumo: Es la verificación de las características de un insumo mediante el uso de dispositivos y/o técnicas de laboratorio que permiten determinar cualidades como resistencia, composición química, absorción, etc. necesarios para verificar la calidad del producto comprado.

2.3.12 Calibración: Conjunto de operaciones que bajo condiciones específicas establecen la relación entre los valores de un material de referencia indicados por un instrumento o sistema de medida y sus valores conocidos correspondientes.

2.3.13 Supervisión: Los clientes o propietarios de los proyectos no suelen ser especialistas en proyectos de construcción, por lo que normalmente se encuentran representados en el proyecto por una empresa supervisora o profesionales encargados de supervisar la correcta ejecución de los trabajos del contratista, de acuerdo al expediente técnico elaborado por los proyectistas.

2.3.14 Proceso: Es la forma y orden de ejecutar las actividades o procedimientos de una tarea, en especial trata de prever la calidad del producto de dicho proceso. Se puede señalar que el uso de los procedimientos escritos podría mejorar enormemente el resultado de los procesos.

2.3.15 No conformidad: Es un documento que se genera al detectarse un no cumplimiento de un requisito de calidad, en el cual se describe los sucesos y las causas relacionadas a esta falla. Este requisito puede estar en planos, normas, especificaciones o procedimientos (Alfaro Felix C.O, 2008).

2.3.16 Acción correctiva: Es un documento en el cual se plasma las acciones tomadas para eliminar las causas de las no conformidades, con el objetivo de evitar que estas se repitan (Alfaro Felix C.O, 2008).

2.3.17 Procedimiento: Conjunto detallado de pasos a seguir para realizar una determinada actividad o proceso. Los procedimientos pueden estar documentados o no.

2.3.18 Registro: Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.

2.3.19 Registro de conformidad. Documento escrito en el que se declara que los materiales usados y/o la metodología utilizada cumplen con los requisitos de las especificaciones pertinentes.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

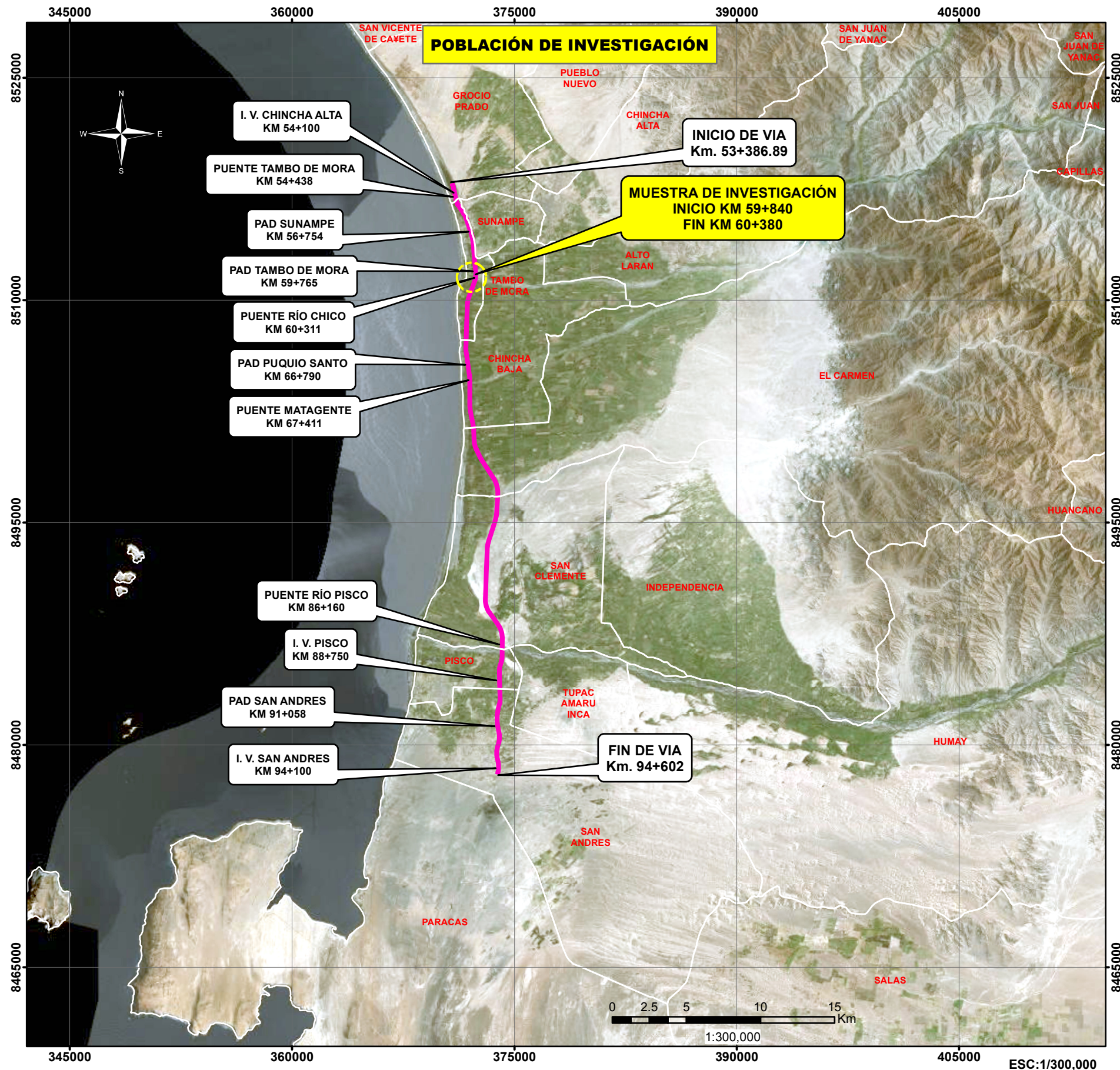
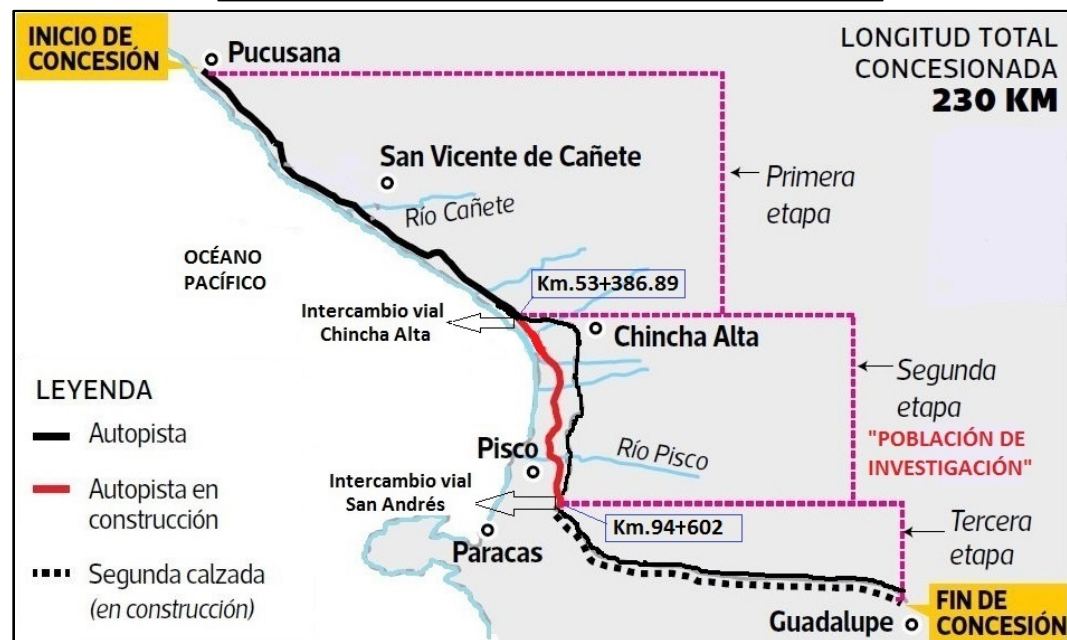
3.1 Localización

La presente investigación se desarrolló en el distrito de Tambo de Mora, provincia de Chincha, departamento de Ica, Perú.

Las condiciones ambientales y climáticas del lugar son las siguientes:

Datum	: WGS – 84
HUSO	: 18
ZONA	: M
Coordenadas UTM	: N: 936852802 E: 742796.12
Altitud sobre el nivel del mar	: 9 / 17 m.s.n.m
Temperatura ambiente	: 12°C / 33 °C

La ubicación del proyecto se muestra en el siguiente plano:



GENERAL NOTES
Notas Generales

UBICACIÓN POLITICA DEL PROYECTO

TESIS: EVALUACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD
EN TERRAPLENES DE LA CARRETERA PANAMERICANA SUR,
PROGRESIVA KM.59+840 AL KM.60+380

PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

ESCALA	INDICADA	PLANO No. Drawing No.	HOJA Sheet	REV.
Scale				
GRAFICA	DATUM WGS-84	ZONA 18-S	11/16 FECHA	01 DE 01 A

TESISTA: DANUILER PACHAMORA TORRES

3.2 Descripción de la muestra de investigación

La muestra escogida (km.59 +840 al km.60+380) se encuentra dentro de las obras de la segunda etapa del contrato de concesión tramo vial Puente Pucusana - Cerro Azul – Ica, obras que se construyen entre las progresivas km. 53+386.89 al km. 94+602 de la carretera Panamericana Sur, que para efectos del presente estudio vienen a ser la población de estudio. La construcción de estas obras inició el 09 de mayo del 2015 y está programada para culminarse el día 28 de abril del 2017. Éstas obras se construyen bajo el amparo de un contrato de concesión firmado el 20 de setiembre del año 2005, contrato firmado entre el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y la Sociedad Concesionaria Vial del Perú (COVIPERÚ S.A) que para el presente trabajo lo llamaremos constructor de obra. Así mismo el plazo de concesión acordado es de 30 años, plazo que involucra la construcción, mantenimiento y explotación de la vía por parte del concesionario.

3.2.1 Las coordenadas UTM de la muestra

Tabla N°05: Ubicación de la muestra de investigación

Punto Absoluto	Progresiva	Norte (m) (*)	Este (m) (*)	Elevación (m.s.n.m.)	Observación
Inicio	59+840	8'511,738.81	372,389.863	14.48	A 20 metros al norte de la muestra se encuentra el Paso a Densivel Tambo de Mora
Final	60+380	8'511,414.809	372,371.534	17.53	El Puente Río Chico se encuentra dentro de la muestra km.59+840 al km.60+380

(*) Sistema de Coordenadas UTM, Zona 18, Hemisferio Sur.

Fuente: Expediente técnico del proyecto

3.2.2 Resumen de las características técnicas del proyecto

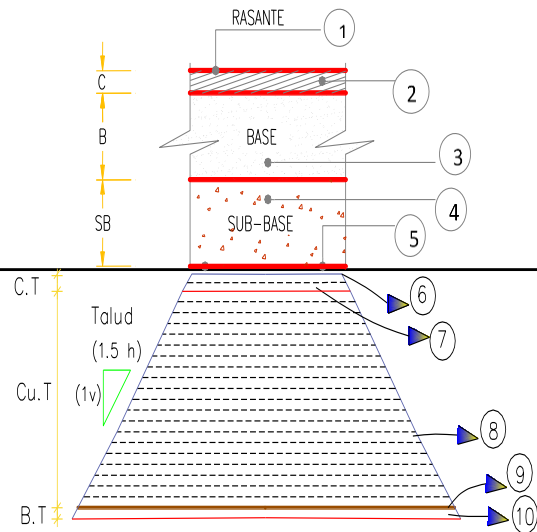
Tabla N°06: Características de diseño en secciones transversales

SECCION TRANSVERSAL		
Ancho de Carril		3.65 m
Calzada		7.30m
Berma Interior (izquierda)		1.2m
Berma Exterior (derecha)		3.0m
Sobreancho de compactación		0.50m
Bombeo		2%
Cuneta		0.45m x 0.30m
Mediana		10.0m y 14.40m
Pavimento	CA = 4"	
	BG = 0.25m	
	SB = 0.25m	
Berma Pavimentada		BE = 0.025m
Talud de Relleno		1.45,1.55,1.70 ,1.5 (h) :1 (v)
Talud de Corte 1		1 (h) : 2 (v)
Talud de Corte 2		1 (h) : 3 (v), hasta 5m. de alto. 3m descanso.

Fuente: Expediente técnico del proyecto

Tabla N°07: Estructura del soporte y paquete estructural del pavimento en la muestra de estudio

Paquete estructural del pavimento flexible		
Capa N°	Nombre	Espesor (m)
1	Rasante	---
2	Carpeta Asfáltica (C)	4"
3	Base Granular (B)	0.25
4	SubBase Granular (SB)	0.25
5	Perfilado	0.15 y 0.19
Soporte del pavimento flexible		
Capa N°	Nombre	Espesor (m)
6	Subrasante	---
7	Corona del terraplén (C.T)	0.3
8	Cuerpo del terraplén (Cu.T)	6.50 en calzada derecha y 7.20 calzada izquierda
9	Nivel del terreno	---
10	Base del terraplén (B.T)	0.3



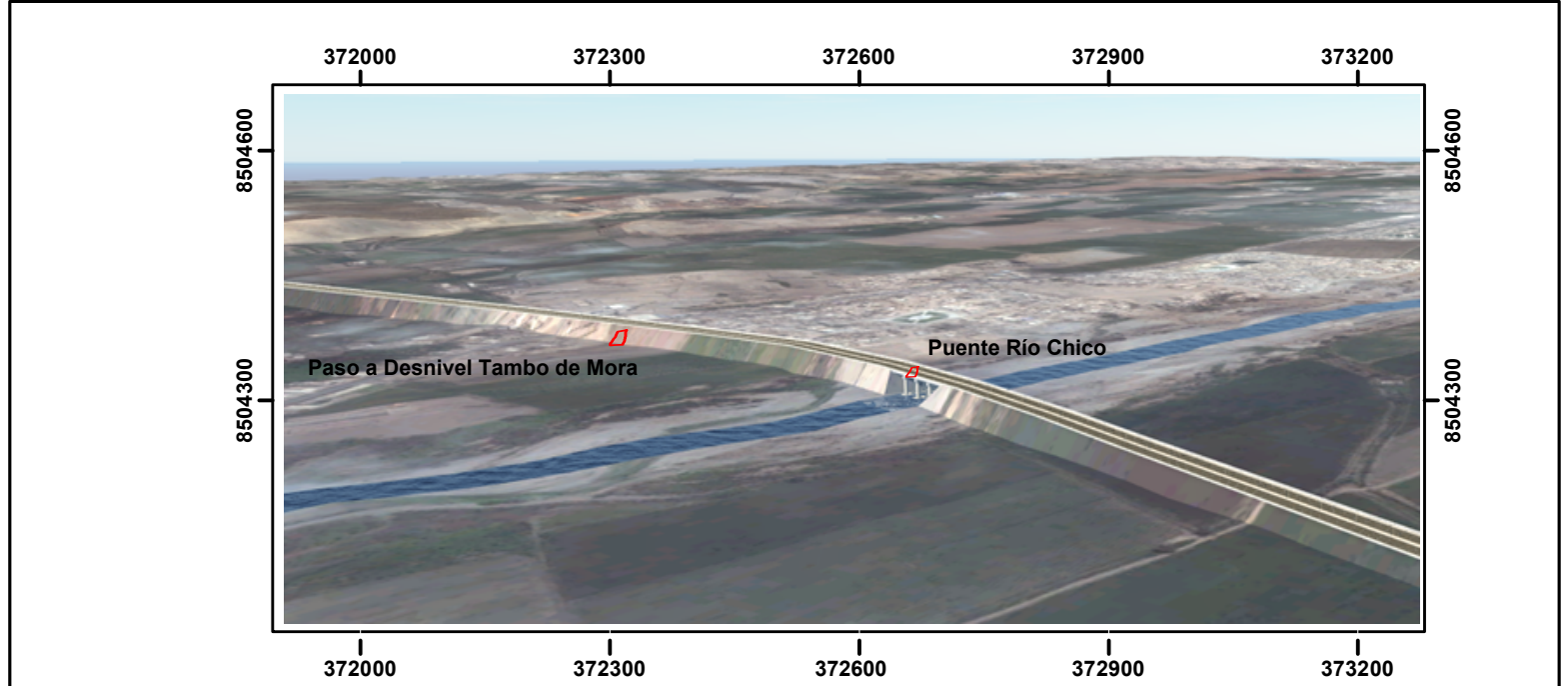
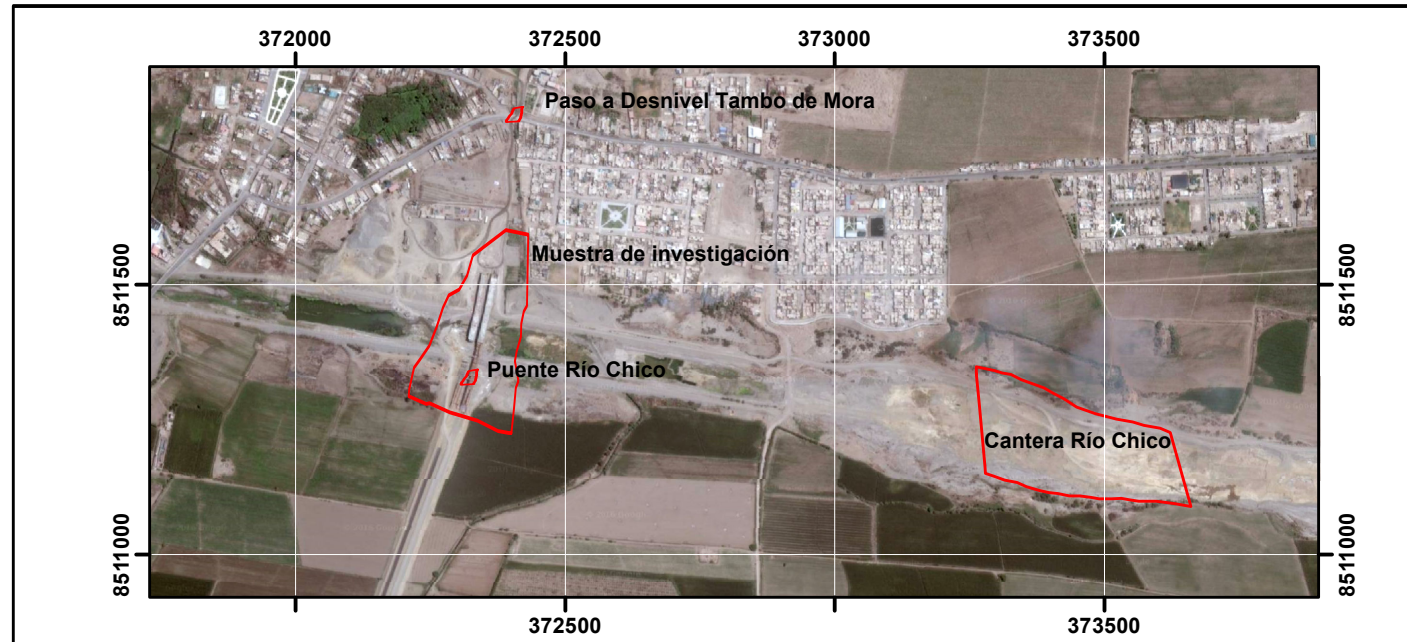
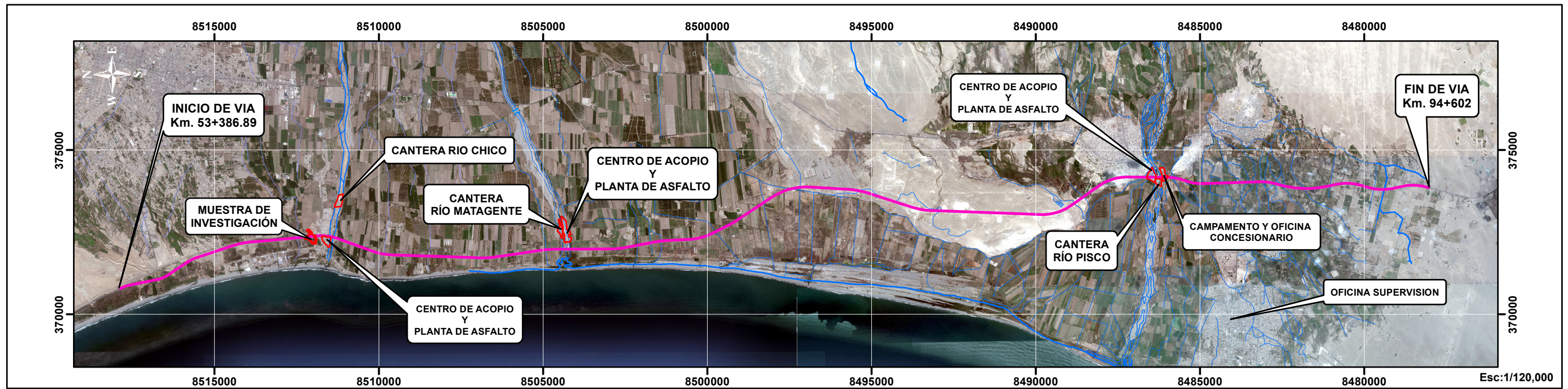
Fuente: Expediente técnico del proyecto

A continuación se muestra una imagen satelital y un plano en la que se visualiza la muestra de estudio:

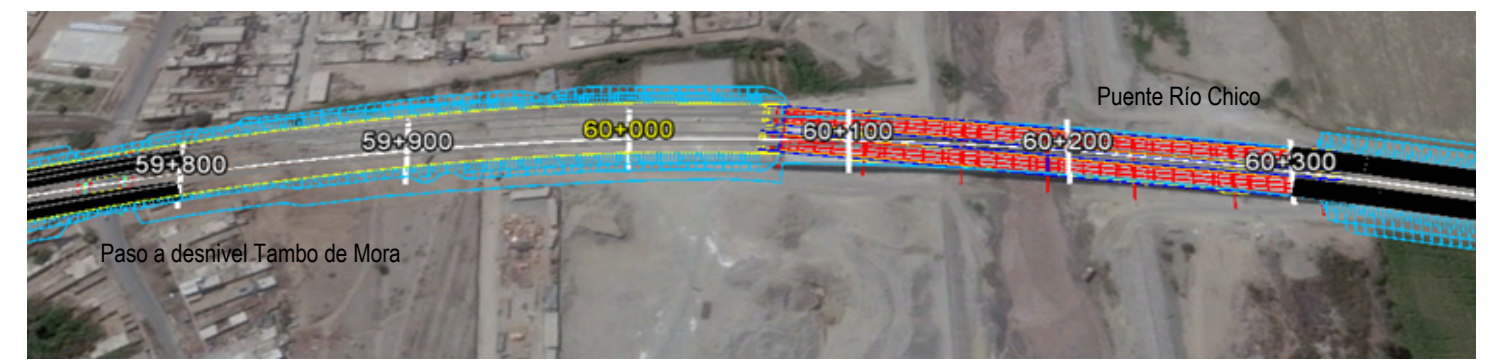
Figura N°04: Imagen satelital de la muestra de investigación, altura del ojo 1.15km (Google earth)



Fuente: Elaboración propia



TRAMO REFERENCIA QUE DELIMITA LA MUESTRA DE INVESTIGACIÓN PROGRESIVA KM.59+840 AL KM.60+380



EXTRACCIÓN DE MATERIAL



CANTERA RÍO CHICO

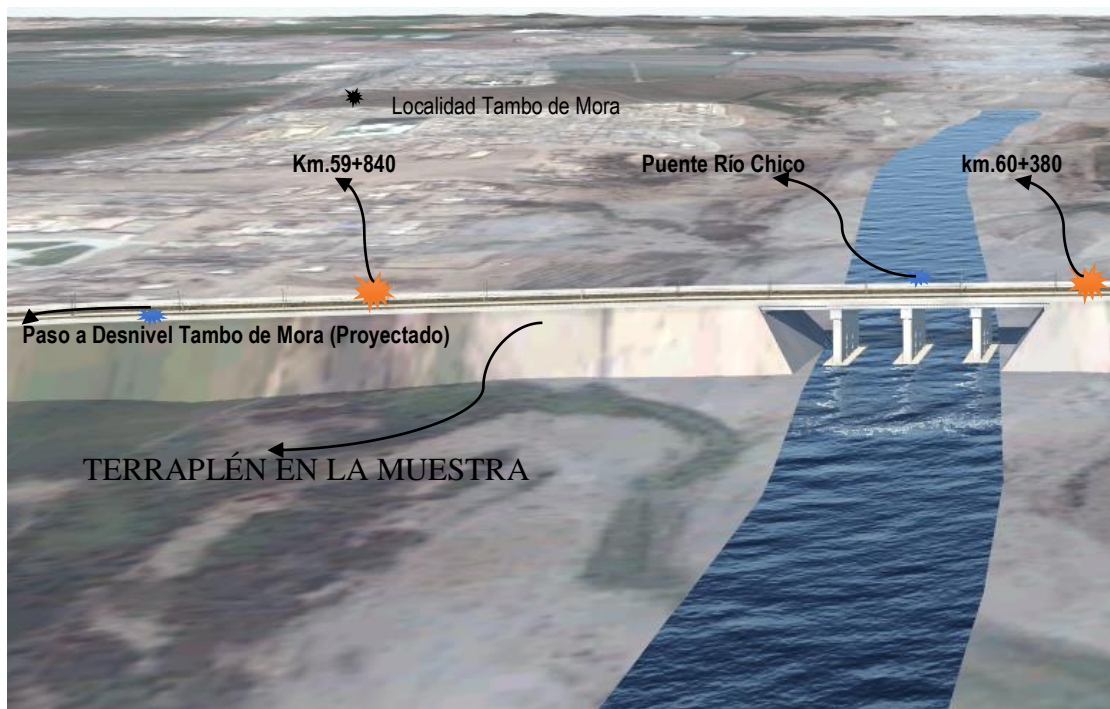


INVESTIGADOR

ESCALA Scale	PLANO DE UBICACIÓN DE LA MUESTRA			HOJA Sheet	REV.
GRAFICA	DATUM WGS-84	ZONA 18-S	11/16 FECHA	01 DE 01	A
TESISTA:		DANUILER PACHAMORA TORRES			

3.3 Procedimientos

Figura N°05: Visualización en 3D, terraplén y la vía proyectada (Software infraword)



Fuente: Elaboración propia

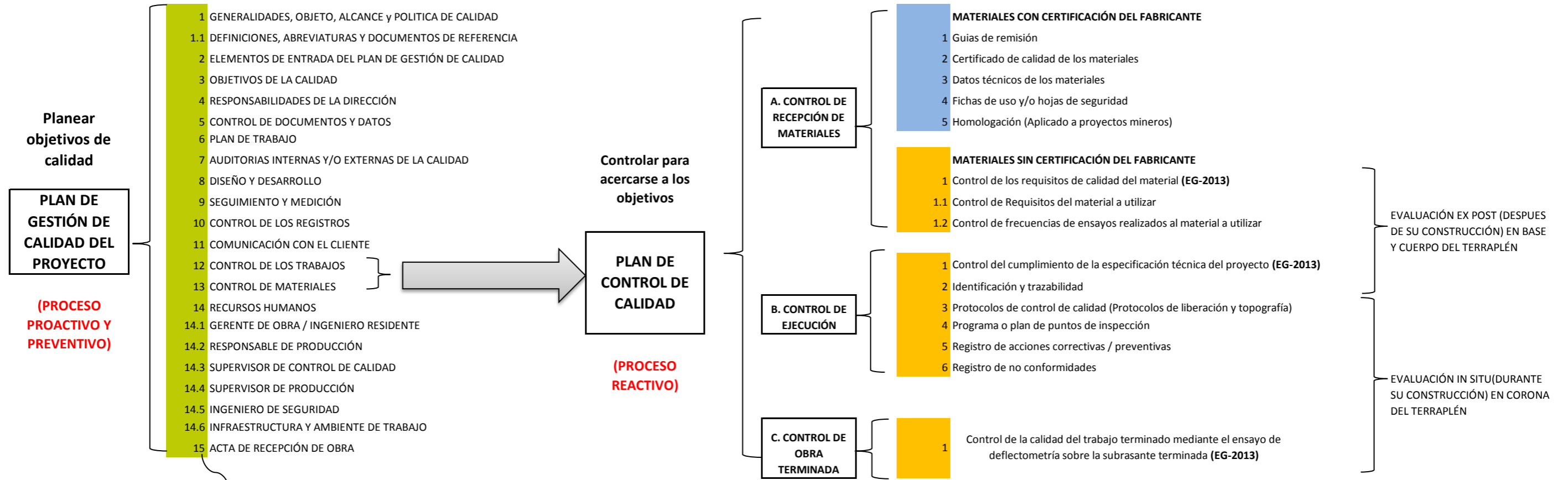
Para controlar la ejecución de una obra, la idoneidad de los materiales y de los procesos constructivos durante la construcción de proyectos viales, etc. Es necesario llevar un minucioso y adecuado control de calidad durante la ejecución a fin de que el producto terminado cumpla la especificación técnica.

Para evaluar el control de calidad en la construcción de terraplenes se seguirá los acápites que requiere el plan de control de calidad, plan que antecede del plan de gestión de calidad aplicado a proyectos viales, el cual toma como referencias las siguientes normas:

- ❖ ISO 9001:2008 : Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos
- ❖ ISO 9000:2005 : Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y vocabulario
- ❖ NTP-ISO 10005-2006 : Gestión de la calidad. Directrices para los planes de calidad.

El plan de control de calidad controla los siguiente acápites; A. Control de recepción de materiales, B. Control de Ejecución, C. Control de Obra Terminada, de manera que garantiza la calidad de la obra a fin de cumplir los estándares de calidad y requerimientos del cliente.

Figura N° 06: Organigrama del plan de control de calidad utilizado



- Dossier de calidad**
- 1 Memoria descriptiva
 - 2 Planos As-Built
 - 3 Certificado de calidad de materiales
 - 4 Procedimientos aprobados para construcción
 - 5 Protocolos
 - 6 Registro de actividades
 - 7 Certificados de calibración de equipos
 - 8 Certificados de operatividad de equipos
 - 9 Acta de recepción de obra

Aplicado a la muestra de estudio (Materia de evaluación)

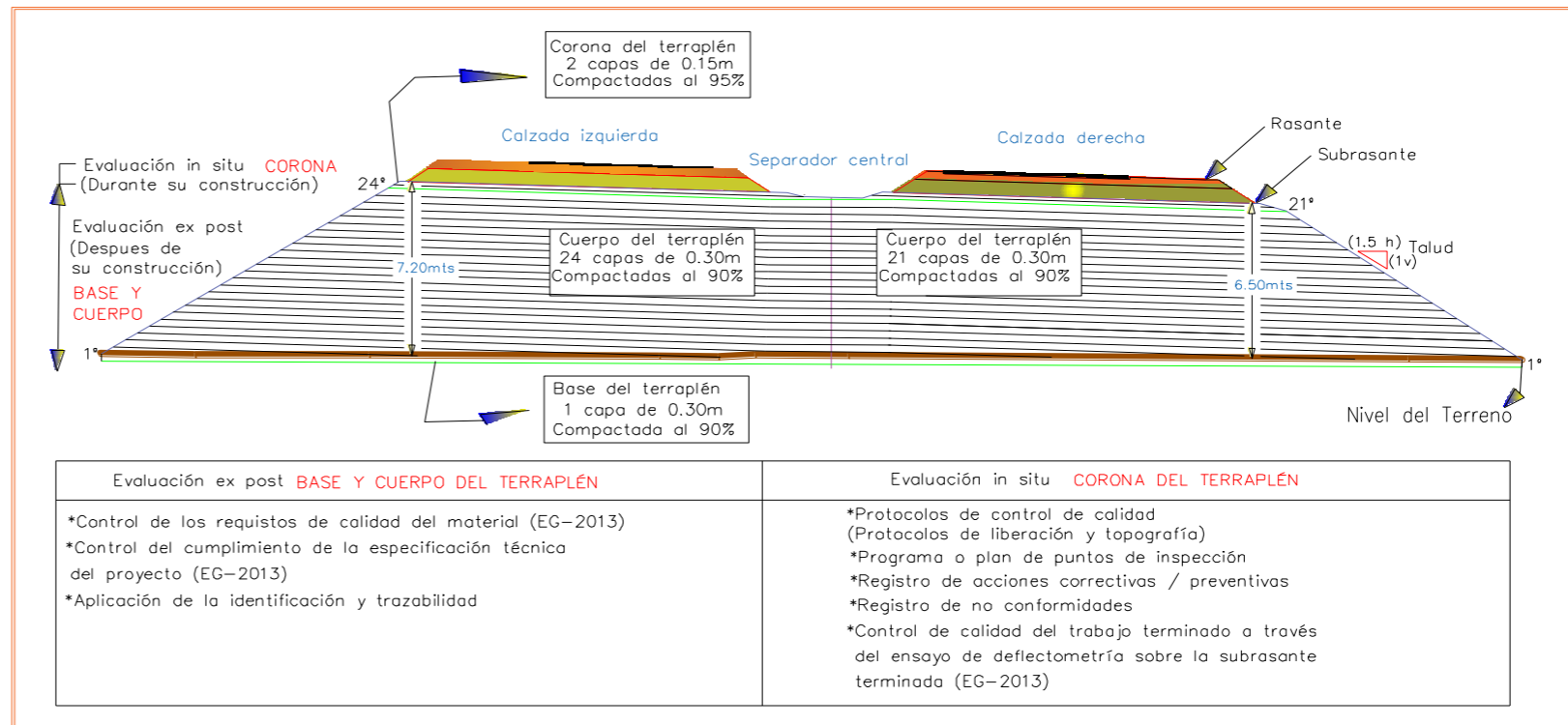
LEYENDA

- Aplicado a la población de estudio
- No aplica para construcción de terraplenes
- Aplicado a la muestra de estudio (Materia de evaluación)

Fuente: Organigrama del plan de gestión de calidad elaborado en base a las siguientes referencias:

- * ISO 9001:2008 Sistema de gestión de calidad - Requisitos
- * ISO 9000:2005 Sistema de gestión de calidad - Fundamentos y vocabulario
- * NTP-ISO 10005-2006 Gestión de la calidad- Directrices para los planes de calidad

SECCIÓN TÍPICA DE ANÁLISIS



Del organigrama anterior se observó que el acápite A. Control de recepción de materiales (Con certificación del fabricante) no es materia de investigación puesto que éste acápite es aplicable para recepción de materiales como el cemento, fierro, madera para encofrado, etc. materiales que deben estar avalados por la certificación respectiva del fabricante y deben ser recepcionados de tal manera que garantizan la calidad del producto.

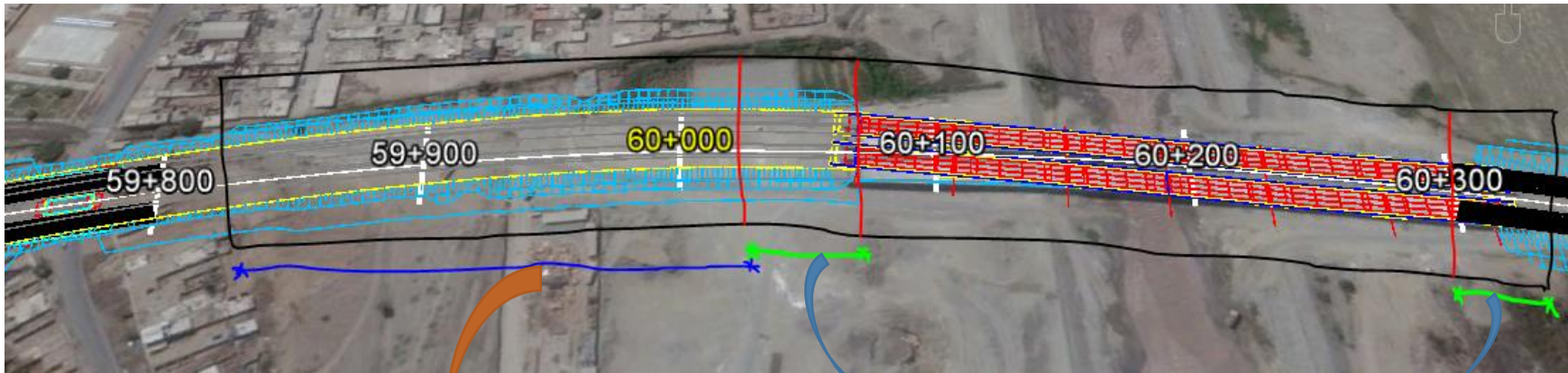
Por ende fue materia de evaluación los acápites vinculables a la muestra de estudio los cuales son:

- ❖ **A. Control de recepción de materiales (Sin certificación del fabricante):** Acápite que contempla el control de los requisitos (Plasticidad, tamaño máximo, etc) y frecuencias de ensayos que se debe realizar a los materiales previos a ser utilizados en obra tales como: abrasión, densidad – humedad, materia orgánica, límites de consistencia, etc. Evidentemente estos ensayos deben ser realizados en un laboratorio de suelos, el cual deberá contar con certificados de calibración de equipos vigente.
- ❖ **B. Control de ejecución:** Acápite que contempla el control del procedimiento de obra en el cual es fundamental controlar el cumplimiento de la especificación técnica, la aplicación de la identificación y trazabilidad de ensayos efectuados, la utilización de protocolos de control de calidad , programa de puntos de inspección, registro de acciones correctivas/preventivas y registro de no conformidades.
- ❖ **C. Control de obra terminada:** A fin de determinar la homogeneidad del tramo y la detección de problemas puntuales en el proceso constructivo es necesario la determinación de la deflexión en campo mediante el ensayo de deflectometría sobre la subrasante terminada a través de la viga benkelman.

Cabe recalcar que el tramo muestra (km.59+840 al km.60+380) presentó dos tramos ocupados por el constructor de obra debido a trabajos vinculados a la construcción de lozas de aproximación en los extremos norte y sur del puente Río Chico, estructura ubicada dentro de la muestra de estudio, figuras N°07 y N°08.

Además el terraplén muestra de estudio se encontró conformado a nivel de base y cuerpo, se realizó una evaluación ex post (después de su construcción) en base y cuerpo del terraplén y una evaluación in situ (durante su construcción) en corona del terraplén, para el objetivo del presente estudio.

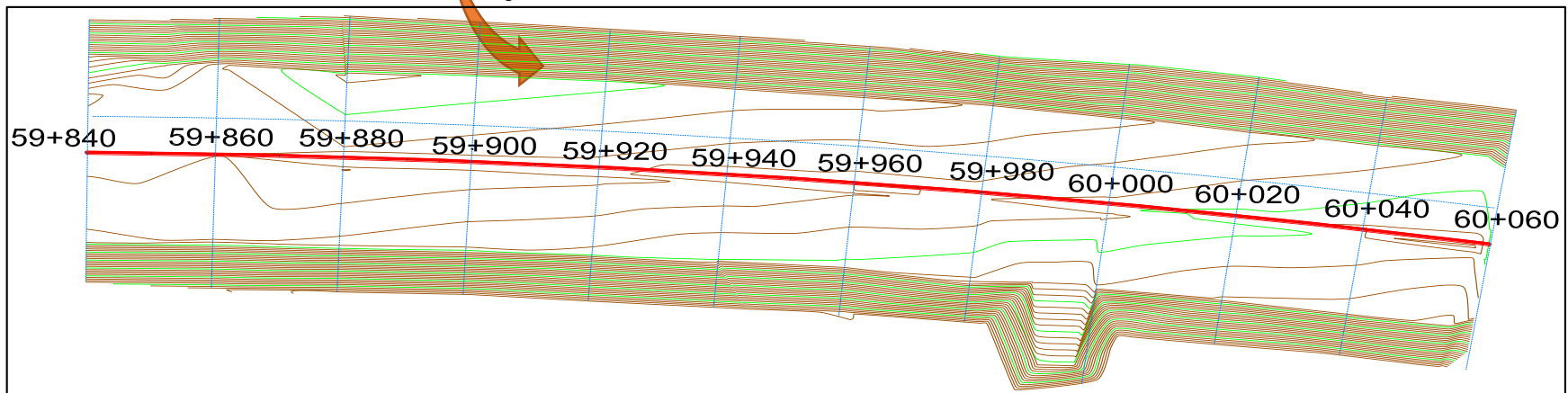
Figura N°07: Tramo muestra de estudio km.59+840 al km60+380.



Fuente: Elaboración propia

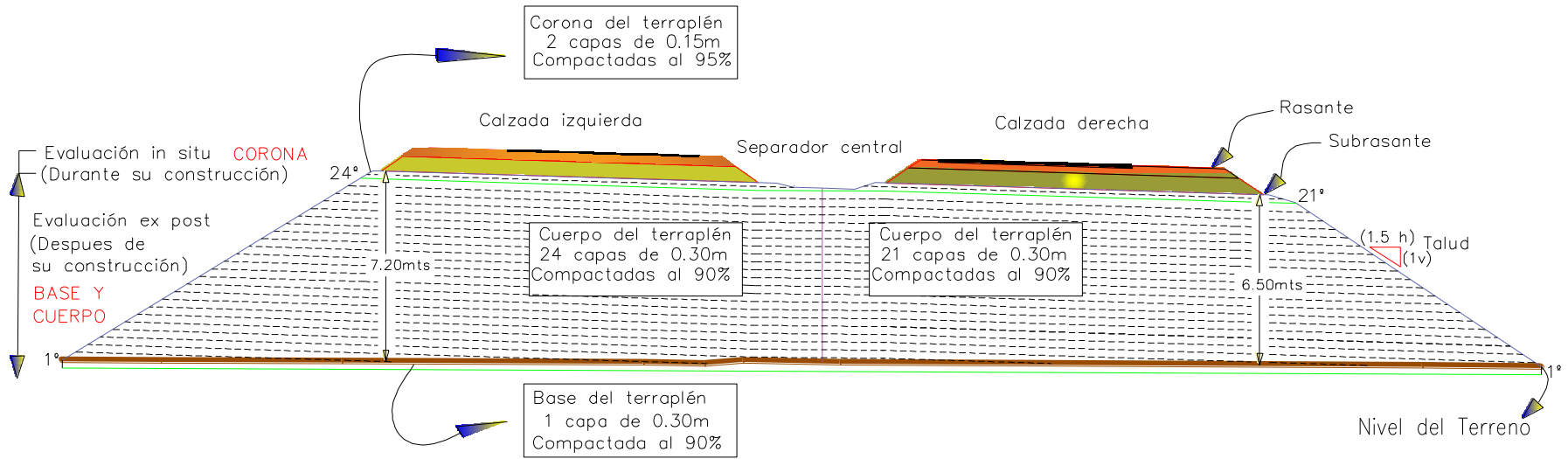
Tramo ocupado por el constructor de obra

Figura N°08: Tramo de análisis, km.59+840 al km.60+060.



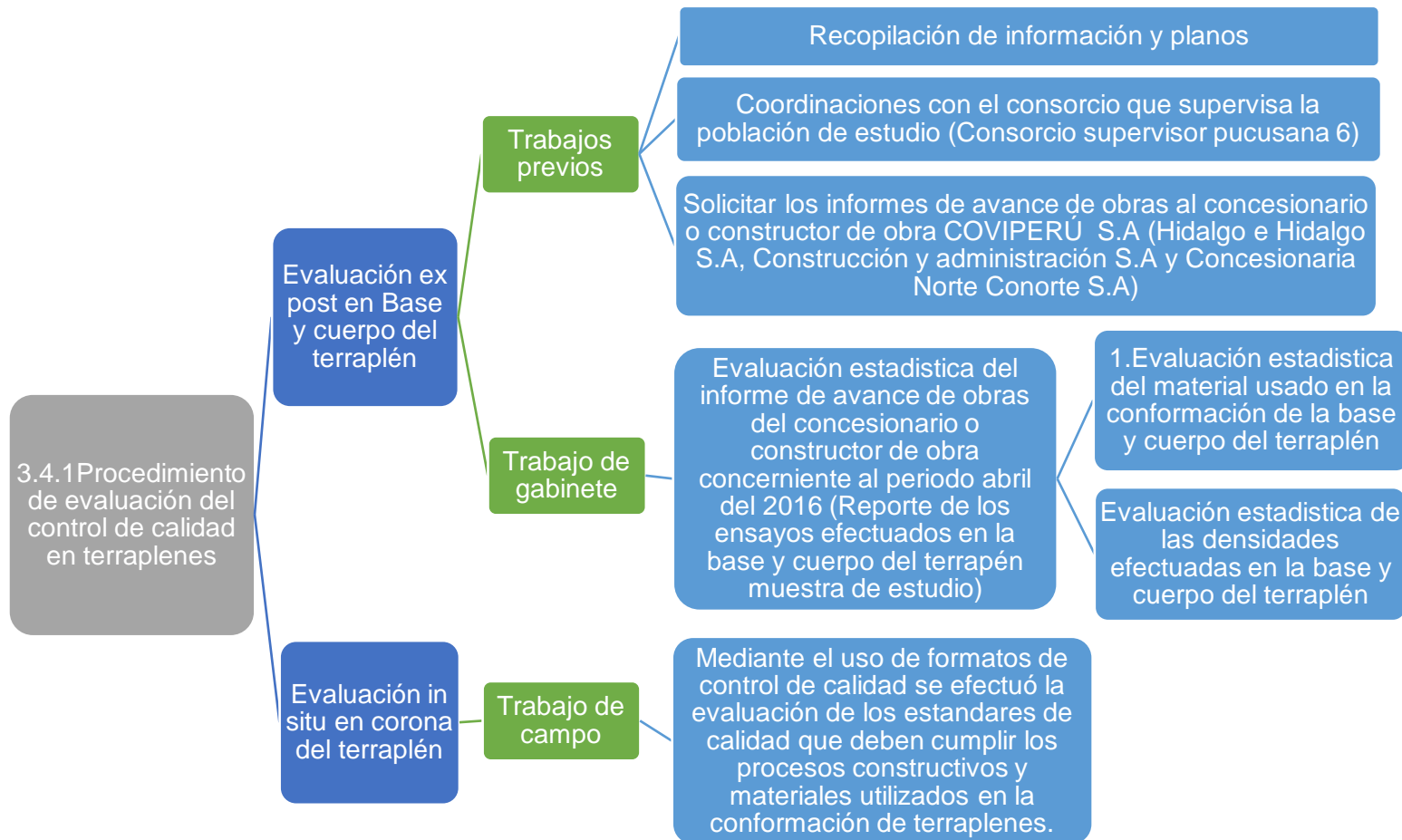
Fuente: Elaboración propia

Figura N°09: Sección típica de análisis.



Fuente: Elaboración propia

Figura N°10: Procedimiento utilizado para la evaluación del control de calidad en terraplenes



Fuente: Elaboración propia

3.4.1.1 EVALUACIÓN EX POST (DESPUES DE SU CONSTRUCCIÓN) EN BASE Y CUERPO DEL TERRAPLÉN

Trabajos Previos

1. Recopilación de antecedentes preliminares. Se hizo la búsqueda, ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes y de toda la información necesaria. Se consiguió el plano satelital de la población de estudio (Obras de la segunda etapa del contrato de concesión del tramo vial Puente Pucusana – Cerro Azul – Ica (Red Vial 6)) de la nueva construcción de la carretera Panamericana Sur, así como también se pudo conseguir el manual de carreteras; especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013 y el expediente técnico del proyecto.
2. Coordinaciones previas con el consorcio que supervisa la construcción de la población de estudio (Consortio Supervisor Pucusana 6), coordinaciones que tienen la finalidad de solicitar información de las características técnicas del proyecto a fin de contribuir con la descripción de la muestra de estudio.
3. Se solicitó al concesionario COVIPERÚ S.A (Constructor de obra) los informes de avance de obras desde enero del 2015 hasta agosto del 2016, informes que fueron emitidos a la entidad (OSITRAN “Organismo supervisor de la infraestructura de transporte de uso público”).

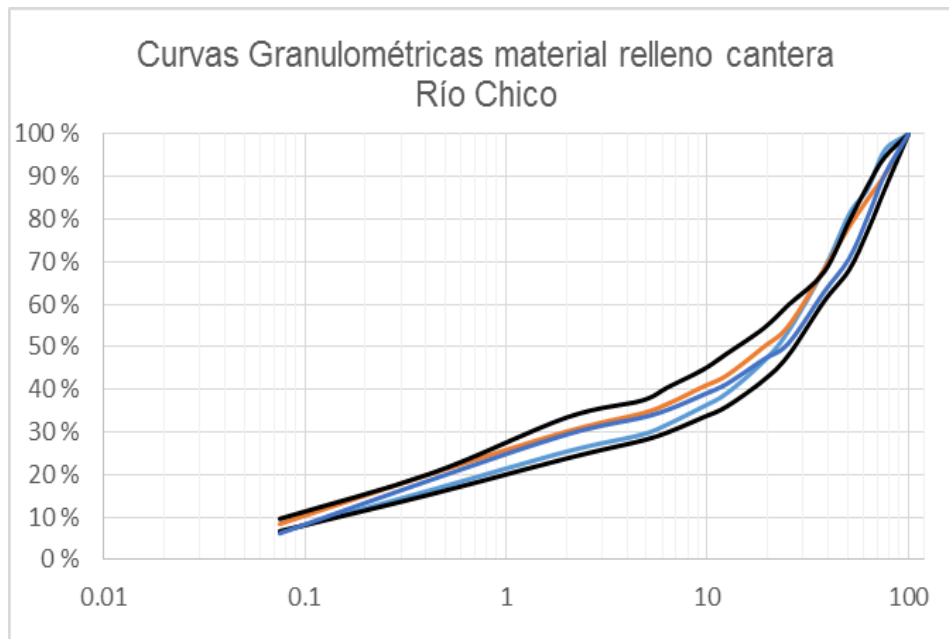
Trabajo de gabinete

Evaluación ex post (después de su construcción) en base y cuerpo del terraplén tomando como referencia los informes emitidos por el constructor de obra a Ositran (Organismo supervisor de la infraestructura de transporte de uso público), se realizó un análisis estadístico de los ensayos efectuados por el constructor de obra tanto para la caracterización del material como para la toma de densidades efectuadas en la conformación de base y cuerpo del terraplén. El constructor de obra reportó los ensayos efectuados en el tramo km59+840 al km.60+060, puesto que el resto del tramo muestra de estudio estuvo ocupado debido a trabajos de la losa de aproximación en el puente Río Chico.

A continuación se muestra el análisis estadístico del informe de avance de obras del concesionario periodo abril del 2016, en éste informe, el constructor de obra reportó los ensayos efectuados en el tramo de análisis (km.59+840 al km.60+060)

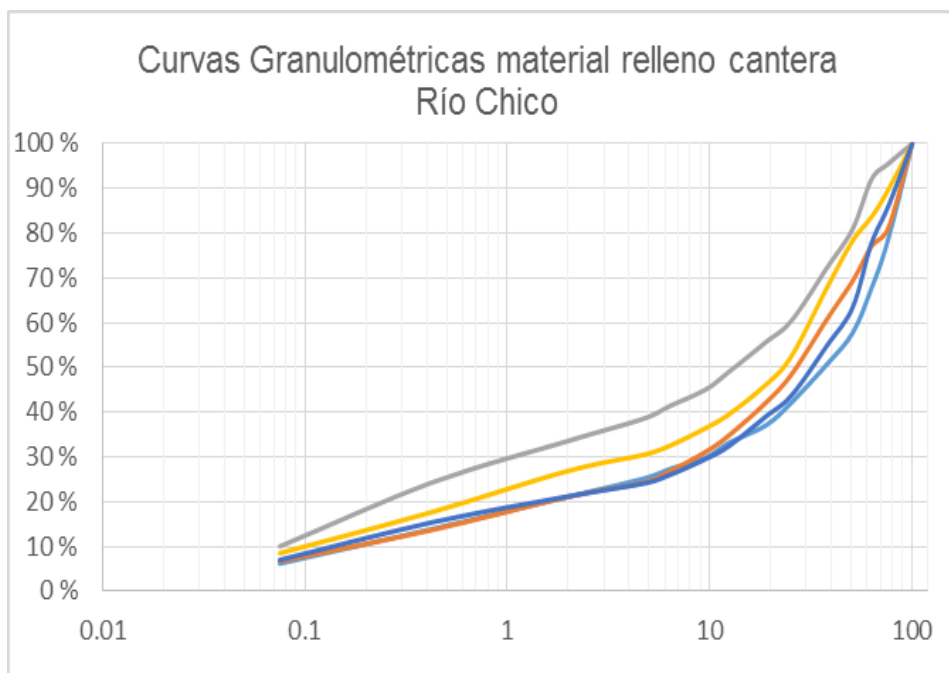
Análisis de las granulometrías presentadas en la tabla resumen anterior

Ensayo N°01 al Ensayo N° 05



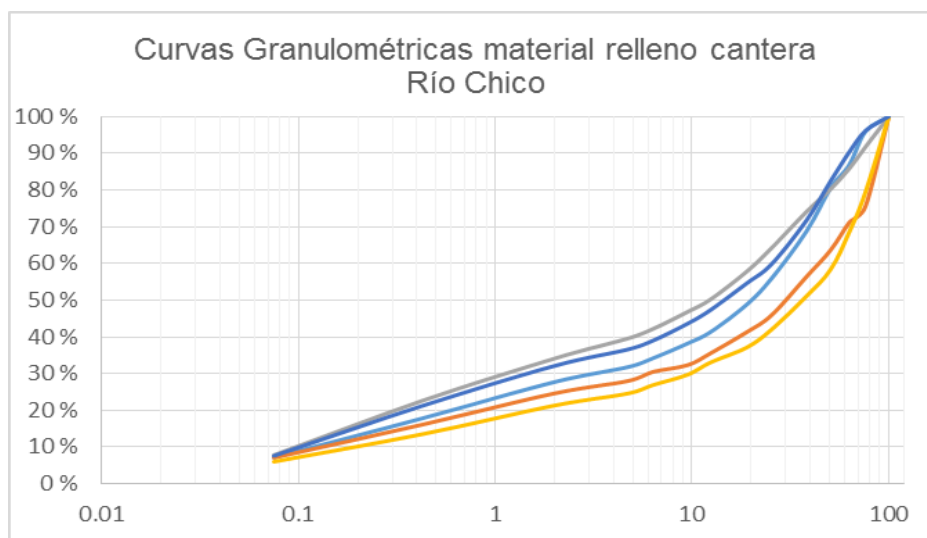
Fuente: Elaboración propia

Ensayo N°06 al Ensayo N° 10



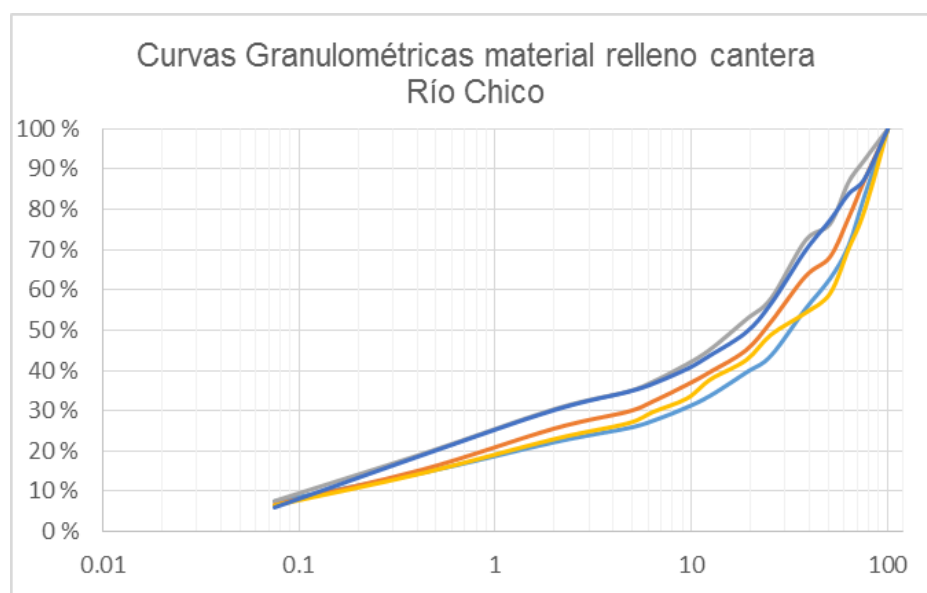
Fuente: Elaboración propia

Ensayo N°11 al Ensayo N° 15



Fuente: Elaboración propia

Ensayo N°16 al Ensayo N° 20



Fuente: Elaboración propia

Del análisis realizado anteriormente con los resultados de la caracterización de material para conformación de terraplén en el tramo de análisis (Ensayos que reporta el constructor de obra) se observa unas granulometrías análogas sin cambios bruscos entre tamiz y tamiz, por lo que se puede concluir que se trata de un material bien graduado, homogéneo que cumple con los requerimientos de la especificación técnica del proyecto.

Resumen de densidades tomadas en campo con densímetro nuclear tanto a base, cuerpo y corona en la muestra de investigación

Tabla N°09: Resumen de densidades efectuadas en base del terraplén km.59+840 al km.60+060 (Calzada derecha e izquierda)

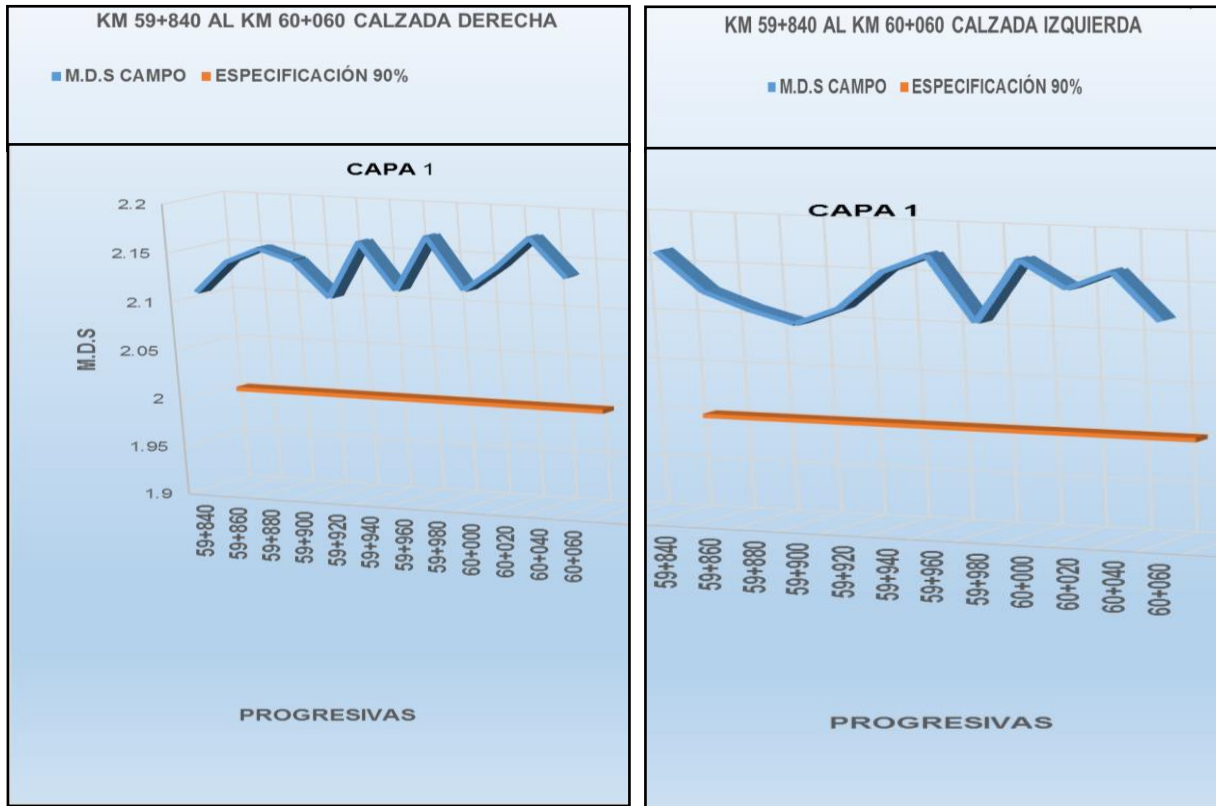
DENSIDADES CONFORMACIÓN BASE TERRAPLEN KM 59+840 AL KM 60+060													
Fecha	Calzada	Capa	Progresiva	Lado	Espesor de capa mts	Densímetro Nuclear		Laboratorio		% Compactación Obtenida.	Compactación Especificación (Mínimo)	Condición	
						Densidad del Suelo Seco DD	Humedad del suelo	Máxima densidad (gr/cm ³)	Humedad Optima %				
13/04/2016	DERECHO	1	59+840	Der	0.3	2.109	6.4	2.222	7.1	94.91%	90%	CUMPLE	
13/04/2016		1	59+860	Eje	0.3	2.142	5.8	2.222	7.1	96.40%	90%	CUMPLE	
13/04/2016		1	59+880	lzq	0.3	2.157	5.5	2.222	7.1	97.07%	90%	CUMPLE	
13/04/2016		1	59+900	Der	0.3	2.146	5.9	2.222	7.1	96.58%	90%	CUMPLE	
13/04/2016		1	59+920	Eje	0.3	2.111	6.1	2.222	7.1	95.00%	90%	CUMPLE	
13/04/2016		1	59+940	lzq	0.3	2.169	5.4	2.222	7.1	97.61%	90%	CUMPLE	
13/04/2016		1	59+960	Der	0.3	2.122	6.0	2.222	7.1	95.50%	90%	CUMPLE	
13/04/2016		1	59+980	Eje	0.3	2.178	6.3	2.222	7.1	98.02%	90%	CUMPLE	
13/04/2016		1	60+000	lzq	0.3	2.126	6.1	2.222	7.1	95.68%	90%	CUMPLE	
13/04/2016		1	60+020	Der	0.3	2.151	5.5	2.222	7.1	96.80%	90%	CUMPLE	
13/04/2016		1	60+040	Eje	0.3	2.182	5.9	2.222	7.1	98.20%	90%	CUMPLE	
13/04/2016		1	60+060	lzq	0.3	2.144	6.3	2.222	7.1	96.49%	90%	CUMPLE	
13/04/2016		IZQUIERDO	1	59+840	Der	0.3	2.173	5.9	2.222	7.1	97.79%	90%	CUMPLE
13/04/2016			1	59+860	Eje	0.3	2.135	6.3	2.222	7.1	96.08%	90%	CUMPLE
13/04/2016	1		59+880	lzq	0.3	2.119	5.5	2.222	7.1	95.36%	90%	CUMPLE	
13/04/2016	1		59+900	Der	0.3	2.107	5.8	2.222	7.1	94.82%	90%	CUMPLE	
13/04/2016	1		59+920	Eje	0.3	2.124	6.1	2.222	7.1	95.59%	90%	CUMPLE	
13/04/2016	1		59+940	lzq	0.3	2.162	5.7	2.222	7.1	97.30%	90%	CUMPLE	
13/04/2016	1		59+960	Der	0.3	2.180	5.3	2.222	7.1	98.11%	90%	CUMPLE	
13/04/2016	1		59+980	Eje	0.3	2.116	6.3	2.222	7.1	95.23%	90%	CUMPLE	
13/04/2016	1		60+000	lzq	0.3	2.179	6.5	2.222	7.1	98.06%	90%	CUMPLE	
13/04/2016	1		60+020	Der	0.3	2.153	6.0	2.222	7.1	96.89%	90%	CUMPLE	
13/04/2016	1		60+040	Eje	0.3	2.171	5.5	2.222	7.1	97.70%	90%	CUMPLE	
13/04/2016	1		60+060	lzq	0.3	2.125	5.9	2.222	7.1	95.63%	90%	CUMPLE	

Nota: Todos los valores mostrados en ésta tabla corresponden a los resultados de las densidades tomadas durante la conformación de base del terraplén y efectuadas por el concesionario o constructor de obra (COVIPERÚ S.A, Consorcio formado por: Hidalgo e Hidalgo S .A, Construcción y Administración S.A y Concesionaria Norte Conorte S.A). Se ampara éstos resultados en anexos de éste estudio (pag. 110).

Número de ensayos	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
Promedio	2.150	5.92	2.220	7.10	0.97	0.90
Desviación estandar	0.03	0.34	0	0	0.01	0
Coeficiente de variación	1.4	5.74	0	0	1.03	0
Máximo	2.182	6.50	2.222	7.10	0.98	0.90
Mínimo	2.107	5.30	2.222	7.10	0.95	0.90

Fuente. Resumen en base al informe de avance de obras del concesionario periodo abril del 2016

Figura N°11: Variación de la máxima densidad seca para el cual se alcanza el grado de compactación mínimo de 90% vs la densidad in situ obtenida a través del densímetro nuclear (Calzada derecha e izquierda).



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 10: Resumen de densidades efectuadas en cuerpo del terraplen km.59+840 al Km.60+060 (Calzada derecha)

DENSIDADES CONFORMACIÓN CUERPO TERRAPLEN												
Fecha	Calzada	Capa	Progresiva	Lado	Espesor de capa mts	Densímetro Nuclear		Laboratorio		% Compactación Obtenida.	Compactación Especificada (Mínimo)	Condición
						Densidad del Suelo Seco DD	Humedad del suelo	Máxima densidad (gr/cm ³)	Humedad Óptima %			
14/04/2016	DER.	2	59+840	Der.	0.3	2.122	5.9	2.222	7.1	95.50%	90%	CUMPLE
14/04/2016		2	59+860	Eje	0.3	2.157	6.3	2.222	7.1	97.07%	90%	CUMPLE
14/04/2016		2	59+880	Izq.	0.3	2.142	5.5	2.222	7.1	96.40%	90%	CUMPLE
14/04/2016		2	59+900	Der.	0.3	2.104	5.8	2.222	7.1	94.69%	90%	CUMPLE
14/04/2016		2	59+920	Eje	0.3	2.133	6.4	2.222	7.1	95.99%	90%	CUMPLE
14/04/2016		2	59+940	Izq.	0.3	2.129	5.6	2.222	7.1	95.81%	90%	CUMPLE
14/04/2016		2	59+960	Der.	0.3	2.095	6.0	2.222	7.1	94.28%	90%	CUMPLE
14/04/2016		2	59+980	Eje	0.3	2.168	5.7	2.222	7.1	97.57%	90%	CUMPLE
14/04/2016		2	60+000	Izq.	0.3	2.153	6.3	2.222	7.1	96.89%	90%	CUMPLE
14/04/2016		2	60+020	Der.	0.3	2.102	5.8	2.222	7.1	94.60%	90%	CUMPLE
14/04/2016		2	60+040	Eje	0.3	2.126	6.0	2.222	7.1	95.68%	90%	CUMPLE
14/04/2016		2	60+060	Izq.	0.3	2.156	5.9	2.222	7.1	97.03%	90%	CUMPLE
18/04/2016	DER.	3	59+840	Der.	0.3	2.140	5.9	2.222	7.1	96.31%	90%	CUMPLE
18/04/2016		3	59+860	Eje	0.3	2.160	6.3	2.222	7.1	97.21%	90%	CUMPLE
18/04/2016		3	59+880	Izq.	0.3	2.109	5.8	2.222	7.1	94.91%	90%	CUMPLE
18/04/2016		3	59+900	Der.	0.3	2.146	5.3	2.222	7.1	96.58%	90%	CUMPLE
18/04/2016		3	59+920	Eje	0.3	2.117	5.6	2.222	7.1	95.27%	90%	CUMPLE
18/04/2016		3	59+940	Izq.	0.3	2.177	5.5	2.222	7.1	97.97%	90%	CUMPLE
18/04/2016		3	59+960	Der.	0.3	2.098	5.2	2.222	7.1	94.42%	90%	CUMPLE
18/04/2016		3	59+980	Eje	0.3	2.149	5.7	2.222	7.1	96.71%	90%	CUMPLE
18/04/2016		3	60+000	Izq.	0.3	2.160	6.4	2.222	7.1	97.21%	90%	CUMPLE
18/04/2016		3	60+020	Der.	0.3	2.140	5.9	2.222	7.1	96.31%	90%	CUMPLE
18/04/2016		3	60+040	Eje	0.3	2.191	6.2	2.222	7.1	98.60%	90%	CUMPLE
18/04/2016		3	60+060	Izq.	0.3	2.104	5.8	2.222	7.1	94.69%	90%	CUMPLE
20/04/2016	DER.	4	59+840	Der.	0.3	2.133	6.2	2.222	7.1	95.99%	90%	CUMPLE
20/04/2016		4	59+860	Eje	0.3	2.113	5.8	2.222	7.1	95.09%	90%	CUMPLE
20/04/2016		4	59+880	Izq.	0.3	2.160	5.5	2.222	7.1	97.21%	90%	CUMPLE
20/04/2016		4	59+900	Der.	0.3	2.148	6.0	2.222	7.1	96.67%	90%	CUMPLE
20/04/2016		4	59+920	Eje	0.3	2.095	5.9	2.222	7.1	94.28%	90%	CUMPLE
20/04/2016		4	59+940	Izq.	0.3	2.129	6.4	2.222	7.1	95.81%	90%	CUMPLE
20/04/2016		4	59+960	Der.	0.3	2.153	6.0	2.222	7.1	96.89%	90%	CUMPLE
20/04/2016		4	59+980	Eje	0.3	2.168	5.7	2.222	7.1	97.57%	90%	CUMPLE
20/04/2016		4	60+000	Izq.	0.3	2.106	6.4	2.222	7.1	94.78%	90%	CUMPLE
20/04/2016		4	60+020	Der.	0.3	2.144	5.7	2.222	7.1	96.49%	90%	CUMPLE
20/04/2016		4	60+040	Eje	0.3	2.122	6.0	2.222	7.1	95.50%	90%	CUMPLE
20/04/2016		4	60+060	Izq.	0.3	2.157	6.3	2.222	7.1	97.07%	90%	CUMPLE

Fuente. Resumen en base al informe de avance de obras del concesionario periodo abril del 2016

Continuación de la tabla N°10

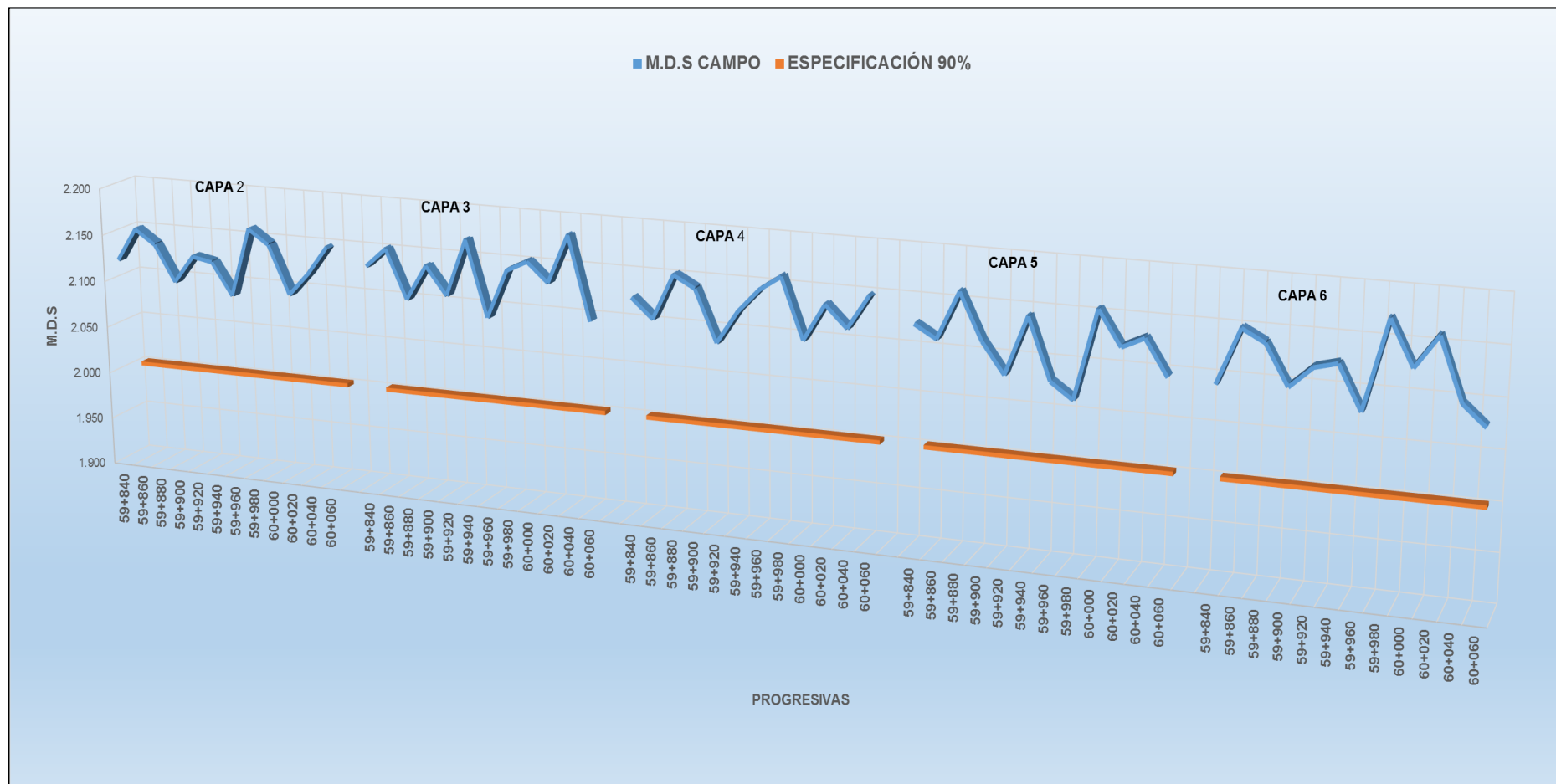
DENSIDADES CONFORMACIÓN CUERPO TERRAPLEN												
Fecha	Calzada	Capa	Progresiva	Lado	Espesor de capa mts	Densímetro Nuclear		Laboratorio		% Compactación Obtenida.	Compactación Especificada (Mínimo)	Condición
						Densidad del Suelo Seco DD	Humedad del suelo	Máxima densidad (gr/cm ³)	Humedad Optima %			
22/04/2016	DER.	5	59+840	Der.	0.3	2.133	6.5	2.222	7.1	95.99%	90%	CUMPLE
22/04/2016		5	59+860	Eje	0.3	2.120	6.0	2.222	7.1	95.41%	90%	CUMPLE
22/04/2016		5	59+880	lzq.	0.3	2.169	5.4	2.222	7.1	97.61%	90%	CUMPLE
22/04/2016		5	59+900	Der.	0.3	2.122	5.6	2.222	7.1	95.50%	90%	CUMPLE
22/04/2016		5	59+920	Eje	0.3	2.091	5.6	2.222	7.1	94.10%	90%	CUMPLE
22/04/2016		5	59+940	lzq.	0.3	2.151	5.3	2.222	7.1	96.80%	90%	CUMPLE
22/04/2016		5	59+960	Der.	0.3	2.089	5.9	2.222	7.1	94.01%	90%	CUMPLE
22/04/2016		5	59+980	Eje	0.3	2.073	6.2	2.222	7.1	93.29%	90%	CUMPLE
22/04/2016		5	60+000	lzq.	0.3	2.164	6.2	2.222	7.1	97.39%	90%	CUMPLE
22/04/2016		5	60+020	Der.	0.3	2.129	5.6	2.222	7.1	95.81%	90%	CUMPLE
22/04/2016		5	60+040	Eje	0.3	2.140	5.9	2.222	7.1	96.31%	90%	CUMPLE
22/04/2016		5	60+060	lzq.	0.3	2.104	6.0	2.222	7.1	94.69%	90%	CUMPLE
25/04/2016	DER.	6	59+840	Der.	0.3	2.102	6.3	2.222	7.1	94.60%	90%	CUMPLE
25/04/2016		6	59+860	Eje	0.3	2.158	5.7	2.222	7.1	97.12%	90%	CUMPLE
25/04/2016		6	59+880	lzq.	0.3	2.146	6.0	2.222	7.1	96.58%	90%	CUMPLE
25/04/2016		6	59+900	Der.	0.3	2.106	5.5	2.222	7.1	94.78%	90%	CUMPLE
25/04/2016		6	59+920	Eje	0.3	2.127	5.9	2.222	7.1	95.72%	90%	CUMPLE
25/04/2016		6	59+940	lzq.	0.3	2.133	6.2	2.222	7.1	95.99%	90%	CUMPLE
25/04/2016		6	59+960	Der.	0.3	2.089	6.1	2.222	7.1	94.01%	90%	CUMPLE
25/04/2016		6	59+980	Eje	0.3	2.180	5.8	2.222	7.1	98.11%	90%	CUMPLE
25/04/2016		6	60+000	lzq.	0.3	2.135	6.5	2.222	7.1	96.08%	90%	CUMPLE
25/04/2016		6	60+020	Der.	0.3	2.168	5.8	2.222	7.1	97.57%	90%	CUMPLE
25/04/2016		6	60+040	Eje	0.3	2.106	6.2	2.222	7.1	94.78%	90%	CUMPLE
25/04/2016		6	60+060	lzq.	0.3	2.086	5.7	2.222	7.1	93.88%	90%	CUMPLE

Nota: Todos los valores mostrados en ésta tabla corresponden a los resultados de las densidades tomadas durante la conformación del cuerpo del terraplén (Calzada derecha) y efectuada por el concesionario o constructor de obra (COVIPERÚ S.A, Consorcio formado por: Hidalgo e Hidalgo S .A, Construcción y Administración S.A y Concesionaria Norte Conorte S.A). Se ampara los resultados de la fila (color verde) en el acapite anexos del presente estudio (pag. 115).

Número de ensayos	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Promedio	2.130	5.91	2.220	7.10	0.96	0.90
Desviación estandar	0.38	0.82	0.4	0.91	0.12	0.12
Coefficiente de variación	17.84	13.87	18.02	12.82	12.5	13.33
Máximo	2.191	6.50	2.222	7.10	0.99	0.90
Mínimo	2.073	5.20	2.222	7.10	0.93	0.90

Fuente. Resumen en base al informe de avance de obras del concesionario periodo abril del 2016

Figura N°12: Variación de la maxima densidad seca para el cual se alcanza el grado de compactación minimo de 90% vs la densidad in situ obtenida a través del densímetro nuclear (Calzada derecha).



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°11: Resumen de densidades efectuadas en cuerpo del terraplen Km.59+840 al Km.60+060 (Calzada izquierda)

DENSIDADES CONFORMACIÓN CUERPO TERRAPLEN													
Fecha	Calzada	Capa	Progresiva	Lado	Espesor de capa mts	Densímetro Nuclear		Laboratorio		% Compactación Obtenida.	Compactación Especificada (Mínimo)	Condición	
						Densidad del suelo seco DD	Humedad del suelo	Máxima densidad (gr/cm ³)	Humedad Optima %				
14/04/2016	IZQ.	2	59+840	Der.	0.3	2.135	6.6	2.222	7.1	96.08%	90%	CUMPLE	
15/04/2016		2	59+860	Eje	0.3	2.173	5.9	2.222	7.1	97.79%	90%	CUMPLE	
16/04/2016		2	59+880	Izq.	0.3	2.147	6.3	2.222	7.1	96.62%	90%	CUMPLE	
17/04/2016		2	59+900	Der.	0.3	2.124	5.4	2.222	7.1	95.59%	90%	CUMPLE	
18/04/2016		2	59+920	Eje	0.3	2.106	5.6	2.222	7.1	94.78%	90%	CUMPLE	
19/04/2016		2	59+940	Izq.	0.3	2.164	5.9	2.222	7.1	97.39%	90%	CUMPLE	
20/04/2016		2	59+960	Der.	0.3	2.133	6.2	2.222	7.1	95.99%	90%	CUMPLE	
21/04/2016		2	59+980	Eje	0.3	2.115	6.0	2.222	7.1	95.18%	90%	CUMPLE	
22/04/2016		2	60+000	Izq.	0.3	2.178	5.9	2.222	7.1	98.02%	90%	CUMPLE	
23/04/2016		2	60+020	Der.	0.3	2.149	6.1	2.222	7.1	96.71%	90%	CUMPLE	
24/04/2016		2	60+040	Eje	0.3	2.122	5.5	2.222	7.1	95.50%	90%	CUMPLE	
25/04/2016		2	60+060	Izq.	0.3	2.108	6.0	2.222	7.1	94.87%	90%	CUMPLE	
26/04/2016		IZQ.	3	59+840	Der.	0.3	2.169	6.2	2.222	7.1	97.61%	90%	CUMPLE
27/04/2016			3	59+860	Eje	0.3	2.129	5.8	2.222	7.1	95.81%	90%	CUMPLE
28/04/2016			3	59+880	Izq.	0.3	2.180	5.5	2.222	7.1	98.11%	90%	CUMPLE
29/04/2016	3		59+900	Der.	0.3	2.146	6.0	2.222	7.1	96.58%	90%	CUMPLE	
30/04/2016	3		59+920	Eje	0.3	2.111	6.4	2.222	7.1	95.00%	90%	CUMPLE	
01/05/2016	3		59+940	Izq.	0.3	2.153	5.7	2.222	7.1	96.89%	90%	CUMPLE	
02/05/2016	3		59+960	Der.	0.3	2.162	5.4	2.222	7.1	97.30%	90%	CUMPLE	
03/05/2016	3		59+980	Eje	0.3	2.177	6.1	2.222	7.1	97.97%	90%	CUMPLE	
04/05/2016	3		60+000	Izq.	0.3	2.124	6.3	2.222	7.1	95.59%	90%	CUMPLE	
05/05/2016	3		60+020	Der.	0.3	2.117	5.8	2.222	7.1	95.27%	90%	CUMPLE	
06/05/2016	3		60+040	Eje	0.3	2.154	5.5	2.222	7.1	96.94%	90%	CUMPLE	
07/05/2016	3		60+060	Izq.	0.3	2.096	6.5	2.222	7.1	94.33%	90%	CUMPLE	
08/05/2016	IZQ.		4	59+840	Der.	0.3	2.140	6.5	2.222	7.1	96.31%	90%	CUMPLE
09/05/2016			4	59+860	Eje	0.3	2.167	6.1	2.222	7.1	97.52%	90%	CUMPLE
10/05/2016			4	59+880	Izq.	0.3	2.135	5.7	2.222	7.1	96.08%	90%	CUMPLE
11/05/2016		4	59+900	Der.	0.3	2.105	6.2	2.222	7.1	94.73%	90%	CUMPLE	
12/05/2016		4	59+920	Eje	0.3	2.122	5.9	2.222	7.1	95.50%	90%	CUMPLE	
13/05/2016		4	59+940	Izq.	0.3	2.093	6.6	2.222	7.1	94.19%	90%	CUMPLE	
30/03/2016		4	59+960	Der.	0.3	2.151	6.4	2.222	7.1	96.80%	90%	CUMPLE	
30/03/2016		4	59+980	Eje	0.3	2.156	6.0	2.222	7.1	97.03%	90%	CUMPLE	
30/03/2016		4	60+000	Izq.	0.3	2.131	6.1	2.222	7.1	95.90%	90%	CUMPLE	
30/03/2016		4	60+020	Der.	0.3	2.151	5.5	2.222	7.1	96.80%	90%	CUMPLE	
30/03/2016	4	60+040	Eje	0.3	2.166	5.8	2.222	7.1	97.48%	90%	CUMPLE		
30/03/2016	4	60+060	Izq.	0.3	2.106	6.2	2.222	7.1	94.78%	90%	CUMPLE		

Fuente. Resumen en base al informe de avance de obras del concesionario periodo abril del 2016

Continuación de la tabla N°11

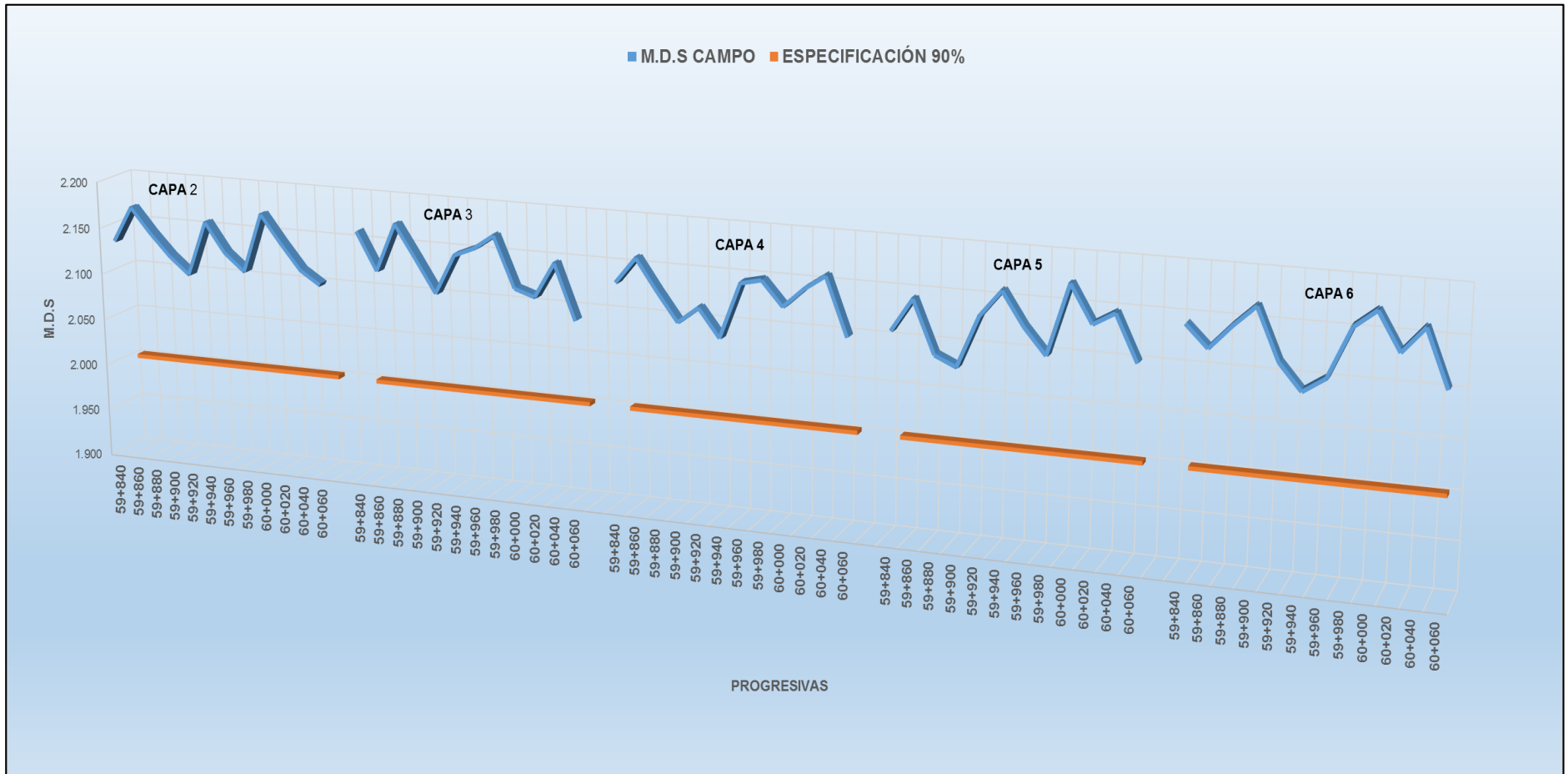
DENSIDADES CONFORMACIÓN CUERPO TERRAPLEN													
Fecha	Calzada	Capa	Progresiva	Lado	Espesor de capa mts	Densímetro Nuclear		Laboratorio		% Compactación Obtenida.	Compactación Especificada (Mínimo)	Condición	
						Densidad del suelo seco DD	Humedad del suelo	Máxima densidad (gr/cm ³)	Humedad Óptima %				
30/03/2016	IZQ.	5	59+840	Der.	0.3	2.117	6.5	2.222	7.1	95.27%	90%	CUMPLE	
30/03/2016		5	59+860	Eje	0.3	2.151	6.0	2.222	7.1	96.80%	90%	CUMPLE	
30/03/2016		5	59+880	Izq.	0.3	2.097	5.7	2.222	7.1	94.37%	90%	CUMPLE	
30/03/2016		5	59+900	Der.	0.3	2.087	5.9	2.222	7.1	93.92%	90%	CUMPLE	
30/03/2016		5	59+920	Eje	0.3	2.140	6.3	2.222	7.1	96.31%	90%	CUMPLE	
30/03/2016		5	59+940	Izq.	0.3	2.167	5.5	2.222	7.1	97.52%	90%	CUMPLE	
30/03/2016		5	59+960	Der.	0.3	2.133	6.2	2.222	7.1	95.99%	90%	CUMPLE	
30/03/2016		5	59+980	Eje	0.3	2.107	5.8	2.222	7.1	94.82%	90%	CUMPLE	
30/03/2016		5	60+000	Izq.	0.3	2.180	6.1	2.222	7.1	98.11%	90%	CUMPLE	
30/03/2016		5	60+020	Der.	0.3	2.142	5.8	2.222	7.1	96.40%	90%	CUMPLE	
30/03/2016		5	60+040	Eje	0.3	2.155	6.3	2.222	7.1	96.98%	90%	CUMPLE	
22/04/2016		5	60+060	Izq.	0.3	2.108	6.0	2.222	7.1	94.87%	90%	CUMPLE	
25/04/2016		IZQ.	6	59+840	Der.	0.3	2.151	6.4	2.222	7.1	96.80%	90%	CUMPLE
25/04/2016			6	59+860	Eje	0.3	2.129	5.8	2.222	7.1	95.81%	90%	CUMPLE
25/04/2016	6		59+880	Izq.	0.3	2.153	6.0	2.222	7.1	96.89%	90%	CUMPLE	
25/04/2016	6		59+900	Der.	0.3	2.174	6.6	2.222	7.1	97.84%	90%	CUMPLE	
25/04/2016	6		59+920	Eje	0.3	2.122	6.1	2.222	7.1	95.50%	90%	CUMPLE	
25/04/2016	6		59+940	Izq.	0.3	2.096	5.5	2.222	7.1	94.33%	90%	CUMPLE	
25/04/2016	6		59+960	Der.	0.3	2.111	5.7	2.222	7.1	95.00%	90%	CUMPLE	
25/04/2016	6		59+980	Eje	0.3	2.162	5.9	2.222	7.1	97.30%	90%	CUMPLE	
25/04/2016	6		60+000	Izq.	0.3	2.180	6.1	2.222	7.1	98.11%	90%	CUMPLE	
25/04/2016	6		60+020	Der.	0.3	2.142	5.8	2.222	7.1	96.40%	90%	CUMPLE	
25/04/2016	6		60+040	Eje	0.3	2.168	6.3	2.222	7.1	97.57%	90%	CUMPLE	
25/04/2016	6		60+060	Izq.	0.3	2.111	6.0	2.222	7.1	95.00%	90%	CUMPLE	

Nota: Todos los valores mostrados en ésta tabla corresponden a los resultados de las densidades tomadas durante la conformación del cuerpo del terraplén (Calzada izquierda) por el concesionario o constructor de obra (COVIPERÚ S.A, Consorcio formado por: Hidalgo e Hidalgo S .A, Construcción y Administración S.A y Concesionaria Norte Conorte S.A). Se ampara los resultados de la fila (color verde) en el acápite anexos del presente estudio (pag. 118).

Número de ensayos	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Promedio	2.140	6.00	2.220	7.10	0.96	0.90
Desviación estandar	0.38	0.83	0.4	0.91	0.12	0.12
Coefficiente de variación	17.76	13.83	18.02	12.82	12.5	13.33
Máximo	2.180	6.60	2.222	7.10	0.98	0.90
Mínimo	2.087	5.40	2.222	7.10	0.94	0.90

Fuente: Resumen en base al informe de avance de obras del concesionario periodo abril del 2016

Figura N°13: Variación de la maxima densidad seca para el cual se alcanza el grado de compactación minimo de 90% vs la densidad in situ obtenida a través del densímetro nuclear (Calzada izquierda).



Fuente: Elaboración propia

La construcción del cuerpo del terraplén (km.59+840 al km.60+060) demanda la conformación de 21 capas en la calzada derecha y 24 capas en la calzada izquierda (Figura N°09). Tal como se analizó anteriormente el constructor de obra reportó todos los ensayos efectuados en la base y cuerpo del terraplén, sin embargo no reportó los ensayos efectuados en las capas superiores a la sexta capa debido a que no cuenta con una trazabilidad de los ensayos efectuados en cada capa del terraplén ni una trazabilidad de correspondencia puesto que en su informe de avance de obras estudiado no menciona en que tramos serán utilizados cada volumen extraído de la cantera Río Chico.

La trazabilidad de obra ejecutada se debió desarrollarse con el aporte del personal técnico de obra y utilizando fotografías, nivel, estación total, etc. De tal manera que le permita al constructor de obra conocer todas las actividades que se ejecutan en un tramo sujeto a evaluación.

La trazabilidad de ensayos efectuados debió efectuarse mediante formatos de reporte diario y carteras topográficas diligenciado por el personal técnico de obra y topógrafos respectivamente, los cuales son los encargados de registrar todos los hechos relevantes de la obra (personal, estado del tiempo, disponibilidad de maquinaria, sección transversal de la carretera, entre otros).

A continuación se muestra:

- ❖ La trazabilidad de obra ejecutada de la carretera a fin de conocer las actividades que se ejecutan en las progresivas km.59+900 y el km.60+200. Esto permitirá mantener informado al personal encargado de llevar el control y seguimiento de todas las actividades desarrolladas desde una oficina central.
- ❖ La trazabilidad de ensayos efectuados que todo constructor de obra debe realizar a fin de realizar el control y seguimiento de todos los ensayos efectuados por su personal técnico.

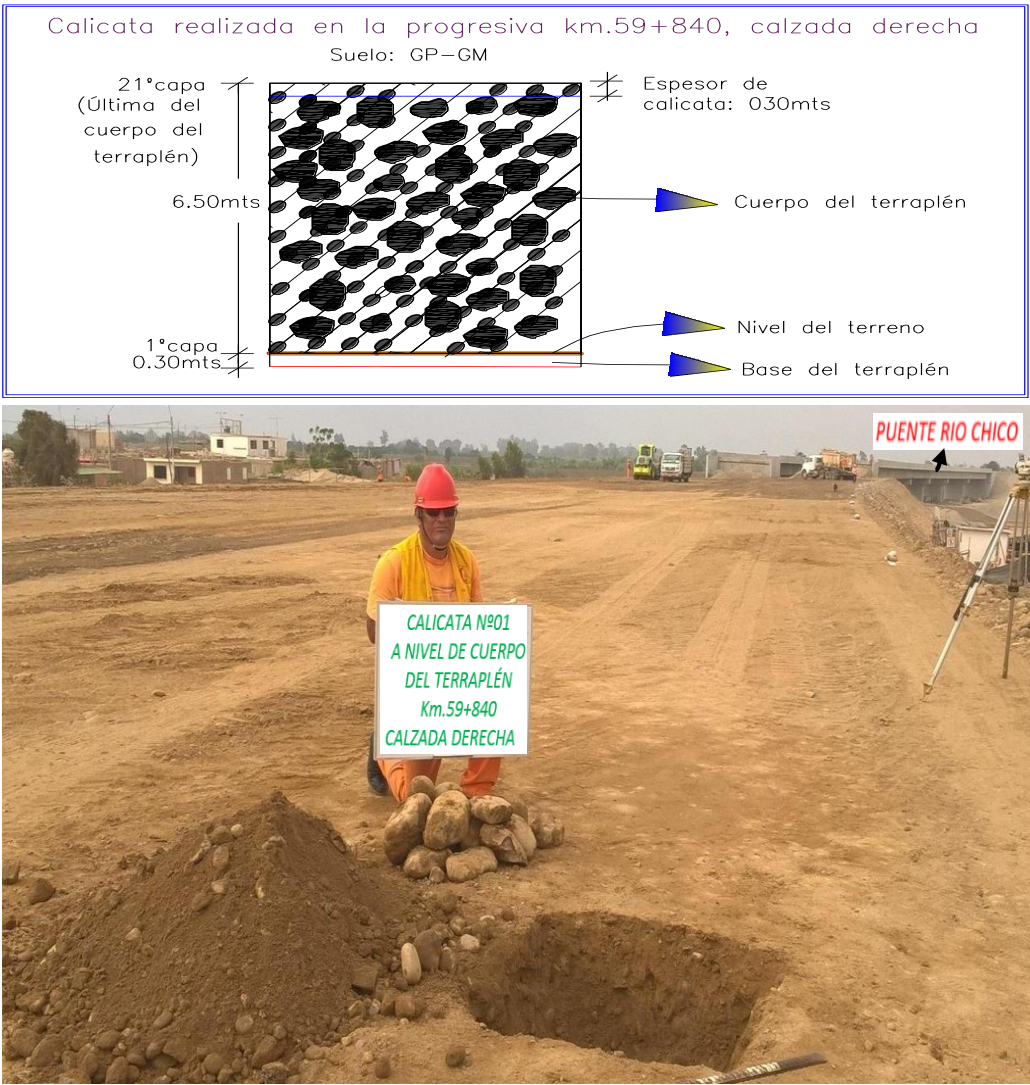
Figura N°14. Trazabilidad de obra ejecutada



Fuente: Elaboración propia

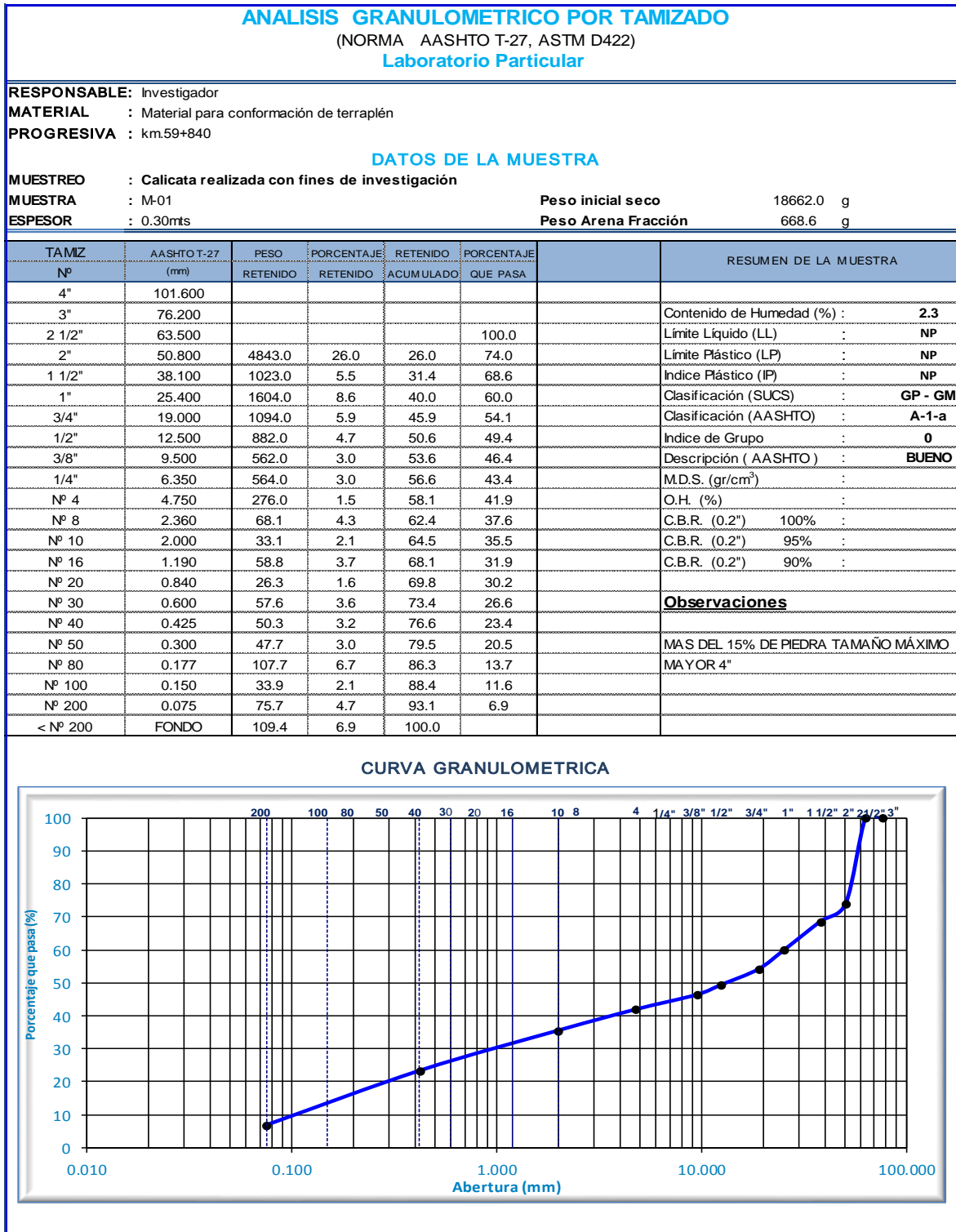
El constructor de obra reportó la conformación de base y cuerpo del terraplén con tamaño máximo de 4plg. Sin embargo a fin de constatar la realidad encontrada en campo, el investigador junto con su ayudante realizó dos calicatas a una profundidad de 0.30mts a nivel de la última capa conformada del cuerpo del terraplén, y en donde se puede apreciar entre un 7% a un 15% de piedras mayores a 4 pulgadas. De ésta manera se comprobó la trasgresión al manual de carreteras (Especificaciones técnicas generales para construcción: EG-2013) en base y cuerpo del terraplén por parte del constructor de obra.

Figura N° 16: Calicata realizada en cuerpo del terraplén, progresiva km.59+840 donde se aprecia un 15% de material ya conformado que supera los 4 pulgadas de diámetro.



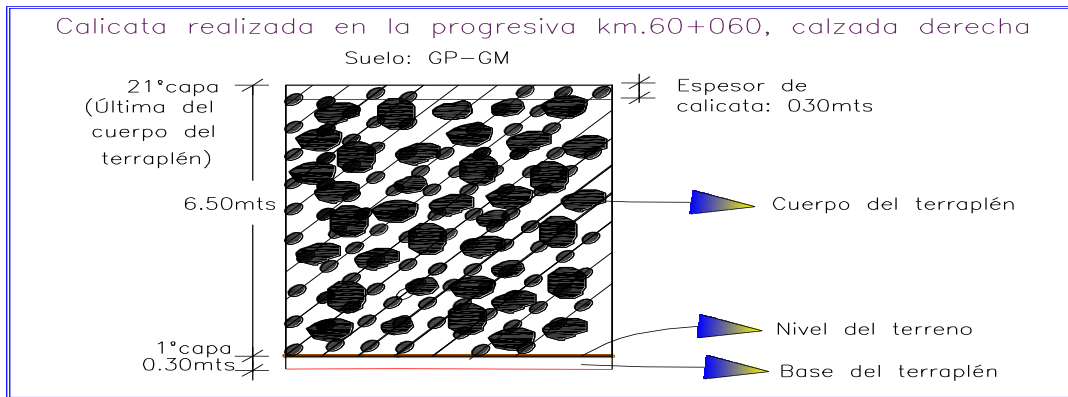
Fuente: Elaboración propia

Tabla N°12: Análisis granulométrico: Calicata realizada en la progresiva km.59+840



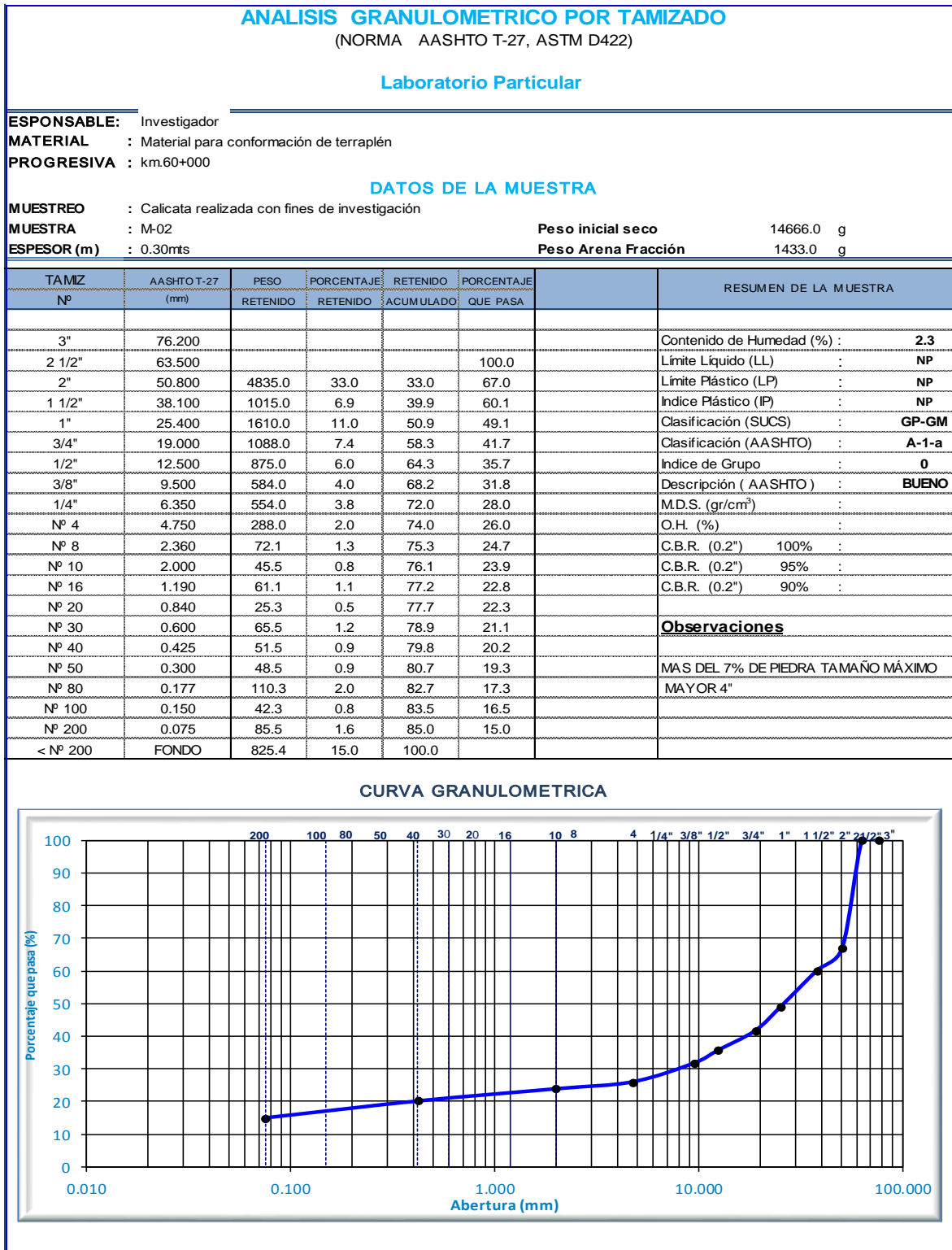
Fuente: Elaboración propia

Figura N°17; Calicata realizada en cuerpo del terraplén, progresiva km.60+000 donde se aprecia un 7% de material conformado que supera los 4 pulgadas de diámetro.



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°13: Análisis granulométrico: Calicata realizada en la progresiva km.60+000



Fuente: Elaboración propia

Verificación de requisitos del material para conformación de base y cuerpo del terraplén

Tabla N°14. Resultados de requisitos del material para conformación de base y cuerpo del terraplén

REQUISITOS DEL MATERIAL PARA CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES				
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO		RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN EX POST (DESPUES DE SU CONSTRUCCIÓN) EN BASE Y CUERPO DEL TERRAPLÉN		
CONDICION	REQUISITOS	PROMEDIOS OBTENIDOS	ESTADO	OBSERVACIONES
Tamaño máximo		Tamaño máximo		
Base	150 mm (6plg)	6plg	INFORMACIÓN REPORTADA	Esta capa difiere del cuerpo del terraplén unicamente por el tamaño maximo aceptable y por estar debajo del nivel del terreno, sin embargo sus características de plasticidad y grado de compactación son las mismas que para el cuerpo del terraplén (Tabla N°03). El constructor de obra realizó la caracterización del material para la conformación de la base y cuerpo del terraplén (Tabla N°08), significando que la base se construyó con el mismo material utilizado en el cuerpo del terraplén (Tamaño máximo de 4plg), concluyendo que la base se construyó con material que no superó las 6plg.
			Cumple	
		REALIDAD ENCONTRADA EN CAMPO		
		No se constató la realidad encontrada en campo puesto que el terraplén estuvo conformado a nivel del cuerpo del terraplén		
Cuerpo	100 mm (4plg)	4plg	INFORMACIÓN REPORTADA	El constructor de obra reporta el cumplimiento de éste requisito en su informe mensual N°22 periodo de abril del 2016 cuya referencia se anexa en la pagina 100 de éste estudio de investigación concerniente al acápite anexos: Amparo:Análisis granulometrico efectuado por el constructor de obra (Concesionaria Vial del Perú (COVIPERÚ S.A)
			Cumple	
		REALIDAD ENCONTRADA EN CAMPO		
		No cumple De acuerdo a las calicatas realizadas en las progresivas km.59+840 y km.60+000 a nivel de la última capa del cuerpo del terraplén, se constató que el constructor de obra incumplió éste requisito tal como se mostró en las figuras N°17 y N°18.		
Corona	75 mm (3plg)	3plg	Se inspeccionará en el acápite. Evaluación in situ (durante de su construcción)	
% Máximo de Piedra		% Máximo de Piedra		
Base	30%		Cumple	
Cuerpo	30%		Cumple	
Índice de Plasticidad		Índice de Plasticidad		
Base	< 11%	NP	Cumple	
Cuerpo	< 11%	NP	Cumple	
Desgaste de los Ángeles	60% máx.	18%	Cumple	
Tipo de Material	A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3	A-1-a	Cumple	
Espesor.	0.15 - 0.3 mts	0.30mts	Cumple	0.30mts para base y cuerpo
Espesor de la capa (rellenos masivos)	Máx. 1 metro			Aplicable a rellenos masivos cuyos trabajos de terraplenes se construyen con material rocoso obtenido del corte
Grado de compactación	90% -95%	96.3	Cumple	Grado de compactación promedio minimo para base y cuerpo es de 90%
Humedad de trabajo.	±2% humedad óptima	1.16%	Cumple	

Fuente. Elaboración propia en base al manual de carreteras, especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013.

Verificación de frecuencias de ensayos efectuados en base y cuerpo del terraplén

El constructor de obra reporta en su informe de avance de obras correspondiente al mes de abril del 2016, la ejecución de la partida conformación de terraplén con material de préstamo en donde consigna un volumen de material conformado de 20,000 m³, evidentemente cantidad de material para la conformación de la base y cuerpo del terraplén en el tramo de análisis del presente estudio (km.59+840 al km.60+060). Para ésta cantidad de material conformado se procede a determinar lo siguiente:

Tabla N°15. Verificación de frecuencias de ensayos para conformación de base y cuerpo del terraplén

VERIFICACIÓN DE FRECUENCIAS ENSAYOS MATERIAL PARA CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES					
CONDICION	REQUISITOS	N° ENSAYOS A REALIZAR	N° ENSAYOS REALIZADOS	ESTADO	OBSERVACIONES
Volumen de material conformado	20000				
Granulometría MTC E 204	1 cada 1000 m ³	20	20	Cumple	A-1-a Cumple
Límites de Consistencia MTC E 111	1 cada 1000 m ³	20	20	Cumple	Índice de plasticidad promedio NP, Cumple
Contenido de Mat. Orgánica MTC E 118	1 cada 3000 m ³	7	10	Cumple	Promedio de materia organica 0.7%
Abrasión Los Ángeles MTC E 207	1 cada 3000 m ³	7	15	Cumple	Abrasión 18%, cumple (Máx 60%)
Densidad - Humedad MTC E 115	1 cada 1000 m ³	20	7	No cumple	Dens. máxima 2.22, Humedad Optima 6.7%
Compactación					
Base y Cuerpo	1 cada 500 m ²	267	144	No cumple	Sólo reportó los ensayos hasta la 6ta capa

Fuente: Elaboración propia en base al manual de carreteras; especificaciones generales para construcción, EG-2013.

Conclusiones de la evaluación ex post (después de su construcción) en base y cuerpo del terraplén se concluye:

CONTROL DEL CUMPLIMIENTO DE LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

❖ Requisitos de material para la conformación de base y cuerpo del terraplén

- El material para la conformación de base y cuerpo cumple todos los requisitos de la especificación técnica, excepto el tamaño máximo normativo (Calicatas realizadas en las progresivas km.59+840 y km.60+000).
- El grado de compactación en el terraplén tanto para base y cuerpo cumple con el grado exigido en la especificación técnica (90%).

❖ Frecuencias de ensayos realizados al material para la conformación de base y cuerpo del terraplén

- Para la cantidad reportada de material conformante en base y cuerpo del terraplén, el constructor de obra cumple a cabalidad los requisitos del material, sin embargo no cumple la frecuencia de ensayos de densidad – humedad y compactación.
- La variación de la humedad respecto al óptimo contenido de humedad obtenida del próctor modificado no supera la variación admisible de la especificación técnica (+/- 2%).

APLICACIÓN DE LA IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD

El constructor de obra no reportó los ensayos efectuados en las capas superiores a la sexta capa debido a que no aplicó una identificación y trazabilidad tanto para el área de correspondencia, obra ejecutada y ensayos efectuados en cada capa del terraplén.

Por ende el constructor de obra no cumplió la especificación técnica del proyecto ni tampoco la aplicación de la identificación y trazabilidad, incumpliendo los dos acápite del plan de control de calidad aplicado a proyectos viales.

3.4.1.2 EVALUACIÓN IN SITU EN CORONA DEL TERRAPLÉN

Trabajo de campo

En el acápite anterior (Evaluación ex post) se evaluó el control del cumplimiento de la especificación técnica y la aplicación de la identificación y trazabilidad por parte del constructor de obra. En éste acápite (Evaluación in situ) solo se evaluó el control del cumplimiento de los estándares de calidad que deben cumplir los procesos constructivos y los materiales utilizados en la conformación de terraplenes en la muestra de estudio, a fin de evaluar todos los acápites materia de evaluación concernientes al plan de control de calidad detallado en la página 33.

En este acápite se realizó inspecciones en campo y cantera a fin de constatar la realidad encontrada en campo y lo contemplado en el expediente técnico y las normas de calidad aplicado a proyectos viales. Para esto se elaboró protocolos de control de calidad (Protocolos de topografía y liberación), plan de puntos de inspección, registro de acciones preventivas / correctivas, registro de no conformidades y el control de la calidad del trabajo terminado. De ésta manera se evaluó todos los estándares de calidad que deben cumplir todas las actividades relacionadas a la conformación de terraplenes.

1 Equipo

- Cámara Fotográfica.

2 Herramientas

- Wincha de 3.0 m, para medir el material conformante (piedras que superan el valor admisible) y espesores compactados de cada capa del terraplén.

3 Procedimiento (Inspección visual)

Figura N°18: Conformación de material en la corona del terraplén, progresiva km.59+900.



Fuente: Elaboración propia

Figura N°19: Inspección del material que supera los límites admisibles de la especificación técnica, progresiva km.60+000.



Fuente: Elaboración propia

Figura N°20: Extracción de material sin la utilización de zarandas a fin de seleccionar el material (Cantera Río Chico)



Fuente: Elaboración propia

Figura N°21: Inspección de cantera por parte del investigador



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°16: Modelo del programa o plan de puntos de inspección

LOGOTIPO DEL CONSTRUCTOR DE OBRA		PROGRAMA O PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN				Control de calidad (QC)				
Nombre del proyecto: Construcción de terraplenes de la carretera Panamericana Sur, progresiva km.59+840 al km.60+380						Revisión:		Fecha:		
						PPI N°:		Fecha:		Página: 1 de 1
Disciplina: CIV <input checked="" type="checkbox"/> MEC <input type="checkbox"/> EST <input type="checkbox"/> ELE <input type="checkbox"/> SAN <input type="checkbox"/>		NOTA: CIV=CIVIL; MEC=MECANICA; EST=ESTRUCTURAS; ELE=ELECTRICAS; SAN =SANITARIAS								
N°	Actividades del proceso de construcción	RAC	Actividades de Control	Control	Alcance		Criterio de aceptación. Doc. Referencias/Normas	Formato de inspección	Tolerancias de ejecución	Muestra / Frecuencia
					Carretera	Cliente				
1	1. Control de Replanteo	P	Ejes principales	Equipo: Estacion total			Replanteo según plano: N° de Plano 01 -PT- 001	(Protocolo de Topografía)	Según indicación de ` planos	Al Inicio de los trabajos
2		P	Plataforma de trabajo	Inspeccion y control visual			Verificación de: - Cota - Nivelación - Según plano: N° de Plano 01 -PT- 001	(Protocolo de Topografía)	Según indicación de planos	En cada zona de obra
3		p	Posicion e Inclinacion del talud	Inspección: - Cinta Métrica - Estación total			_ Fuente: - Expediente técnico del proyecto - Manual de carreteras. Diseño Geometrico 2013. Sub sección 304.10	Protocolo de Verificación e inclinación del talud	Para taludes referenciales en zona de relleno (terraplenes) in situ se deben cumplir con los requisitos que se detalla en el anexo N°01.	Por cada construcción de capa: - Despues de la conformación de la capa prescedente
1	2. Control de Compactación	C	Control de espesores de capas	Equipo: - Estacion total -Wincha	IP	WP	Expediente técnico del proyecto	Liberación (Conformación de terraplén)	No aplica	Durante la conformación de cada capa del terraplén
2		C	Control de densidades	_ Densímetro nuclear	WP	WP	Expediente técnico del proyecto	Liberación (Conformación de terraplén)	Según las especificaciones técnicas del proyecto: Base y cuerpo: 90% Corona: 95%	Durante la conformación de cada capa del terraplén

Anexo N°01: Taludes referenciales en zona de relleno (terraplenes)			
Material	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.15

RAC - Responsable de actividad de construcción		Alcance de la inspección	
A	Almacén del proyecto	HP	Aprobación con presencia obligatoria
P	Producción	WP	Aprobación con presencia opcional
C	Aseguramiento y control de calidad	IP	Punto de control interno

Fuente: Manual de carreteras. Diseño geometrico DG-2013.Sub sección 304.10

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°17: Modelo de protocolo de control de calidad (Protocolo de topografía)

LOGOTIPO DEL CONSTRUCTOR DE OBRA	CLIENTE: Ministerio de Transportes y Comunicaciones OBRA: Construcción de terraplenes de la carretera Panamericana Sur, progresiva km.59+840 al km.60+380																													
CODIGO: CPS - 001	TERRAPLÉN PROGREIVAS km.59+840 al km.60+060	FECHA:																												
PROTOCOLO DE TOPOGRAFÍA																														
Lugar: Capas de la corona del terraplén	Equipo de Medicion Empleado: Estación total y nivel automatico																													
Area: Control de calidad	Marca: Estación total marca TRIMBLE, nivel automatico marca PENTAX																													
Estructuta: terraplén	Modelo: Marca: Estación total modelo 3605 DR, nivel automatico modelo AL-270																													
Topografo:	Numero de Serie: Numero de serie estación total: 507546,numero de serie nivel automatico: 439512																													
Descripción de la Actividad Desarrollada: Control de niveles en cada capa de la corona del terraplén																														
Esquema y Datos del Control Topografico																														
<div style="border: 1px solid black; height: 150px; margin: 5px;"> <p style="text-align: center; color: gray;">CROQUIS</p> </div>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th colspan="3">COORDENAS DEI PROYECTO N°</th> </tr> <tr> <td style="width: 33%;">ESTE (X)</td> <td style="width: 33%;">NORTE (Y)</td> <td style="width: 33%;">COTA (Z)</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th colspan="3">COORDENAS DE REPLANTEO N°</th> </tr> <tr> <td style="width: 33%;">ESTE (X)</td> <td style="width: 33%;">NORTE (Y)</td> <td style="width: 33%;">COTA (Z)</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th colspan="3">DIFERENCIA DE COORDENAS N°</th> </tr> <tr> <td style="width: 33%;">ΔX (mm)</td> <td style="width: 33%;">ΔY (mm)</td> <td style="width: 33%;">ΔZ (mm)</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>			COORDENAS DEI PROYECTO N°			ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)				COORDENAS DE REPLANTEO N°			ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)				DIFERENCIA DE COORDENAS N°			ΔX (mm)	ΔY (mm)	ΔZ (mm)			
COORDENAS DEI PROYECTO N°																														
ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)																												
COORDENAS DE REPLANTEO N°																														
ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)																												
DIFERENCIA DE COORDENAS N°																														
ΔX (mm)	ΔY (mm)	ΔZ (mm)																												
Observaciones: Se constató que el constructor de obra no utilizó protocolos de topografía, sin embargo si cumplió con utilizar equipos con certificados de calibración vigentes. Los certificados que se adjunta en anexos del presente estudio conciernen al equipo de nivelación reportado en éste formato.																														
El control topografico se ha verificado de acuerdo a los planos y documentos siguientes:																														
Documentos adjuntos al registro:																														
TOPOGRAFO		AREA DE TRAZO, TOPOGRAFÍA Y DISEÑO VIAL		AREA DE CONTROL DE CALIDAD		SUPERVISOR																								
NOMBRE: FUNCION:	DIA: MES: AÑO:	NOMBRE: FUNCION:	DIA: MES: AÑO:	NOMBRE: FUNCION:	DIA: MES: AÑO:	NOMBRE: FUNCION:	DIA: MES: AÑO:																							
FIRMA:		FIRMA:		FIRMA:		FIRMA:																								



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°18: Protocolo de control de calidad (Protocolo de liberación)

CONTROL DE CALIDAD (QC) "APLICADO A CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES"					Logotipo del constructor de obra	
Liberación (conformacion de la 1era capa de la corona del terraplén)					EMISION:	
					REVISIÓN:	
Registro N°						
Progresiva: Inicio: km. 59+840 Fin: Km. 60+060				PLANO DE REFERENCIA:		
DESCRIPCIÓN TRAMO:				TÉCNICO:		
CONTROL DE CALIDAD (QC)					OBSERVACIONES	
Replanteo topográfico	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	N/A
Peralte	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	N/A
Bombeo	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A
Cota (±15mm cota proyectada)	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	N/A
Densidades (capa prescedente)	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	N/A
Deflectometría (capa prescedente)	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A
Tamaño máximo	<input type="checkbox"/>	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	N/A
Espesor de capa	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	N/A
Grado de compactación	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	N/A
Humedad (±2.0% del OCH)	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	N/A
Taludes	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	N/A
Temperatura, presencia de lluvias.	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	N/A
Sentido de compactación	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	N/A
Frecuencia de densidades tomadas	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	N/A
EQUIPOS						
Equipo para ensayos y toma de muestra.	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	N/A
Volquete Deflectometría (Carga, llantas)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	N/A
SST y Medio ambiente						
EPP	<input type="checkbox"/>	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	N/A
Senderos peatonales	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A
Señalización	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A
Iluminación	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A
Hidratación	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A
Manejo de residuos	<input type="checkbox"/>	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	N/A
Esguerramiento de aguas	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A
Nota:	<input type="checkbox"/>	Si = Si cumple	<input type="checkbox"/>	No = No cumple	<input type="checkbox"/>	N/A = No aplica
OBSERVACIONES:						
APROBACIÓN FINAL						
No cumple a cabalidad el estandar requerido de liberación						
Especialista en control de calidad	Ingeniero inspector			Técnico inspector		
Nombre:	Nombre:			Nombre:		
Firma:	Firma:			Firma:		
Fecha:	Fecha:			Fecha:		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°19: Evidencia N°01, de incumplimiento del control de calidad aplicado a construcción de terraplenes

CONTROL DE CALIDAD (QC) "APLICADO A CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES"		Logotipo del constructor de obra
Evidencia de incumplimiento: Liberación (conformacion de terraplén)		EMISION: _____
		REVISIÓN: _____
Registro N° _____		
Progresiva:	Inicio:km.59+840	Fin:km.60+060
		PLANO DE REFERENCIA:
DESCRIPCIÓN TRAMO:		TÉCNICO:
CONTROL DE CALIDAD (QC)		OBSERVACIONES
		Tamaño máximo: Material que supera los limites admisibles normativos.Conformación con piedras mayores a 3 pulgadas en corona del terraplén.
SST y Medio ambiente		OBSERVACIONES
		EPP: Personal sin equipo de protección completo
OBSERVACIONES: _____		
APROBACIÓN FINAL		No cumple a cabalidad el estandar requerido de liberación
Especialista en control de calidad	Ingeniero inspector	Técnico inspector
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°20: Evidencia N°02, de incumplimiento del control de calidad aplicado a construcción de terraplenes

CONTROL DE CALIDAD (QC) "APLICADO A CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES"		Logotipo del constructor de obra	
Evidencia de incumplimiento: Liberación (conformacion de terraplén)		EMISION:	
		REVISIÓN:	
Registro N°			
Progresiva:	Inicio:km.59+840	Fin:km.60+060	PLANO DE REFERENCIA:
DESCRIPCIÓN TRAMO:			TÉCNICO:
SST y Medio ambiente		OBSERVACIONES	
		<p>Manejo de residuos sólidos: Evidencia reportada por el constructor de obra.</p>	
SST y Medio ambiente		OBSERVACIONES	
		<p>Manejo de residuos sólidos:Evidencia encontrada en campo</p>	
OBSERVACIONES:			
APROBACIÓN FINAL			
		No cumple a cabalidad el estandar requerido de liberación	
Especialista en control de calidad	Ingeniero inspector	Técnico inspector	
Nombre:	Nombre:	Nombre:	
Firma:	Firma:	Firma:	
Fecha:	Fecha:	Fecha:	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°21: Modelo de registro de acción correctiva / preventiva

Logotipo del constructor de obra	REGISTRO DE ACCIÓN CORRECTIVA / PREVENTIVA		Documento : CPN- 001 Versión :01 Página :01 de 01
ACCIÓN: <input checked="" type="checkbox"/> CORRECTIVA		<input type="checkbox"/> PREVENTIVA	
Proyecto: Construcción de terraplenes de la carretera Panamericana Sur, progresiva km.59+840 al km.60+380.		N° de Reporte :	
Reportado por: Investigador		Fecha de detección:	
Cliente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones			
FUENTE: <input checked="" type="checkbox"/> Reclamo / Queja <input type="checkbox"/> Auditoría <input type="checkbox"/> Otros			
DESCRIPCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD O MEJORA PREVENTIVA			
Conformación con material inadecuado en corona del terraplén progresiva km.59+840 al km.60+060			
ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN DE LAS CAUSA; CORRECCIÓN Y ACCIÓN CORRECTIVA PROPUESTA			
CAUSA RAÍZ:			
La construcción de las obras correspondientes a la población de estudio implica la ejecución de rellenos con material de cantera cuyos volúmenes de conformación para terraplén superan los 5´446,000m3, por lo que le resulta imposible al constructor de obra el poder zarandear por una malla de 3plg tal cantidad de material, puesto que los tiempos y los espacios para almacenar el volumen antes mencionado no estaría al alcance de los procesos constructivos. Por ésta razón el constructor de obra retira el material que supera los límites admisibles normativos a través de motoniveladoras hacia los extremos del terraplén.			
Nombre de quién investigó la causa: Investigador		Fecha:10 de agosto del 2016	
CORRECCIÓN INMEDIATA:			
Se sabe que el constructor de obra debe utilizar los medios auxiliares necesarios para cumplir con la calidad y mantener los rendimientos que aplicó en la elaboración de su presupuesto y programa de trabajos. Retirar el material inadecuado a través de motoniveladoras hacia los extremos del terraplén es un procedimiento que no garantiza a cabalidad la calidad del material a conformar. Se propone instalar una zaranda en la cantera Río Chico.			
Fecha de implementación de la corrección:			
ACCIÓN CORRECTIVA:			
Instalación de zarandas en la cantera Río Chico			
Nombre del responsable de la implementación:			
Cargo:		Fecha:10 de agosto del 2016	
SEGUIMIENTO DE LA CORRECCIÓN INMEDIATA Y ACCIÓN CORRECTIVA IMPLEMENTADA			
Responsable del Seguimiento de la corrección inmediata:		Fecha	
Resultados: El constructor de obra hace caso omiso a la acción correctiva propuesta			
Estado de la acción correctiva o preventiva al termino del seguimiento		Fecha: 21/08/2016	
Pendiente	<input checked="" type="checkbox"/>	En ejecución	<input type="checkbox"/>
		Cerrada	<input type="checkbox"/>
Responsable del seguimiento: Investigador		Firma:	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°22: Modelo de registro de no conformidad

Logotipo del constructor de obra	REGISTRO DE NO CONFORMIDAD		Documento : CPS-001 Versión :01 Página :01 de 01
Proyecto: Construcción de terraplenes de la carretera Panamericana Sur, progresiva km.59+840 al km.60+380.		N° de Reporte :	
Reportado por:		Fecha de detección:10/08/2016	
Cliente: Ministerio de trasportes y comunicaciones		Departamento : Control de calidad	
FUENTE: <input checked="" type="checkbox"/> Reclamo / Queja <input type="checkbox"/> Auditoría <input type="checkbox"/> Otros			
DOCUMENTO DE REFERENCIA			
No aplica			
DESCRIPCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD			
El concesionario no dispone de zarandas instaladas en la cantera Rio Chico con la finalidad de seleccionar el material para la conformación de la corona del terraplén, trayendo consecuencias de conformación de terraplén con material que supera los límites admisibles de la especificación técnica.			
DISPOSICIÓN RECOMENDADA			
Modificar parcialmente		Reparar	
Modificar totalmente		Aceptación por concesión (fundamentar)	
Otro (Especificar)			
Responsable:		Fecha:	
ACCIÓN INMEDIATA RECOMENDADA			
Acción		Fecha	Responsable
1	Instalación de zarandas en cantera Rio Chico		
2			
SE PROPONE ACCIÓN CORRECTIVA <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No			
Si la respuesta anterior es positiva completar lo siguiente:			
Número de documento	Fecha	Responsable	
CIERRE DE LA NO CONFORMIDAD			
Acción Ejecutada		Fecha	Responsable
El concesionario hace caso omiso a la acción recomendada manifestando que retira el material inadecuado hacia los extremos del terraplén através de maquinaria, sin embargo éste procedimiento no garantiza el 100% del retiro del material que supera los limites admisibles normativos contemplados en la sección 205,subsección 205.02 del manual de carreteras; especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013).			
Encargado del Área Nombre: Cargo:		Responsable de la Verificación Nombre: Cargo:	

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la calidad del trabajo terminado:

Una vez terminada la explanación se hará deflectometría cada 25 metros alternados en ambos sentidos, es decir, en cada uno de los carriles, se procederá mediante el empleo de la viga benkelman o el deflectómetro por Impacto (FWD), antes de cubrir la subrasante con la sub base o con la base granular. Se analizará la deformada o curvatura de la deflexión obtenida de por lo menos cuatro mediciones por punto.

Un propósito específico de la medición de deflexiones sobre la subrasante terminada, es la determinación de la homogeneidad del tramo y la identificación de problemas puntuales de baja resistencia que se hubieran presentado durante el proceso constructivo.

Según las especificaciones técnicas del proyecto la deflexión admisible para la subrasante es de $206 * 10^{-2} mm$. Por ende la deflexión determinada en campo mediante el ensayo de deflectometría no deberá superar este valor a fin de constatar la calidad del trabajo terminado.

Para la evaluación de éste acápite fue necesario contar con los resultados del ensayo de deflectometría efectuado por el constructor de obra, los cuales se adjuntan el presente estudio de investigación, en el acápite anexos (pag 132)

Análisis: Luego de recepcionado los resultados del ensayo de deflectometría se procedió al análisis de la deflexión y radio de curvatura a través de deflectogramas a fin de verificar el cumplimiento de la especificación técnica del proyecto.

Figura N°22. Ensayo de deflectometría sobre la subrasante terminada



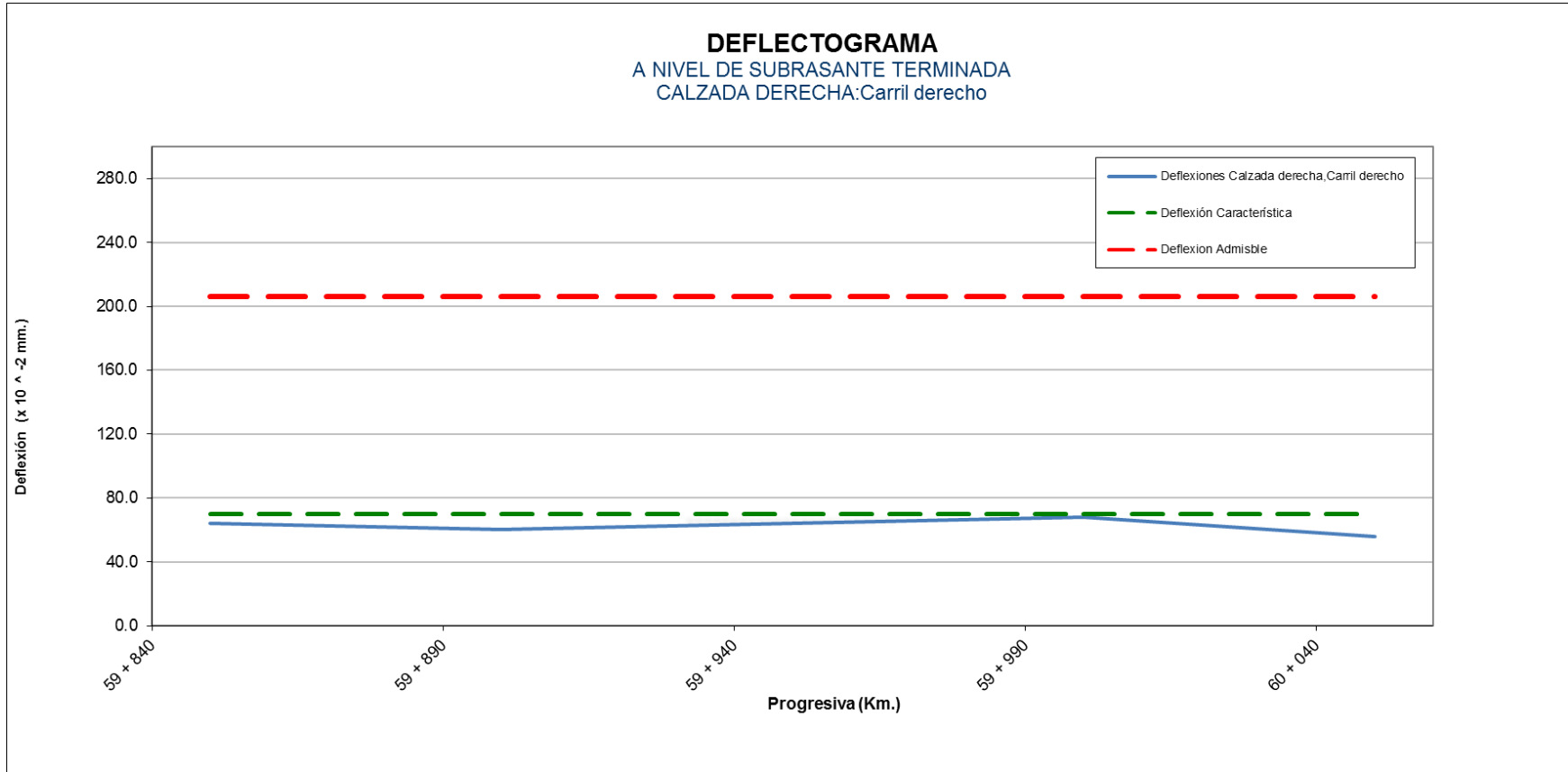
Fuente: Elaboración propia

Tabla N°23; Deflectometría sobre la subrasante terminada en calzada derecha, carril derecho

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO															
REGISTRO DE CAMPO															
Ensayos con Viga Benkelman - SUB RASANTE															
TRAMO :		Km.59+840al Km.60+060			RELACIÓN		1 : 2			FECHA		25-may-16			
CALZADA :		DERECHA			Carga Eje :		8.2 TON								
CARRIL :		DERECHO			Presión :		80 psi								
Progresiva (Km)	Fecha	LECTURAS DEL DIAL							Hora	PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMPERATURAS		Espesor (cm)
		PRIMER DIAL					SEGUNDO DIAL			Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm							
CARRIL DERECHO															
59+850	25-may-16	0.0	4.0	6.0	8.3	16.0	0	4.0		64	16	65	24	15	30
59+900	25-may-16	0.0	3.0	6.0	9.0	15.0	0	4.0		60	16	71	24	16	30
59+950	25-may-16	0.0	3.0	7.0	10.0	16.0	0	4.0		64	16	65	24	15	30
60+000	25-may-16	0.0	4.0	8.0	12.0	17.0	0	5.0		68	20	65	24	15	30
60+050	25-may-16	0.0	3.0	6.0	10.0	14.0	0	4.0		56	16	78	24	15	30
Estadísticos:		Mínimo		mm/100	56.00	16.00	65.10								
		Promedio		mm/100	62.40	16.80	68.89								
		Máximo		mm/100	68.00	20.00	78.13								
		Desviación Stand		mm/100	4.56	1.79	5.76								
		Deflexión Caract		mm/100	69.90	19.74	78.37								
		Deflexión Admisible		mm/100	206.00	206.00	206.00								

Fuente: Elaborado en base al ensayo de deflectometría realizado por el constructor de obra

Figura N°23: Deflectograma sobre la subrasante terminada calzada derecha, carril derecho



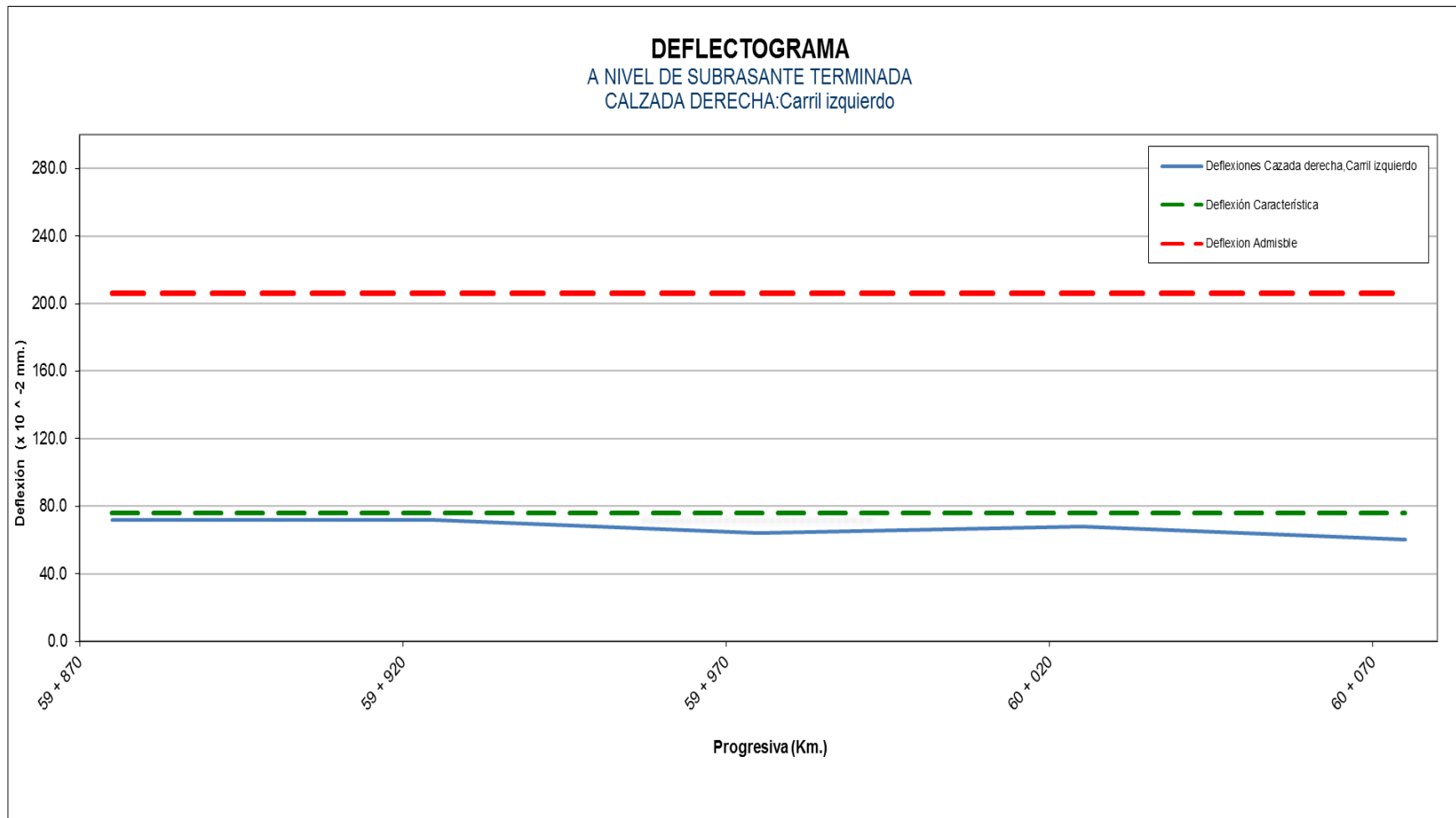
Fuente: Elaboración propia

Tabla N°24; Deflectometría sobre la subrasante terminada en calzada derecha, carril izquierdo

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO															
REGISTRO DE CAMPO															
Ensayos con Viga Benkelman - SUB RASANTE															
TRAMO		Km.59+840al Km.60+060					RELACIÓN 1 : 2						FECHA 25-may-16		
CALZADA		DERECHA					Carga Eje : 8.2 TN								
CARRIL		IZQUIERDO					Presión : 80 psi								
Progresiva (Km)	Fecha	LECTURAS DEL DIAL							Hora	PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMPERATURAS		Espesor (cm)
		PRIMER DIAL					SEGUNDO DIAL			Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm							
CARRIL IZQUIERDO															
59+875	25-ago-16	0.0	3.0	7.0	12.0	18.0	0	5.0		72	20	60	21	17	30
59+925	25-ago-16	0.0	3.0	8.0	13.0	18.0	0	5.0		72	20	60	22	16	30
59+975	25-ago.-16	0.0	3.0	7.0	11.0	16.0	0	5.0		64	20	71	20	18	30
60+025	25-ago.-16	0.0	4.0	8.0	12.0	17.0	0	6.0		68	24	71	23	16	30
60+075	25-ago.-16	0.0	3.0	7.0	11.0	15.0	0	5.0		60	20	78	22	15	30
		Estadísticos:		Mínimo		mm/100		60.00		20.00		60.10			
				Promedio		mm/100		67.20		20.80		68.07			
				Máximo		mm/100		72.00		24.00		78.13			
				Desviación Stand		mm/100		5.22		1.79		7.84			
				Deflexión Caract		mm/100		75.78		23.74		80.97			
				Deflexión Admisible		mm/100		206.00		206.00		206.00			

Fuente: Elaborado en base al ensayo de deflectometría realizado por el constructor de obra

Figura N°24: Deflectograma sobre la subrasante terminada calzada derecha, carril izquierdo



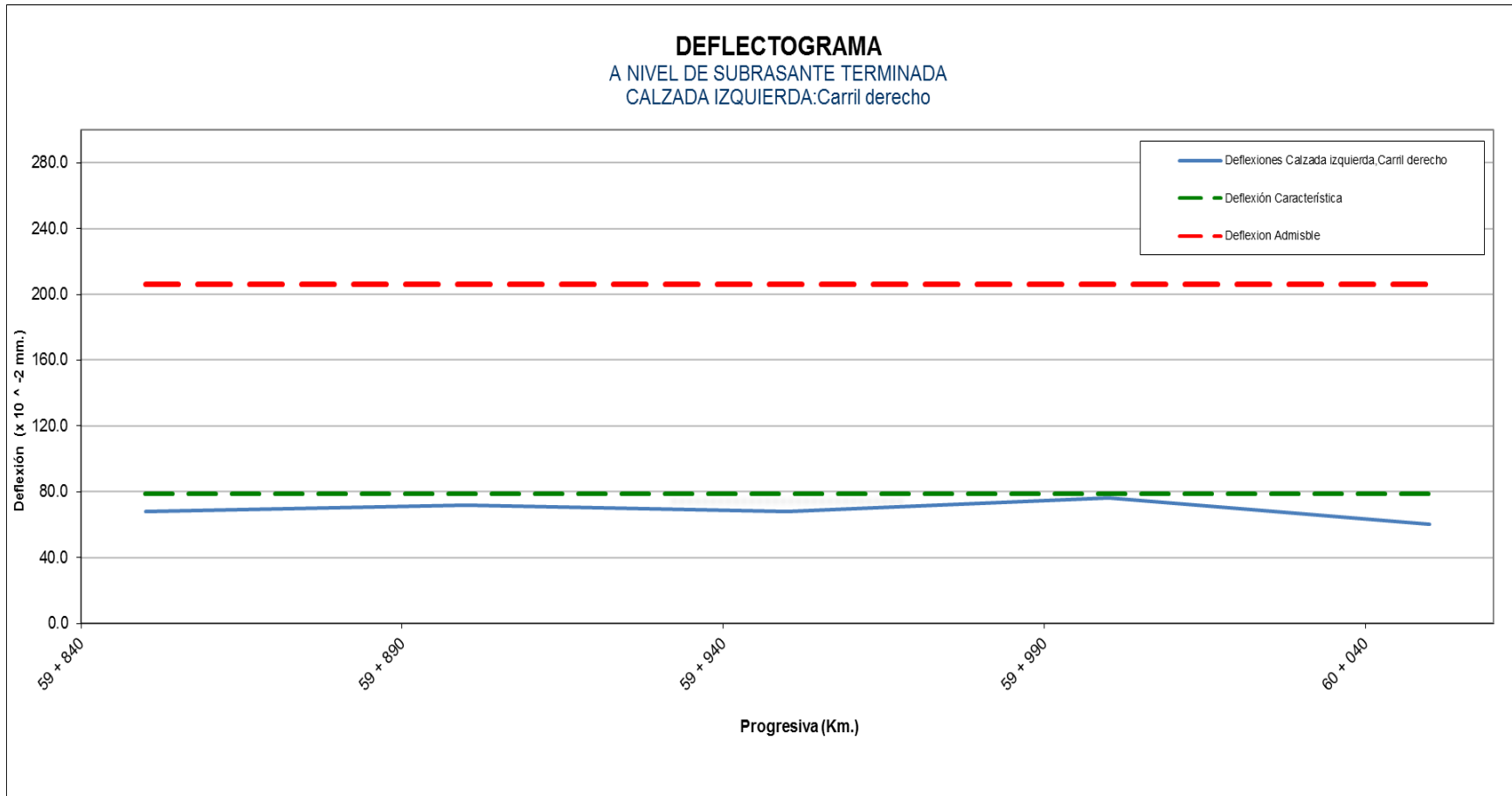
Fuente: Elaboración propia

Tabla N°25: Deflectometría sobre la subrasante terminada en calzada izquierda: carril derecho

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO																																														
REGISTRO DE CAMPO																																														
Ensayos con Viga Benkelman - SUB RASANTE																																														
TRAMO :		Km.59+840al Km.60+060																																												
CALZADA :		IZQUIERDA				RELACIÓN				1 : 2																																				
CARRIL :		DERECHO				Carga Eje :				8.2 TON																																				
						Presión :				80 psi				FECHA 25-may-16																																
Progresiva (Km)	Fecha	LECTURAS DEL DIAL								Hora	PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMPERATURAS		Espesor (cm)																														
		PRIMER DIAL					SEGUNDO DIAL				Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C																															
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm																																						
CARRIL DERECHO																																														
59+850	25-may-16	0.0	4.0	8.0	12.0	17.0	0	6.0		68	24	71	23	16	30																															
59+900	25-may-16	0.0	4.0	8.0	13.0	18.0	0	6.0		72	24	65	24	16	30																															
59+950	25-may-16	0.0	3.0	7.0	12.0	17.0	0	5.0		68	20	65	25	15	30																															
60+000	25-may-16	0.0	4.0	7.0	13.0	19.0	0	6.0		76	24	60	22	16	30																															
60+050	25-may-16	0.0	3.0	6.0	10.0	15.0	0	4.0		60	16	71	24	15	30																															
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="6" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Estadísticos:</th> <th>Mínimo</th> <th>mm/100</th> <th>60.00</th> <th>16.00</th> <th>60.10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>Promedio</th> <th>mm/100</th> <td>68.80</td> <td>21.60</td> <td>66.47</td> </tr> <tr> <th>Máximo</th> <th>mm/100</th> <td>76.00</td> <td>24.00</td> <td>71.02</td> </tr> <tr> <th>Desviación Stand</th> <th>mm/100</th> <td>5.93</td> <td>3.58</td> <td>4.63</td> </tr> <tr> <th>Deflexión Caract</th> <th>mm/100</th> <td>78.56</td> <td>27.49</td> <td>74.09</td> </tr> <tr> <th>Deflexión Admisible</th> <th>mm/100</th> <td>206.00</td> <td>206.00</td> <td>206.00</td> </tr> </tbody> </table>														Estadísticos:	Mínimo	mm/100	60.00	16.00	60.10	Promedio	mm/100	68.80	21.60	66.47	Máximo	mm/100	76.00	24.00	71.02	Desviación Stand	mm/100	5.93	3.58	4.63	Deflexión Caract	mm/100	78.56	27.49	74.09	Deflexión Admisible	mm/100	206.00	206.00	206.00
Estadísticos:	Mínimo	mm/100	60.00	16.00	60.10																																									
	Promedio	mm/100	68.80	21.60	66.47																																									
	Máximo	mm/100	76.00	24.00	71.02																																									
	Desviación Stand	mm/100	5.93	3.58	4.63																																									
	Deflexión Caract	mm/100	78.56	27.49	74.09																																									
	Deflexión Admisible	mm/100	206.00	206.00	206.00																																									

Fuente: Elaborado en base al ensayo de deflectometría realizado por el constructor de obra

Figura N°25: Deflectograma sobre la subrasante terminada calzada izquierda, carril derecho



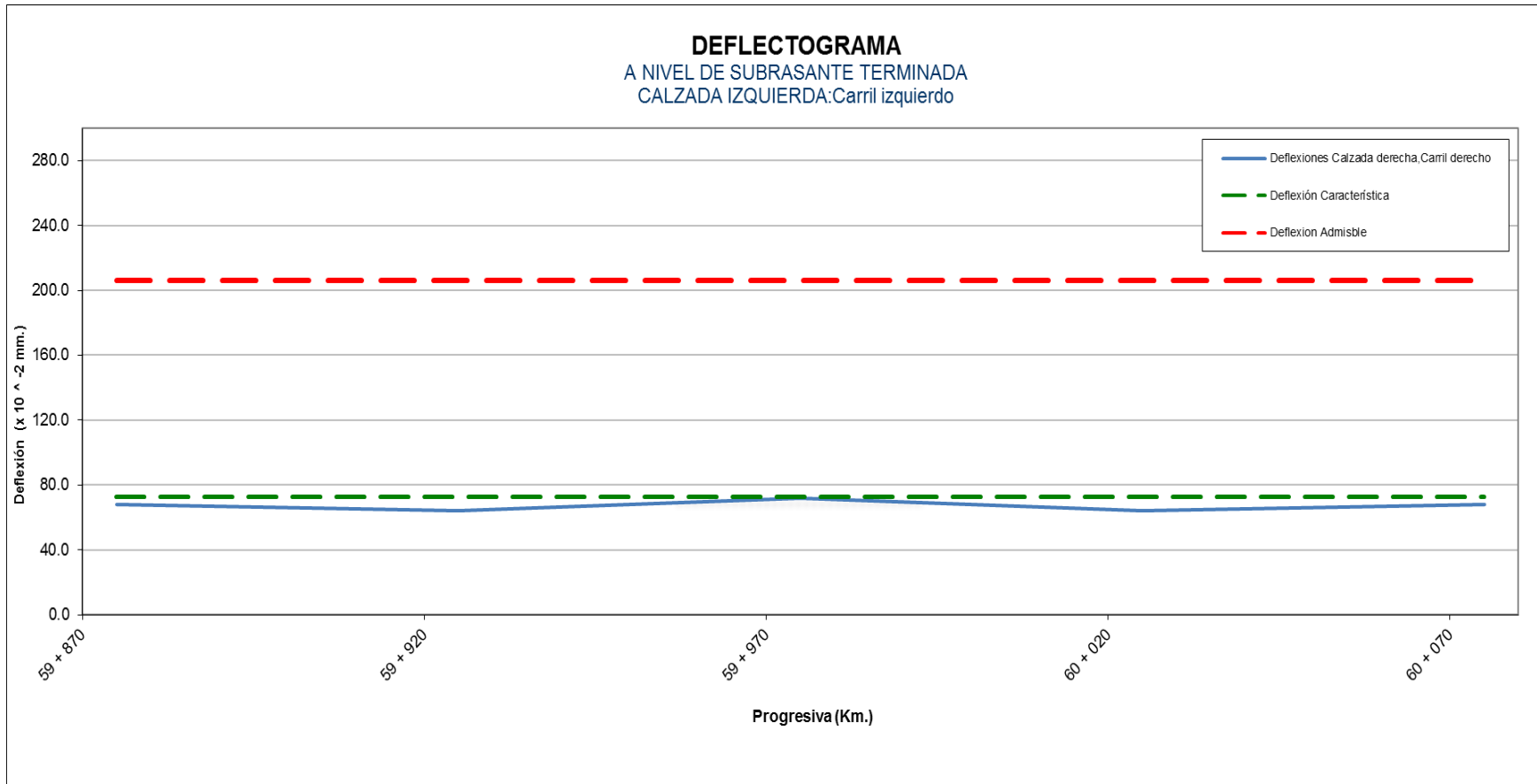
Fuente: Elaboración propia

Tabla N°26; Deflectometría sobre la subrasante terminada en calzada izquierda, carril izquierdo

<p style="text-align: center;">EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO REGISTRO DE CAMPO Ensayos con Viga Benkelman - SUB RASANTE</p>															
TRAMO CALZADA CARRIL		Km.59+840aI Km.60+060				RELACIÓN 1 : 2 Carga Eje : 8.2 TN Presión : 80 psi				FECHA 25-may-16					
Progresiva (Km)	Fecha	LECTURAS DEL DIAL							Hora	PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMPERATURAS		Espesor (cm)
		PRIMER DIAL					SEGUNDO DIAL			Do	D25	Rc	Amb °C	Pav. °C	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm		(0.01 mm)	(0.01 mm)	(m)			
CARRIL IZQUIERDO															
59+875	25-may-16	0.0	3.0	7.0	11.0	17.0	0	4.0		68	16	60	21	17	30
59+925	25-may-16	0.0	3.0	7.0	12.0	16.0	0	4.0		64	16	65	22	16	30
59+975	25-may-16	0.0	4.0	8.0	12.0	18.0	0	5.0		72	20	60	20	18	30
60+025	25-may-16	0.0	3.0	6.0	10.0	16.0	0	4.0		64	16	65	23	16	30
60+075	25-may-16	0.0	3.0	7.0	11.0	17.0	0	6.0		68	24	71	22	15	30
		Estadísticos:		Mínimo	mm/100	64.00	16.00	60.10							
				Promedio	mm/100	67.20	18.40	64.28							
				Máximo	mm/100	72.00	24.00	71.02							
				Desviación Stand	mm/100	3.35	3.58	4.52							
				Deflexión Caract	mm/100	72.71	24.29	71.73							
				Deflexión Admisible	mm/100	206.00	206.00	206.00							

Fuente: Elaborado en base al ensayo de deflectometría realizado por el constructor de obra

Figura N°26: Deflectograma sobre la subrasante terminada calzada izquierda, carril izquierdo



Fuente: Elaboración propia

Análisis en base a los resultados del ensayo de deflectometría y los deflectogramas mostrados anteriormente

El punto del pavimento a ser ensayado deberá ser marcado convenientemente con una línea transversal al camino. Sobre dicha línea será localizado el punto de ensayo a una distancia prefijada del borde. Para un ancho del carril de 3.60 metros o más, la distancia del punto de ensayo desde el borde del pavimento deberá ser de 0.90 metros (Manual de ensayo de materiales del MTC, publicado por el ICG, 2016)

El ancho de cada calzada (derecho e izquierdo) del tramo de análisis es de 7.30 mtetros, calzadas que cuentan con dos carriles de 3.65 metros en sentidos opuestos, es decir que para este ancho de carril de 3.65 metros, la distancia del punto de ensayo desde el borde del pavimento debe ser de 0.90metros.El constructor de obra si cumplió este requerimiento normativo.

La deflexión admisible para la subrasante proporcionado por el constructor de obra al consorcio que supervisa las obras de la población de estudio consignan un valor de $D_a = 206 * 10^{-2}mm$.

De las representaciones graficas de las deflexiones (Deflectogramas) realizados anteriormente, los parámetros de evaluación que interesa saber a fin de verificar que la deflexión determinada en campo no supere la deflexión admisible para la subrasante son: la deflexión recuperable (D_o) y la deflexión característica.

Por ende los resultados de los deflectogramas muestran deflexiones características que no superaron el valor de La deflexión admisible para la subrasante $D_a = 206 * 10^{-2}mm$.Por lo tanto se puede afirmar que el tramo de análisis (km.59+840 al km.60+060) cumple con éste requerimiento normativo.

Conclusiones del análisis ex post e in situ del tramo de análisis del terraplén

Tabla N°27. Requisitos finales de la evaluación ex post e in situ de la conformación del terraplén

REQUISITOS DEL MATERIAL PARA CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES				
CONDICION		REQUISITOS	ESTADO	OBSERVACIONES
Tamaño máximo				
Base		150 mm (6plg)	Cumple	
Cuerpo	Evaluación ex post	100 mm (4plg)	Cumple	A nivel documentario se cumple con éste requerimiento normativo
			No cumple	A nivel de la realidad encontrada en campo se incumple con éste requerimiento normativo
Corona	Evaluación in situ	75 mm (3plg)		De acuerdo a los protocolos de control de calidad, se incumple éste requisito
% Máximo de Piedra				
Base		30%	Cumple	
Cuerpo		30%	Cumple	
Corona		--		
Índice de Plasticidad				
Base	Evaluación ex post	< 11%	Cumple	Índice de plasticidad promedio NP
Cuerpo		< 11%	Cumple	
Corona	Evaluación in situ	< 10%		No se evaluó
Desgaste de los Ángeles (MTC E 207)		60% máx. (MTC E 207)	Cumple	
Tipo de Material		A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3	Cumple	Material A-1-a
Espesor.	Evaluación ex post	Base y cuerpo: 0.30mts	Cumple	
	Evaluación in situ	Corona: 0.15mts	Cumple	
Espesor de la capa (reellenos masivos)		Máx. 1 metro		No aplica para reellenos cuyos materiales son extraídos de cantera
Grado de compactación	Evaluación ex post	Base y cuerpo: 90% -95%	Cumple	Grado de compactación promedio 96.3%
	Evaluación in situ	Corona: 95%	Cumple	No se evaluó
Humedad de trabajo.	Evaluación ex post	Base y cuerpo: ±2% humedad óptima	Cumple	Variación promedio 1.16%
	Evaluación in situ	Corona		No se evaluó
Deflectometrías	Evaluación de la calidad del trabajo terminado	Da = 206 mm10 ⁻²	Cumple	Dc = 69.90 mm10 ⁻² en calzada derecha, carril derecho
				Dc = 75.78 mm10 ⁻² en calzada derecha, carril izquierdo
				Dc = 78.56 mm10 ⁻² en calzada izquierda, carril derecho
				Dc = 72.71 mm10 ⁻² en calzada izquierda, carril izquierdo

Nota: A nivel de corona del terraplén sólo se evaluó los estándares de calidad que deben cumplir los materiales y procesos constructivos a través de los protocolos de control de calidad efectuados por el propio investigador. Concluyéndose que el constructor no utilizó formatos de control de calidad a fin de efectuar el control y seguimiento a cada actividad relacionada con la conformación de terraplenes.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 DISCUSIONES ACORDE A LOS ANTECEDENTES PLANTEADOS

4.1.1 Antecedente: Avilés H., Cooper; Galarza C., Odin y Riera C., Daniel (2010) en su tesina de seminario concluyen que se debe optar por cambiar de cantera cuando se encuentre que el material proveniente de ésta no cumpla con la especificación técnica del proyecto.

Discusión: En esta investigación se concluye que el tipo de material utilizado para la conformación de terraplenes cumple con los requisitos de la especificación técnica del proyecto, por ende no fue necesario cambiar de cantera, el problema radicó en la conformación del terraplén con material inadecuado (Tamaño máximo), debido a que no se utilizó zarandas en la cantera Río Chico.

4.1.2 Antecedente: Maldonado Merino A.L.A, (2006) en sus conclusiones considera que la calidad es una inversión que reporta ganancias a corto plazo, ya que ésta ayuda a evitar la construcción de elementos defectuosos que generan pérdidas e implican recursos que no son aprovechables y que por el contrario, hasta para deshacerse de ellos es necesario un gasto adicional. Además considera que el control de calidad no es un procedimiento que intenta detener los avances en el proceso de construcción, sino más bien, corregir y eliminar causas de calidad indeseable en él.

Discusión:

El constructor de obra alude que regirse a un plan de control de calidad riguroso detiene los avances en el proceso constructivo y el aplicarlo genera pérdidas de producción en la obra, sin embargo ésta alusión no es un sustento o amparo que le permita infringir la subsección 205.02 del manual de carreteras; especificaciones técnicas generales para construcción, EG -2013.

Todo constructor de obra debe utilizar los medios auxiliares necesarios para cumplir con la calidad de los materiales y procedimientos aplicados durante la construcción de cualquier obra de ingeniería y mantener los rendimientos que aplicó en la elaboración de su presupuesto y programa de trabajos. En toda obra, el supervisor tiene la potestad de corregir cualquier procedimiento que no garantice la calidad completa del material conformado a fin de evitar la ejecución de trabajos defectuosos, sin embargo no exime al constructor de obra el cumplir estrictamente las especificaciones técnicas de un proyecto.

4.1.3 Antecedente: Alfaro Felix O.C, (2008) entre sus conclusiones manifiesta:

- ❖ En el Perú, el sector construcción aún sigue trabajando la calidad mediante los controles de inspección. Sin embargo no se utiliza una filosofía de los sistemas de calidad y su aplicación en la construcción.
- ❖ Las normas ISO son genéricas y se adaptan a cualquier tipo de organización.
- ❖ Los costos de la mala calidad primero deben ser identificados, y luego convertirlos en una oportunidad de mejora, es decir reducir hasta eliminar las causas que lo producen.

Discusión:

- ❖ En la construcción de terraplenes en la muestra del presente estudio se constató que no se efectuó controles de inspección por parte del constructor de obra, puesto que éste no utilizó ningún protocolo de control de calidad a fin de efectuar el seguimiento en cada trabajo ejecutado.
- ❖ En el presente estudio se utilizaron normas genéricas y aplicables a nuestro País tales como la norma ISO 9001:2008 y la NTP ISO 10005:2006 respectivamente. Sin embargo para la evaluación de cada acápite del plan de control de calidad fue indispensable la experiencia del investigador en la ejecución de proyectos mineros en donde es obligación del constructor de obra, realizar un eficiente control y seguimiento de cada actividad ejecutada a fin de contribuir al cumplimiento de los estándares de calidad requeridos por la entidad.
- ❖ El constructor de obra evaluará los costos de la mala calidad cuando el terraplén muestra de estudio se vea afectado por sismos de magnitud mayor a 7.5 en la escala de Richter, el cual es inestable para efectos sísmicos de ésta magnitud, trayendo como consecuencia el colapso del pavimento en general.

4.2 DISCUSIONES ACORDE A LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.2.1 evaluación ex post en base y cuerpo del terraplén

- ❖ El material de cantera utilizado para conformación de base y cuerpo del terraplén presenta granulometrías análogas sin cambios bruscos entre tamiz y tamiz por lo que se puede concluir que el material es bien gradado y homogéneo que cumple los requerimientos de la especificación técnica del proyecto, sin embargo el constructor de obra no cumplió con la frecuencia de ensayos de densidad – humedad y compactación.
- ❖ Las densidades tomadas a nivel de base y cuerpo del terraplén cumplen con el grado de compactación exigido en la especificación técnica, de igual forma la variación de la humedad de campo no varían en +/- 2% respecto al óptimo contenido de humedad obtenida del proctor modificado, cumpliendo con los requisitos de la especificación técnica del proyecto.
- ❖ El constructor de obra cumplió con los requisitos del material a nivel documental, sin embargo a nivel de la realidad encontrada se constató lo contrario (Calicatas realizadas en la última capa del terraplén).

4.2.2 evaluación in situ en corona del terraplén

- ❖ El constructor de obra no utilizó protocolos de control de calidad a fin de realizar el seguimiento adecuado de cada actividad relacionada a la conformación de la corona del terraplén, contribuyendo al incumplimiento del plan de control de calidad aplicado a proyectos viales. El constructor de obra alude que la aplicación de un eficiente control de calidad genera sobrecostos de producción que afecta su presupuesto de obra, sin embargo ésta alusión no es un sustento o amparo que lo exime de cumplir con la calidad de los materiales y procedimientos utilizados.
- ❖ Los formatos de control de calidad elaborados por el investigador consignan información que constata el incumplimiento de los estándares de calidad de los materiales y procedimientos utilizados por parte del constructor de obra.
- ❖ La deflexión encontrada en campo mediante el ensayo de deflectometría no superó el valor máximo admisible de la especificación técnica que es de: $D_a = 206 \cdot 10^{-2} \text{mm}$, cumpliendo con este requerimiento normativo.

De acuerdo a las conclusiones anteriores se llega a constatar la hipótesis planteada en el presente estudio de investigación.

4.3 DISCUSIÓN COMPLEMENTARIA:

¿En que repercute el incumplimiento de la especificación técnica por parte del constructor de obra?

En el presente estudio se determinó que el terraplén muestra de estudio se construyó con material que superó los límites admisibles normativos. A fin de determinar en que repercute negativamente éste incumplimiento, se realizó el análisis de estabilidad del terraplén, debido a que el comportamiento de los terraplenes está asociado a la estabilidad, a la deformación conjunta del terraplén y del material de fundación.

El análisis de estabilidad de los taludes del terraplén está directamente vinculado al tipo del material de relleno, por ende el concesionario (Constructor de obra) debe cerciorarse en cumplir a cabalidad las especificaciones técnicas de éste, para que de ésta manera los factores de seguridad resultados del análisis estático y pseudo estático no superen los valores admisibles 1.20 y 1.00 respectivamente, tal como lo contempla el estudio de peligro sísmico realizado por ZER Geosystem para el trazo de la vía en la zona susceptible a licuación, Tambo de Mora – Ica, realizado en abril del 2010 (Expediente técnico del proyecto; estudios básicos de geología “Análisis de la estabilidad de la plataforma”).

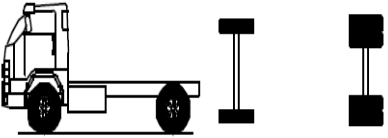
Para proseguir con el desarrollo de éste acápite es necesario la determinación de la carga actuante en el terraplén evidentemente presión que tiende a desestabilizar a éste, además se necesita los parámetros mecánicos de los materiales que conforman la cimentación y el material de relleno.

A. Cargas actuante en el terraplén

a.1. Carga Vehicular

El vehículo más pesado que podría circular por la vía (por eje) es un eje simple o también llamado “C2”, con una carga en el eje posterior de 11 tn. En el caso de los ejes tándem y tridem la carga total es mayor pero la carga por eje es de 9 tn en el eje tándem y de 8.3 tn en el eje tridem, cargas evidentemente menores a 11tn (Expediente técnico del proyecto; estudios básicos de geología “Análisis de la estabilidad de la plataforma”).

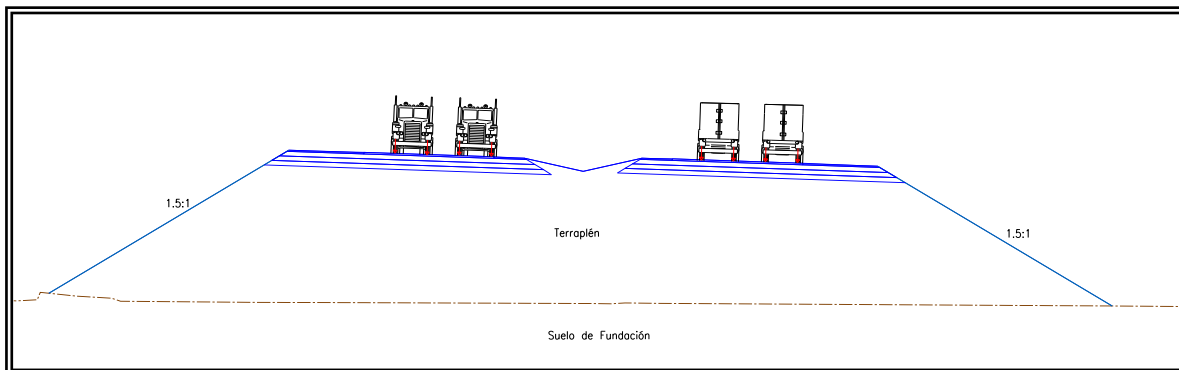
Tabla N°28. Pesos y medidas del vehículo "C2".

Configuración Vehicular	Descripción gráfica del vehículo de diseño	Long. Máx. (m)	Peso máximo (tn)				Peso bruto máx.(tn)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
C2		12.3	7	11	18	

Fuente: Reglamento nacional de vehículos (MTC- 2013)

Para el análisis se consideró que los vehículos "C2" generan cargas puntuales de 5.5 Tn cada una, además que cuatro de éstos vehículos pasarán en el mismo instante por la vía originando la mayor carga vehicular, bajo la siguiente distribución, que dos vehículos se encuentren en la calzada izquierda y los otros dos en la calzada derecha, próxima al talud 1.5H: 1 V, obteniendo de ésta manera 8 cargas de 5.5 Tn (53.3 KN). Tal como se aprecia en la siguiente figura.

Figura N°27: Ubicación de las cargas de los vehículos



Fuente: Elaboración propia

a.2. Carga propia del terraplén

Adicionalmente a la carga vehicular, la presión actuante en el terreno, estará provocada por el peso propio del terraplén que se conformará en las zonas de relleno y por la estructura misma del pavimento diseñado, provocando asentamientos en el suelo de fundación.

Para éste análisis es necesario tomar en cuenta el peso propio de la subbase, base y carpeta asfáltica del pavimento.

B. Propiedades mecánicas

Para los diferentes análisis de estabilidad se requiere la determinación de los parámetros mecánicos de los materiales que conforman la cimentación y el material de relleno. Esta información fue obtenida a partir de los ensayos PDC y de SPT a nivel de cimentación y de manera indirecta a partir de la clasificación del material de relleno (Expediente técnico del proyecto; estudios básicos de geología “Análisis de la estabilidad de la plataforma”).

En la siguiente tabla se presenta los valores típicos del ángulo de fricción interna, módulo de poisson y módulo de elasticidad.

Tabla N°29: Valores típicos de parámetros del material de relleno y la cimentación

Descripción	Ángulo de Fricción Efectivo		Módulo de Poisson	Módulo de Elasticidad (Kg/cm ²)
	Estado Suelto	Estado Compacto		
Grava	36 – 40	40 – 50		
Gravilla de cantera	34 – 38	38 – 42		
Gravilla angular	32 – 36	35 – 45		
Arena de cantera	30 – 34	34 – 40	0.20 – 0.40	350 – 550
Arena de playa	28 – 32	32 – 38	0.30 – 0.45	100 – 250
Arena Limosa	25 – 35	30 – 36	0.20 – 0.40	100 – 200
Limo	25 – 35	30 – 35	0.20 – 0.50	
Arcilla Media			0.20 – 0.50	200 – 400
Arcilla Blanda			0.20 – 0.50	40 – 200

Fuente: Fundamentos de Ingeniería geotécnica. Braja M. Das

C. Análisis de estabilidad del terraplén usando el software SLIDE.

Para el análisis de estabilidad del terraplén, se empleó el software SLIDE. Este programa se emplea para el análisis de la estabilidad de taludes en suelos con y sin cohesión, los factores de seguridad mínimo para los análisis estático y pseudo-estático fueron determinados por el método de Spencer, cuyas expresiones son necesarias para las iteraciones, en el programa.

c.1 Análisis estático

Un terraplén se considera estable cuando el factor de seguridad resultante del análisis estático (sin carga sísmica) supera el factor de seguridad mínimo especificado de 1.20.

c.2 Análisis pseudo – estático.

Un terraplén se considera estable **cuando el factor de seguridad resultante del** análisis pseudo estático (con carga sísmica) supera el factor de seguridad mínimo especificado de 1.00.

Efecto de sismo: Durante un sismo se generan cargas horizontales que se representan como cargas cíclicas en un elemento de suelo. Cuando los suelos no cohesivos – saturados se ven expuestos a éstas cargas cíclicas, en condiciones no drenadas, se genera exceso de presión de poros lo que reduce los esfuerzos efectivos, que a su vez disminuye completamente la resistencia al corte de suelo. “Se ha investigado en detalle el tramo comprendido entre las progresiva 53+800 (subida a jahauí) y la progresiva 60+200 (Tambo de Mora/ Chíncha Baja) y se han encontrado que el tramo cruza encima de un gran deslizamiento activo causado por una licuación generalizada de suelos en Canchamaná, en un área de 3km de longitud y entre 0.4 y 1.0km de ancho en la dirección oeste-este. Dicho tramo sería muy vulnerable ante sismos de magnitud mayor a 7.5 en la escala de Richter y epicentro hasta 150km a la redonda.

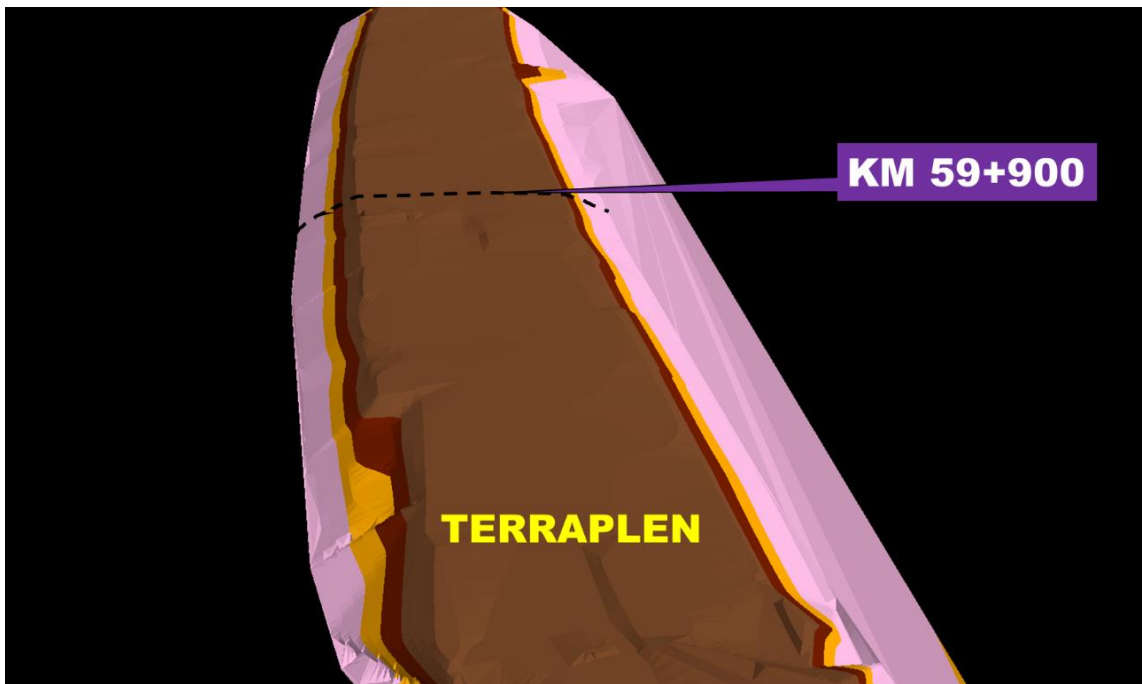
Debido a las evidencias de licuación y ante la imposibilidad de plantear una alternativa de trazo de condiciones convenientes por la ubicación de la ciudad de Chíncha, se propuso mantener el alineamiento de la variante teniendo en consideración que ante la presencia de un sismo se podría producir asentamientos y desplazamientos por licuación. Ante dicha situación se contrataron los servicios de ZER geosystem Perú S.A.C. quien elaboró el informe de evaluación del potencial de licuación en la zona del trazo de la vía Tambo de Mora - Ica, con fecha mayo de 2010. Entre las conclusiones del informe se señalan:

Los resultados del índice de potencial de licuación de suelos según el método de Iwasaki y Tokimatsu determinan, de manera general, zonas con poca probabilidad de daño superficial para aceleraciones sísmicas de hasta 0.23g que corresponde a un sismo ocasional (Expediente técnico del proyecto; estudios básicos de geología “Análisis de la estabilidad de la plataforma”).

En caso de utilizar métodos pseudo estáticos para el diseño de los muros y taludes, se sugiere el uso de un coeficiente sísmico igual al 50% de la aceleración pico de diseño (PGA), en base a la recomendación del cuerpo de ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (U.S. Army Corps of Engineers, Hynes y Franklin, 1984). De acuerdo a lo manifestado se recomienda un valor de coeficiente sísmico para roca Tipo "B" de $\alpha = 0.17$, para suelo tipo "C" de $\alpha = 0.25$ y para suelo tipo "D" de $\alpha = 0.28$.

De acuerdo a los párrafos mencionados se puede concluir que la zona es vulnerable a fallar por licuación en caso de sismo que provocaría asentamientos y desplazamientos laterales, el cual un sismo con una aceleración mayor a 0.23g podría generar este fenómeno y que para la verificación de la estabilidad pseudo estática de la plataforma se aplique un coeficiente de sísmico de 0.28 para el tipo de suelo encontrado. De ésta manera se efectuó el análisis correspondiente en una progresiva representativa km.59+900, progresiva ubicada dentro del tramo muestra del estudio km.59+840 al km.60+380.

Figura N°28: km.59+900, progresiva representativa del tramo muestra de estudio km.59+840 al km 60+380, para el análisis de estabilidad del terraplén (Software Arc Gis)



Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestra los resultados obtenidos, para el análisis estático y pseudo estático, bajo las condiciones de humedad natural.

c.2 Análisis pseudo – estático.

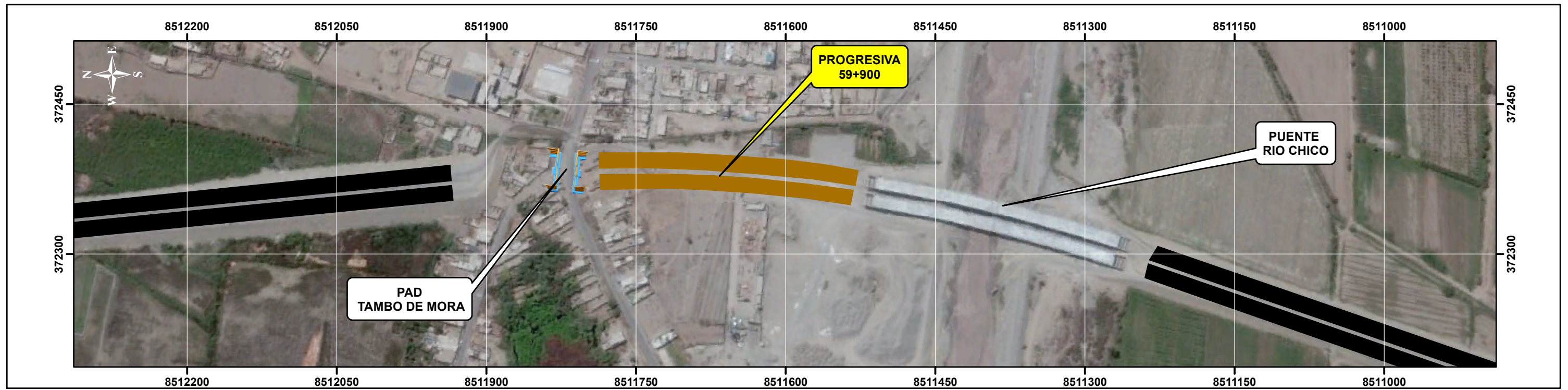
Se considera estable para un análisis pseudo estático (con carga sísmica) cuando el factor de seguridad es como mínimo 1.00.

Efecto de sismo: Durante un sismo se generan cargas horizontales que se representan como cargas cíclicas en un elemento de suelo. Cuando los suelos no cohesivos – saturados se ven expuestos a éstas cargas cíclicas, en condiciones no drenadas, se genera exceso de presión de poros lo que reduce los esfuerzos efectivos, que a su vez disminuye completamente la resistencia al corte de suelo. Según el expediente técnica del proyecto (Estudios básicos de geología “Análisis de la estabilidad de la plataforma”), contempla lo siguiente:

“Se ha investigado en detalle el tramo comprendido entre las progresiva 53+800 (subida a jahauí) y la progresiva 60+200 (Tambo de Mora/ Chincha Baja) y se han encontrado que el tramo cruza encima de un gran deslizamiento activo causado por una licuación generalizada de suelos en Canchamaná, en un área de 3km de longitud y entre 0.4 y 1.0km de ancho en la dirección oeste-este. Dicho tramo sería muy vulnerable ante sismos de magnitud mayor a 7.5 en la escala de Richter y epicentro hasta 150km a la redonda.

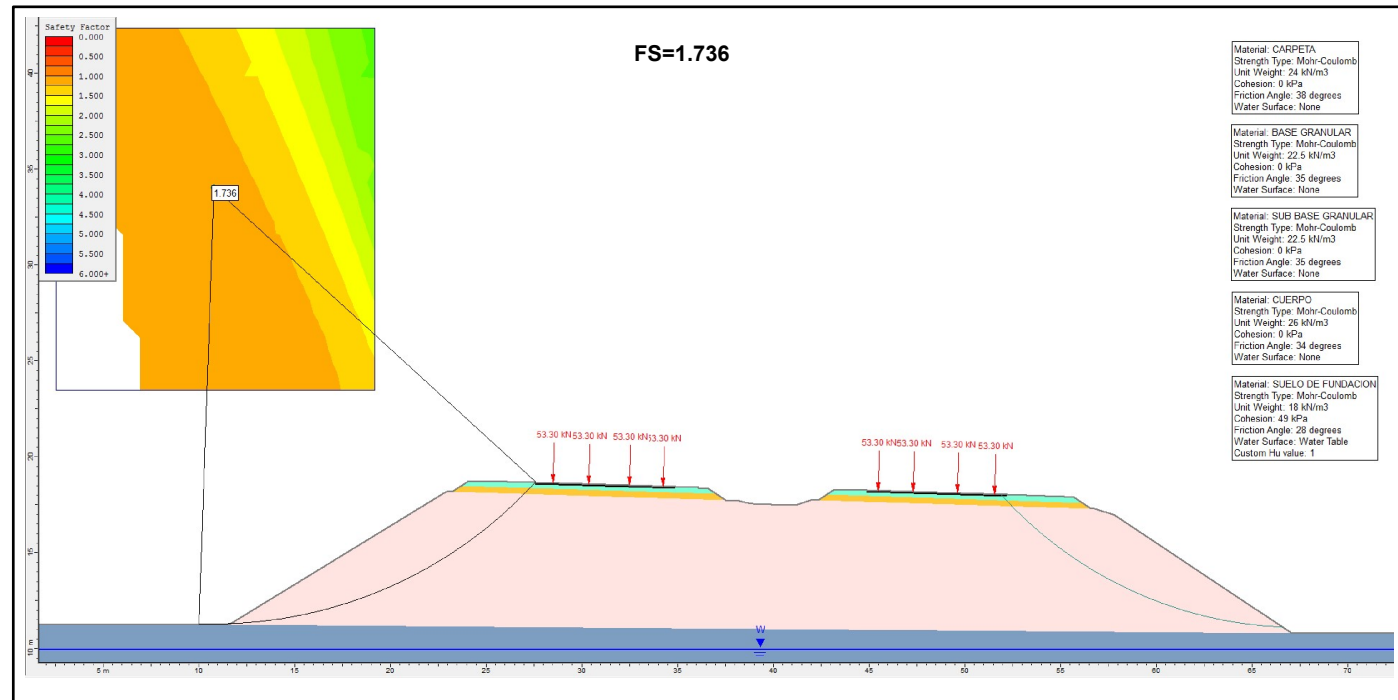
Debido a las evidencias de licuación y ante la imposibilidad de plantear una alternativa de trazo de condiciones convenientes por la ubicación de la ciudad de Chincha, se propuso mantener el alineamiento de la variante teniendo en consideración que ante la presencia de un sismo se podría producir asentamientos y desplazamientos por licuación. Ante dicha situación se contrataron los servicios de ZER geosystem Perú S.A.C. quien elaboró el informe de evaluación del potencial de licuación en la zona del trazo de la vía Tambo de Mora - Ica, con fecha mayo de 2010. Entre las conclusiones del informe se señalan:

Los resultados del índice de potencial de licuación de suelos según el método de Iwasaki y Tokimatsu determinan, de manera general, zonas con poca probabilidad de daño superficial para aceleraciones sísmicas de hasta 0.23g que corresponde a un sismo ocasional.



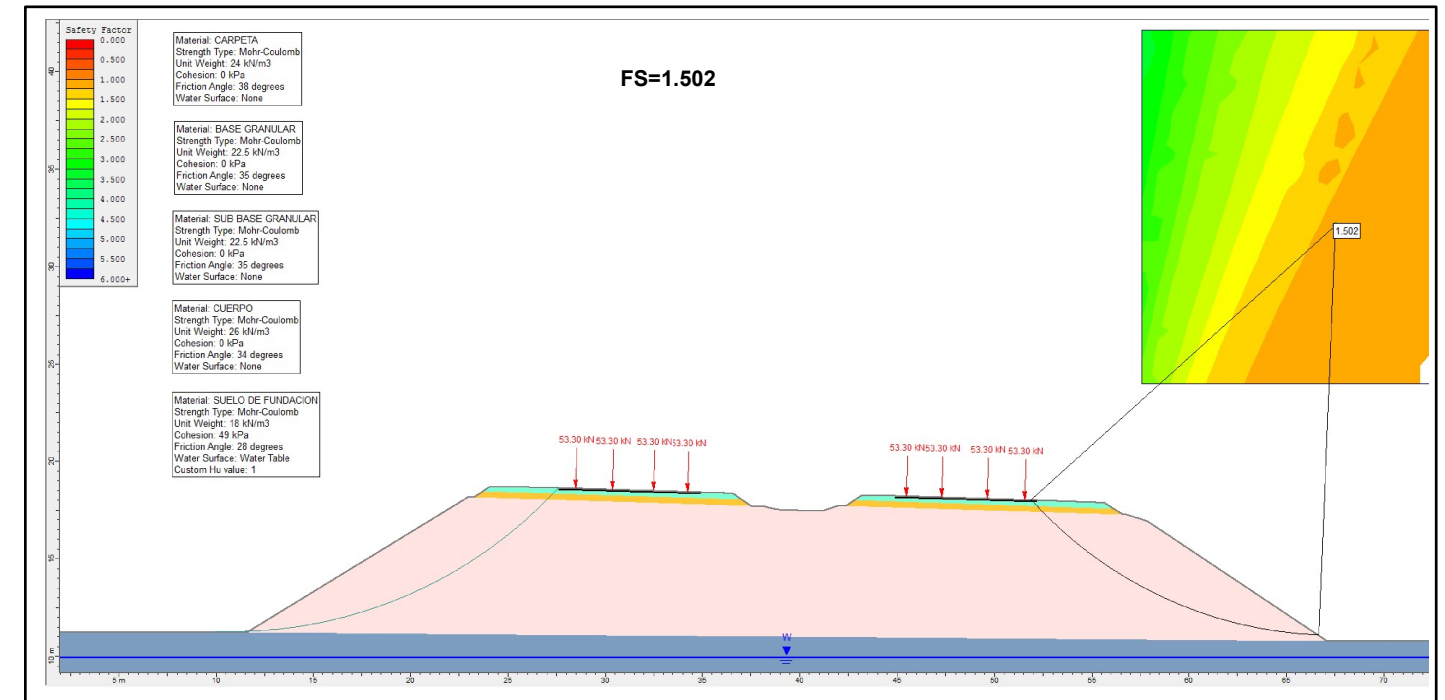
ESC:1/5,000

TALUD IZQUIERDO



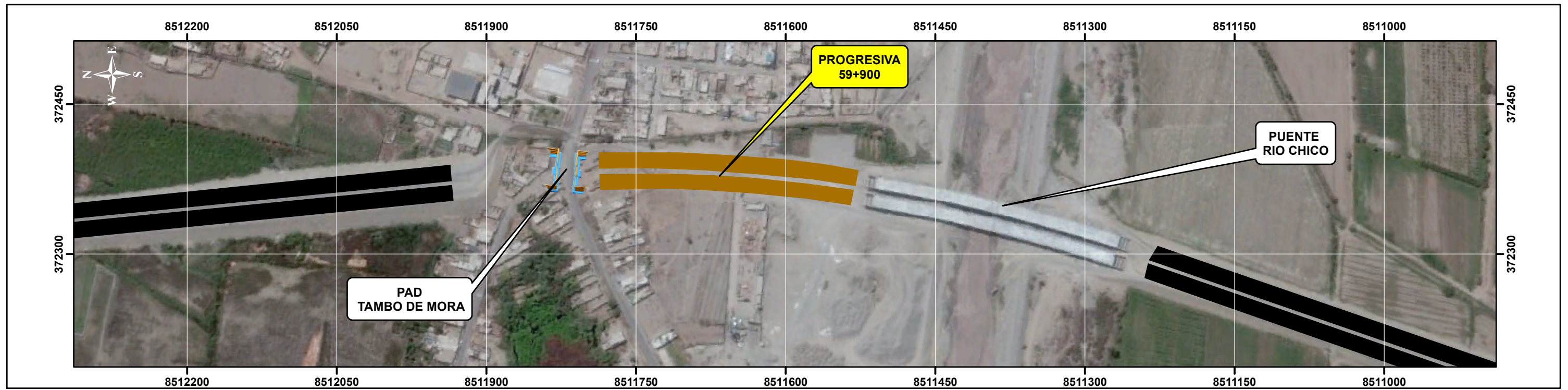
CONDICIÓN ESTABLE

TALUD DERECHO



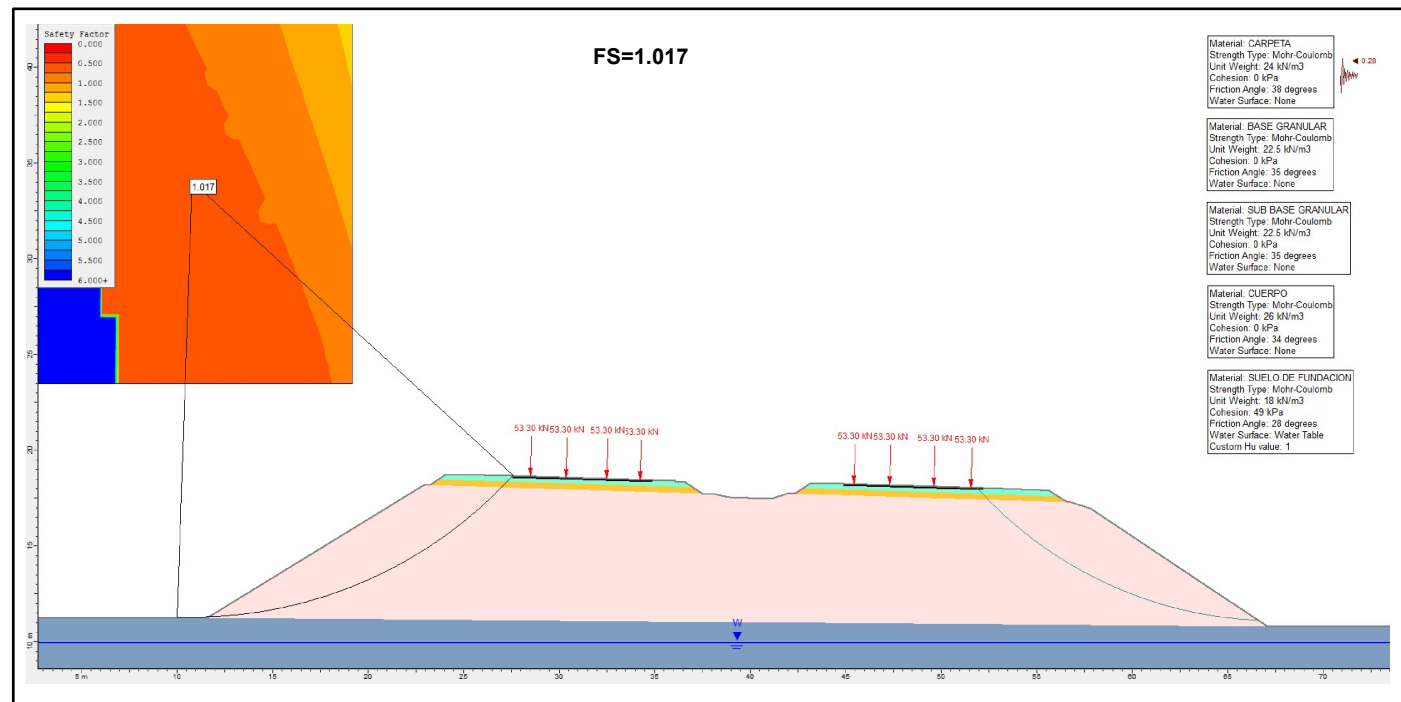
CONDICIÓN ESTABLE

GENERAL NOTES Notas Generales		PROGRESIVA REPRESENTATIVA KM.59+900	
ANÁLISIS ESTÁTICO	TESIS: EVALUACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD EN TERRAPLENES DE LA CARRETERA PANAMERICANA SUR, PROGRESIVA KM.59+840 AL KM.60+380		ESCALA Scale
			INDICADA
		PLANO No. Drawing No.	HOJA Sheet
		DATUM WGS-84	REV. A
		ZONA 18-S	11/16 FECHA
		01 DE 02	
		TESISTA: DANUILER PACHAMORA TORRES	



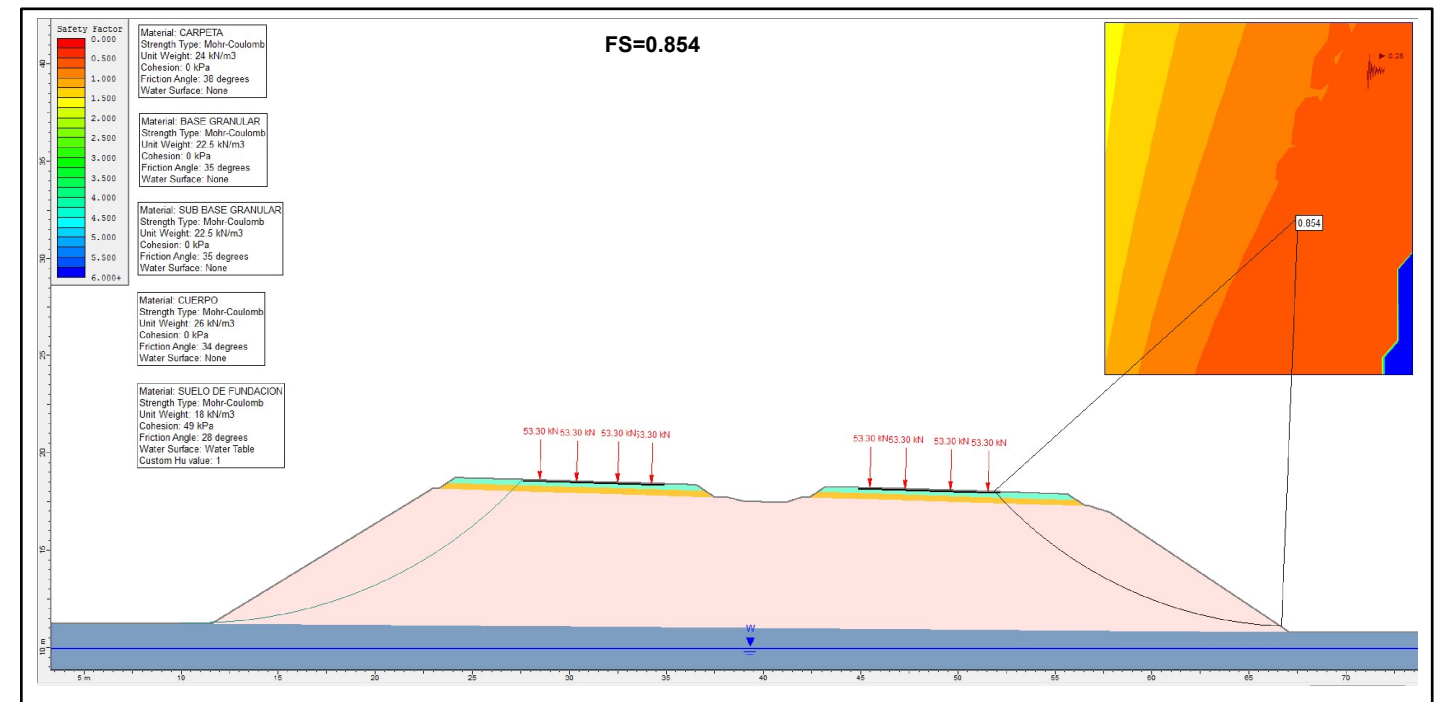
ESC:1/5,000

TALUD IZQUIERDO



CONDICIÓN ESTABLE

TALUD DERECHO



CONDICIÓN INESTABLE

GENERAL NOTES Notas Generales		PROGRESIVA REPRESENTATIVA KM.59+900					
ANÁLISIS PSEUDO-ESTÁTICO	TESIS: EVALUACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD EN TERRAPLENES DE LA CARRETERA PANAMERICANA SUR, PROGRESIVA KM.59+840 AL KM.60+380		ESCALA Scale	INDICADA:	PLANO No. Drawing No.	HOJA Sheet	REV.
	GRAFICA	DATUM WGS-84	ZONA 18-S	11/16 FECHA	02 DE 02	A	
	TESISTA:		DANUILER PACHAMORA TORRES				

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que el talud derecho es inestable para un análisis pseudo estático, puesto que el factor de seguridad resultante es menor al factor de seguridad mínimo contemplado en la especificación técnica del proyecto; estudios básicos de geología “Análisis de la estabilidad de la plataforma”.

La altura del talud derecho es menor a la altura del talud izquierdo (Ver figura N°09) sumado a las deficiencias en el proceso constructivo y la falta de control y seguimiento efectuado en la construcción del terraplén muestra de estudio trajo consecuencias de inestabilidad de éste para efectos sísmicos. Tal como se determinó en los análisis efectuados se concluye que todo terraplén que se construye con materiales que superan los límites admisibles normativos están sujetos a fallar en algún momento de su vida útil siempre y cuando éstos se vean afectados por un sismo de magnitud establecida en su expediente técnico (Par el caso de éste estudio mayor a 7.5 en la escala de Richter).

Se muestra en la tabla N°28, los resultados de dicho análisis.

Tabla N°30: Resumen de los resultados del análisis de estabilidad del terraplén

Km.	Talud	Análisis Estático			Análisis Pseudo Estático		
		FS Análisis Estático	FS Mínimo Análisis Estático	Condición del talud	FS Análisis Pseudo Estático	FS Mínimo Análisis Pseudo Estático	Condición del Talud
59+900	Derecho	1.502	1.20	estable	0.854	1.00	Inestable
	Izquierdo	1.736	1.20	estable	1.017	1.00	estable

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- ❖ El nivel del control de calidad que aplicó el constructor de obra en la construcción de terraplenes es deficiente, puesto que no cumplió a cabalidad todos los requisitos de las especificaciones técnicas del proyecto, además de no utilizar protocolos de control de calidad que le permitan controlar la calidad de los materiales y los procesos constructivos utilizados durante su conformación. Ésta trasgresión por parte del constructor de obra contribuye al incumplimiento del plan de control de calidad aplicado a proyectos viales.
- ❖ Del análisis de los resultados de los ensayos efectuados por el constructor de obra se concluye que el constructor de obra no cumplió a cabalidad todos los requerimientos de la especificación técnica para base y cuerpo (Evaluación ex post), siendo el incumplimiento más relevante la conformación con material que supera los límites admisibles normativos contemplados en la sección 205, subsección 205.02 contemplados en el manual de carreteras, especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013.
- ❖ En la evaluación de los estándares de calidad que deben cumplir los materiales y procesos constructivos utilizados en la conformación de terraplenes (Evaluación in situ), se concluye que el constructor de obra no utilizó ningún protocolo de control de calidad, programa de puntos de inspección, etc. a fin de realizar un minucioso plan de control de calidad idóneo que le permita realizar el control y seguimiento de cada actividad relacionada a la conformación de terraplenes.
- ❖ Los terraplenes que son construidos con materiales que superan los límites normativos, estarán sujetos a fallar en algún momento de su vida útil, siempre y cuando durante ese periodo se generen sismos que intenten desestabilizar los taludes así como también la misma plataforma del terraplén. Par éste estudio el talud derecho resultó inestable para sismos con magnitud mayor a 7.5 en la escala de Richter.
- ❖ Se sabe que el terraplén muestra de estudio se construyó con material que superó los límites admisibles normativos, sin embargo no influyeron negativamente en el grado de compactación en campo, ni en la determinación de la deflexión en capo (Ensayo de deflectometría sobre la subrasante terminada) puesto que los valores resultantes de éstos ensayos no superaron los límites contemplados en la especificación técnica.

- ❖ El control de obra terminada también contempla dentro de sus acápite el control de compactación en campo a fin de constatar el cumplimiento de los requisitos y frecuencias efectuados al material previo a su conformación, tal como lo estipula el manual de carreteras; especificaciones técnicas generales para construcción, EG -2013. Para efectos de éste estudio no se evaluó éste acápite normativo en la evaluación in situ (durante su conformación) en corona del terraplén, sin embargo es indispensable el control de éstos requerimientos a fin de que el tramo ejecutado no sea rechazado.

5.2 Recomendaciones

- ❖ Utilizar, el presente trabajo, como referencia para fines de mantenimiento en la muestra de investigación.
- ❖ Utilizar el presente estudio con fines de investigación de contribuir con el análisis de las consecuencias del incumplimiento de las especificaciones técnicas por parte de los constructores de obra.
- ❖ Se recomienda utilizar el plan de control de calidad aplicado a proyectos viales con fines de contribución para controlar cada actividad realizada por los constructores de obra a fin de de que todo trabajo ejecutado cumpla a cabalidad todos los requerimientos de las especificaciones técnicas del proyecto.
- ❖ Todo constructor de obra independientemente de los sobrecostos que le genere llevar un minucioso control de calidad in situ, debe ser responsable de garantizar la calidad de los materiales utilizados en cada actividad realizada en campo, con la finalidad de contribuir los requerimientos satisfactorios del cliente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ❖ Avilés H., Cooper; Galarza C., Odin y Riera C., Daniel (2010) “Control de calidad en obra del material usado en la construcción de la estructura del pavimento flexible”. Tesina de seminario previa a la obtención del título de Ingeniero Civil. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería de Ciencias de la Tierra. 178p.
- ❖ Alfaro Felix, Cristian O. (2008) “Sistema de aseguramiento de la calidad en la construcción”. Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. 95p.
- ❖ Alfonso Rico Rodriguez y Hermillo del Castillo (1998). La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas. Volumen II.
- ❖ Alfonso Rico Rodriguez y Hermillo del Castillo (1998). La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas. Volumen I.
- ❖ Bertrand L.Hansen y Prabhakar Ghare. Control de calidad. Teoría y aplicaciones. editado por Diaz de Santos, 1990.
- ❖ Corros B., Maylin; Urbaz P., Ernesto; Corredor M., Gustavo. 2009. Evaluación de Pavimentos: Manual de herramientas para la evaluación funcional y estructural de pavimentos flexibles. Lima, PE. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Tecnología de la Construcción. Programa de Capacitación Académica. 248 pp.
- ❖ Caminos I – II. Carreteras. Universidad Nacional de Ingeniería (R. Paraud)
- ❖ Cabanillas B., Víctor E; Llerena R., Jorge M y Velasquez S., Rosario Y. “Estudio de la carretera San Miguel – Llalan, tramo Sunuden – La comunidad”. Facultad de Ingeniería. 178p.
- ❖ Diseño de Pavimentos Flexibles (2007). Ing. José Menéndes Acurio. 2da edición.
- ❖ Expediente técnico del proyecto. “Obras de la segunda etapa del contrato de concesión del tramo vial Puente Pucusana – Cerro Azul – Ica, Red Vial 6 (Sub tramo 5).
- ❖ Echaveguren N., Tomás; Vargas C., Sergio; Concha J., Enzo; Soto O., Alejandro. 2002. Metodología de inspección visual para sistema de gestión de pavimentos urbanos SIGMAP. Concepción. CL. Universidad de Concepción. 15 pp.
- ❖ Fundamentos de Ingeniería geotécnica. Braja M. Das. 4ta edición. Volumen I y II.
- ❖ ICG (Instituto de la Construcción y Gerencia, PE). 2010. Reglamento Nacional De Edificaciones: Norma CE. 010 Pavimentos Urbanos. 1ed. Lima, PE, Departamento Editorial ICG. 92 p. (Serie PT-52).

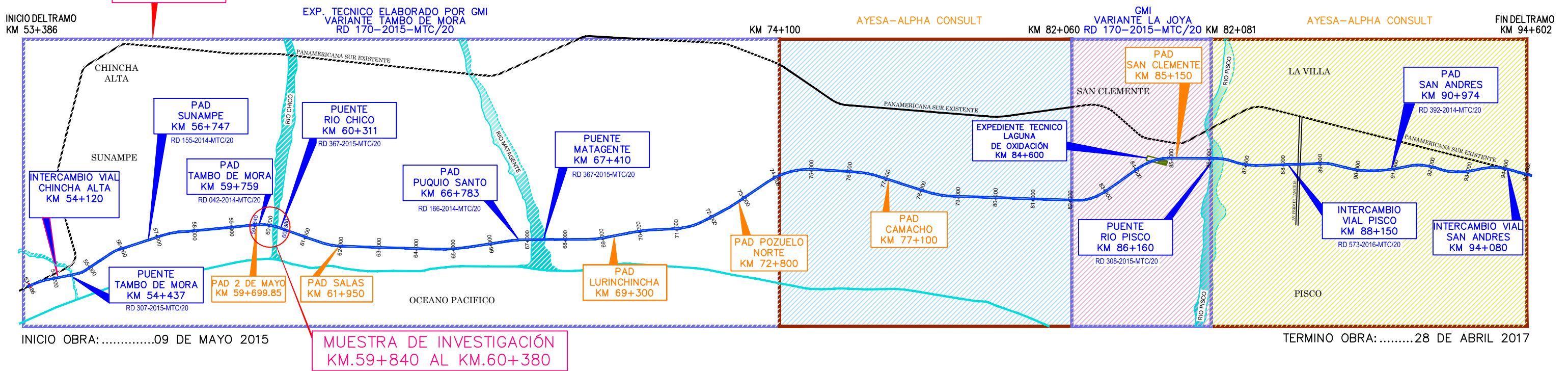
- ❖ Ing. Carlos Crespo Villalaz (2005). Ingeniería de suelos y cimentaciones. 5ta edición, Volumen II.
- ❖ Juárez Badillo, E., y Rico, A. Mecánica de Suelos, Vol. II, "Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos". Anexo V-C del Capítulo V. Ediciones de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M. México, D.F., 1967.
- ❖ Juárez Badillo, E., y Rico, A. Mecánica de Suelos, Vol. III, "Flujo de agua en suelos". Capítulo II. Ediciones de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M. México, D.F., 1969.
- ❖ Llosa G., Joaquín (2006), "Propuesta alternativa para la distribución racional del presupuesto anual municipal para el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos". Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Perú. 55p.
- ❖ Manual de Carreteras (2013). "Suelos, geología, geotecnia y pavimentos". Sección: Suelos y Pavimentos).
- ❖ Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito (2008).
- ❖ Manual de carreteras. Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción (EG-2013).
- ❖ Manual de ensayo de materiales del MTC, publicado por el ICG, mayo 2016.
- ❖ Montejó F., Alfonso. 2002. Ingeniería de pavimento: Fundamentos, Estudios básicos y Diseño. 3ed. Bogotá, CO. Universidad Católica de Colombia.
- ❖ Maldonado Merino A.L.A, (2006) "Guía para el control de calidad y el aseguramiento de la calidad de construcción de pavimentos flexibles elaborados con mezclas asfálticas en caliente en El Salvador" Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Universidad de El Salvador. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. 324p.
- ❖ Montejó F., Alfonso. 2006. Ingeniería de pavimento: Fundamentos, Estudios básicos y Diseño. 3ed. Bogotá, CO. Universidad Católica de Colombia.
- ❖ Mecánica de Suelos y Cimentaciones (2004). Ing. Carlos Crespo Villalaz. 5ta edición.
- ❖ Norma ISO 9001 (2008). International Organization for Standardization, Organización Internacional para la Normalización. Requisitos para un sistema de gestión de calidad.
- ❖ Norma ISO 9000 (2005). International Organization for Standardization, Organización Internacional para la Normalización. Sistema de gestión de calidad. Fundamentos y vocabulario.
- ❖ Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). (1993) – GMA WHITE PAPER II (2000), curso para el refuerzo con geosintéticos en la estructura del pavimento.

- ❖ Rabanal Pajares, J.E (2014). “Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la via de Evitamiento Norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento”. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Universidad Privada del Norte. Facultad de Ciencias e Ingeniería. 150p.
- ❖ Reglamento Nacional de Edificaciones. (2010).RNE – CE010. Pavimentos Urbanos.
- ❖ Reglamento Nacional de Vehículos. (2013).
- ❖ Santana Arana , Jose. E. (2006). “Gestión de calidad en obras viales”. Tesis para optar el Título de Constructor Civil. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Construcción Civil.66p.
- ❖ Thenoux Z., G; Gaete P., R. 1995. Ingeniería en construcción: Evaluación técnica del pavimento y comparación de métodos de diseño de capas de refuerzo asfáltico. Santiago, CL. Pontificia Universidad Católica de Chile. 56-72 pp. (Revista N° 14).
- ❖ Zamora Beyk, Juan P. (2014). “Optimización de tratamientos de suelos blandos bajo terraplenes”. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. 93p.

ANEXOS

**ANEXO I: DETALLE DEL EXPEDIENTE TÉCNICO UTILIZADO EN EL
PRESENTE ESTUDIO**

EXPEDIENTE TÉCNICO: OBRAS DE LA SEGUNDA ETAPA DEL CONTRATO DE CONCESIÓN DEL TRAMO VIAL PUENTE PUCUSANA – CERRO AZUL – ICA (RED VIAL 6) SUB TRAMO 5



MUESTRA DE INVESTIGACIÓN
KM.59+840 AL KM.60+380

OPTIMIZACIÓN DE LA RASANTE SUB TRAMO 5 "RD 035-2015-MTC/20"

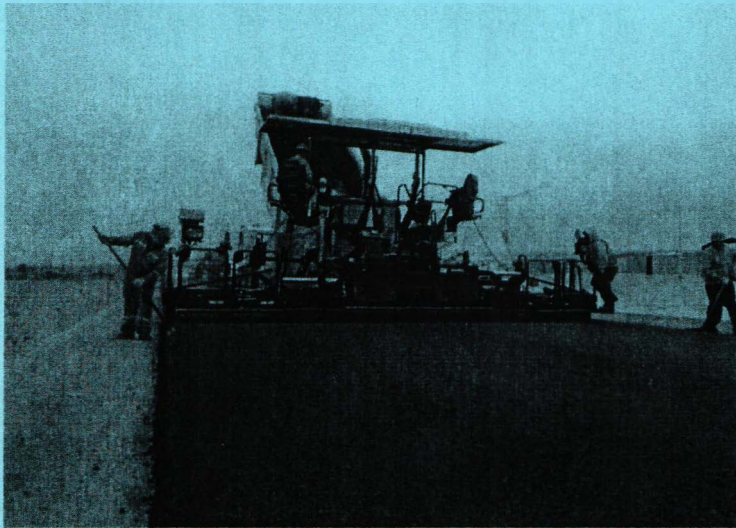
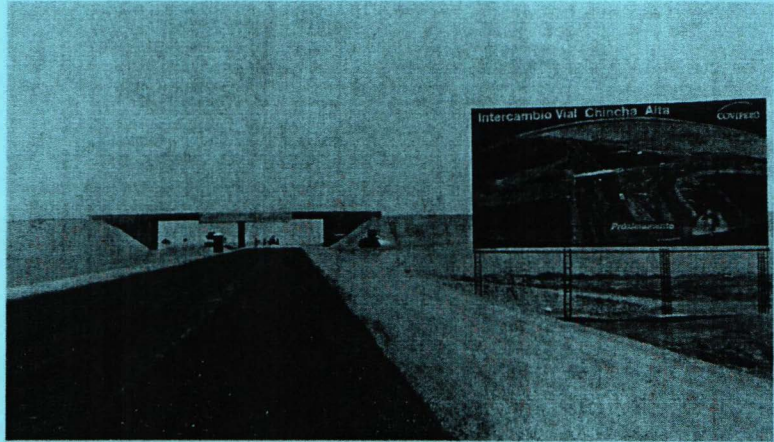
ST	Ítem	Estudio	Resolución de Aprobación	Fecha	Resolución Complementaria	Fecha	Tramo		Long. (Km)	Expediente				Visado Por MTC	Visado Por Concesionario	
							Inicio	Final		Planos	Especificaciones	Metrados	Presupuesto			
2, 3, 4, 5 y 6	1.0	Estudio Definitivo de Ingeniería Autopista Cerro Azul - Ica	334-2002-MTC/15.17	08.Mayo.2002			134+748.92	283+743.11	148.994	✓	✓	✓	✓	✗	✓	
5	2.0	Expediente de Optimización de la Rasante del Subtramo 5	035-2015-MTC/20	21.Enero.2015			53+386.00	94+602.00	41.216	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
	3.0	Expediente Técnico de la Variante Tambo de Mora	170-2014-MTC/20	11.Marzo.2014			53+386.00	74+100.00	20.714	✓	✓	✓	✗	✗	✗	
	4.0	Expediente Técnico de la Variante La Joya	496-2014-MTC/20	03.Junio.2014			82+060.00	86+081.01	4.021	✓	✓	✓	✗	✗	✗	
	5.0	Expediente Técnico del Paso a Desnivel Tambo de Mora	042-2014-MTC/20	20.Enero.2014			59+759.64	59+775.64	0.016	✓	✓	✓	✗	✗	✓	
	6.0	Expediente Técnico del Paso a Desnivel Puquio Santo	166-2014-MTC/20	10.Marzo.2014			66+783.21	66+793.69	0.010	✓	✓	✓	✗	✗	✗	
	7.0	Expediente Técnico del Paso a Desnivel Sunampe	155-2014-MTC/20	05.Marzo.2014			56+747.04	56+760.81	0.014	✓	✓	✓	✗	✗	✗	
	8.0	Expediente Técnico del Paso a Desnivel San Andrés	392-2014-MTC/20	08.Mayo.2014			90+974.87	90+986.35	0.011	✓	✓	✓	✗	✗	✗	
	9.0	Expediente de Optimización del Puente Tambo de Mora	307-2015-MTC/20	30.Abril.2015			54+437.50	54+497.50	0.060	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
	10.0	Expediente de Optimización del Puente Pisco	308-2015-MTC/20	30.Abril.2015			86+160.00	86+401.10	0.241	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
	11.0	Expediente de Optimización de los Puentes Chico y Matagente	367-2015-MTC/20	14.Mayo.2015			60+070.00	60+311.10	0.241	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
	67+169.50						67+410.60	0.241	✓	✗	✓	✗	✗	✗		
	12.0	Expediente de Optimización de la Estabilidad de la Plataforma Variante Tambo de Mora	012-2015-MTC/20	09.Enero.2015	042-2015-MTC/20	23.Enero.2015			0.000	!	!	!	!	!	!	!
	13.0	Estudio de Canteras y Fuentes de Agua del Subtramo 5	228-2014-MTC/20	28.Marzo.2014					0.000	!	!	!	!	!	!	!
	14.0	Expediente Técnico de Optimización y Adecuación del Intercambio Vial de Pisco	573-2016-MTC/20	16.Agosto.2016					88+150.00	89+450.00	1.300	✓	✓	✓	✗	✓
	15.0	Expediente Técnico de Optimización de Diseño Geométrico del Ramal C del IV Chincha Alta	086-2016-MTC/21	09.Febrero.2016						0.400	✓	✓	✓	✗	✗	✓
	16.0	Expediente Técnico de Optimización de Diseño Geométrico del IV Chincha Alta							54+120.00	54+600.00	0.480	✓	✓	✓	✗	✓
	17.0	Expediente Técnico Paso a Desnivel 2 de Mayo							59+699.85	59+710.15	0.010	✓	✗	✓	✗	✗
	18.0	Expediente Técnico para el servicio de Desecamiento de las antiguas Lagunas de Estabilización de aguas residuales del Distrito de San Clemente.							84+450.00	84+720.00	0.270	✓	✓	✓	✗	✓

EXPEDIENTE TÉCNICO UTILIZADO EN EL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

**ANEXO II: AMPARO DEL PRESENTE ESTUDIO DE
INVESTIGACIÓN**

**CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL PARA LA CONFORMACIÓN
DE BASE Y CUERPO DEL TERRAPLÉN**

**CONSTRUCCION DE LA AUTOPISTA EN EL SUB TRAMO N° 5
KM. 53+386.89 AL KM. 94+602**



INFORME MENSUAL N° 22

ABRIL 2,016

ORIGINAL

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E 107-2000, AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

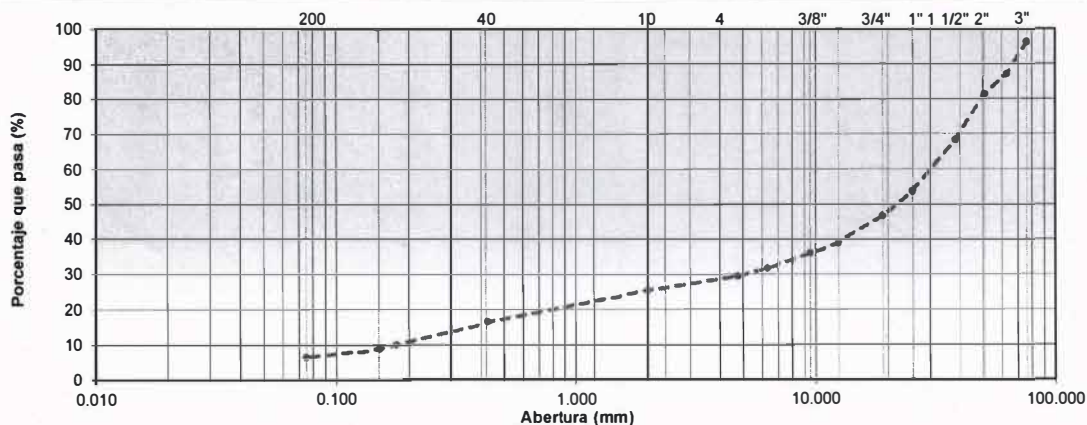
OBRA: CONSTRUCCION DE LA AUTOPISTA - RED VIAL N° 6	TECNICO: Victor Melgarejo
TRAMO: SUB TRAMO 5 (Km. 53+386 al Km. 94+602)	ING. RESPONSABLE: Rodolfo Guerra
MATERIAL: CONFORMACION DEL TERRAPLEN (relleno)	FECHA: 01-abr-16
PROGRESIVA: Km. 59+840 - km.60+060	N° REGISTRO: G-001

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : Río Chico	TAMAÑO MAXIMO : 4"
MUESTRA : M-01	Peso inicial seco : 22,376 g
PROF. (m) : Material Muestreado Acopio	Peso Fraccion : 500.0 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
					100		
3"	76.200	857	3.8	3.8	96.2		Contenido de Humedad (%) : 5.3
2 1/2"	63.000	2,004	9.0	12.8	87.2		
2"	50.800	1,345	6.0	18.8	81.2		Limite Liquido (LL) : 17.6
1 1/2"	38.100	2,878	12.9	31.7	68.3		Limite Plástico (LP) : 16.6
1"	25.400	3,254	14.5	46.2	53.8		Indice Plástico (IP) : 1.0
3/4"	19.000	1,625	7.3	53.5	46.5		Clasificación (SUCS) : GP - GM
1/2"	12.500	1,654	7.4	60.9	39.1		Clasificación (AASHTO) : A-1-a
3/8"	9.500	724	3.2	64.1	35.9		Indice de Grupo : 0
1/4"	6.350	922	4.1	68.2	31.8		Indice Compresibilidad
N° 4	4.750	525	2.3	70.6	29.4		Descripción (AASHTO) : BUENO
N° 8	2.360						Peso Humedo (Kg) : 600
N° 10	2.000	68.5	4.0	74.6	25.4		Peso Seco (Kg) : 570
N° 16	1.190						Humedad Natural (%) : 5.3
N° 20	0.840						OBSERVACIONES :
N° 30	0.600						Piedra Extradimensionada > 2" : 18.8
N° 40	0.425	152.6	9.0	83.6	16.4		Grava 3" - N° 4 : 51.8
N° 50	0.300						Arena N°4 - N° 200 : 23.0
N° 80	0.177	108.9	6.4	90.0	10.0		Finos < N° 200 : 6.5
N° 100	0.150	21.5	1.3	91.3	8.7		
N° 200	0.075	38.7	2.3	93.5	6.5		Fraccion: 500.0
< N° 200	FONDO	109.8	6.5	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N° 6

Victor Melgarejo Granados
TEC. LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N° 6

RODOLFO GUERRA TORRES
Ing. Suelos y Pavimentos

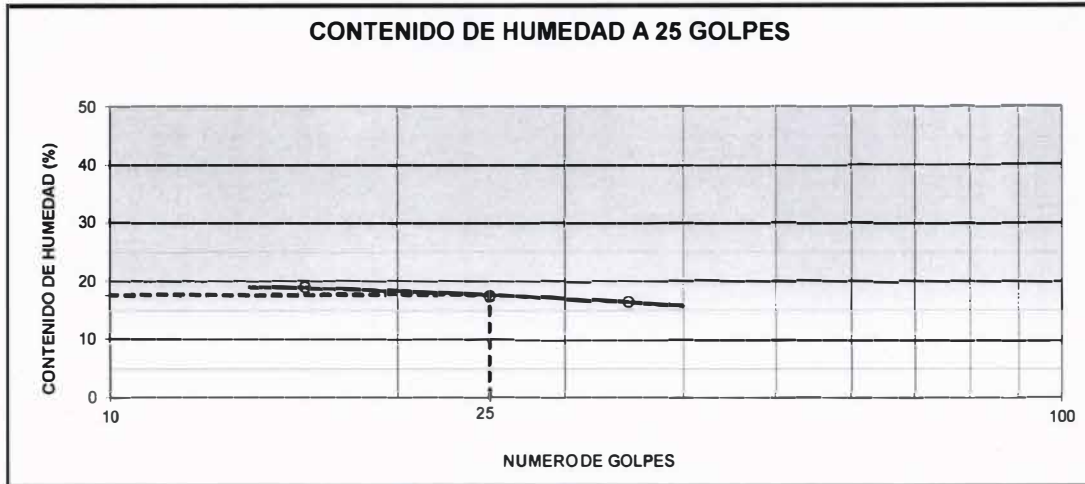
LIMITES DE CONSISTENCIA
(NORMA MTC E 111-2000, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA: CONSTRUCCION DE LA AUTOPISTA - RED VIAL N° 6	TRAMO: SUB TRAMO 5 (Km. 53+386 al Km. 94+602)	TECNICO	: Victor Melgarejo
MATERIAL: CONFORMACION DEL TERRAPLEN (relleno)	PROGRESIVA: Km. 59+840 - km.60+060	ING. RESPONSABLE	: Rodolfo Guerra
		FECHA	: 01-abr-16
		N° REGISTRO	: L-001

DATOS DE LA MUESTRA	
CANTERA : Rio Chico	TAMAÑO MAXIMO : N° 40
MUESTRA : M-01	
PROF. (m) : Material Muestreado Acopio	

LIMITE LIQUIDO					
N° TARRO		14	26	2	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		41.12	25.11	52.11	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		39.00	23.12	49.77	
PESO DE AGUA (g)		2.12	1.99	2.34	
PESO DEL TARRO (g)		27.77	11.72	35.55	
PESO DEL SUELO SECO (g)		11.2	11.4	14.2	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		18.9	17.5	16.5	
NUMERO DE GOLPES		16	25	35	

LIMITE PLASTICO					
N° TARRO		28	29		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		39.44	24.20		
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		38.10	22.42		
PESO DE AGUA (g)		1.34	1.78		
PESO DEL TARRO (g)		29.93	11.86		
PESO DEL SUELO SECO (g)		8.17	10.56		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		16.4	16.9		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	17.6
LIMITE PLASTICO	16.6
INDICE DE PLASTICIDAD	1.0

OBSERVACIONES

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N° 6
Victor Melgarejo Granados
TEC. LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N° 6
Rodolfo Guerra Torres
Ing. Suelos y Pavimentos

**DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

OBRA : CONSTRUCCION DE LA AUTOPISTA PANAMERICANA SUR
TRAMO: SUB TRAMO 5 (Km. 53+386 al Km. 94+602)

ING RESP. : RODOLFO GUERRA
REALIZADO : V. MELGAREJO G.

CANTERA: Río Chico

FECHA : 1 de abril de 2016

MATERIAL: PARA CONFORMACION DE TERRAPLEN (RELLENO)

N° REGISTRO: M - 1

**CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA
NORMA TECNICA: MTC E 118-2000**

MUESTRA - ENSAYADA		1	2		
A	Peso de la Muestra	20.45	20.88		
B	Peso de la tara y suelo seco, antes del ensayo	213.09	224.62		
C	Peso de la tara y suelo seco, despues del ensayo	212.89	224.45		
D	Peso de materia organica	0.20	0.17		
E	Peso de la tara	192.64	203.74		
F	Peso del suelo seco neto	20.25	20.71		
G	Contenido de materia organica %	0.99	0.82		
H	N° de Vaso Presipitado	1	2		

OBSERVACIONES :

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N° 6

Victor Melgarejo Granados
TEC. LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

COVIPERÚ S.A.

Rodolfo Guerra Torres
RESIDENTE DE OBRA
RED VIAL N° 6
PUCUSAY - CERRO AZUL ICA

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)
(NORMA MTC E 207-2000, AASHTO T-96, ASTM C 535)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	CONSTRUCCION DE LA AUTOPISTA PANAMERICANA SUR	N° REGISTRO :	A-001
TRAMO :	SUB TRAMO 5 (Km. 53+386 al Km. 94+602)	REALIZADO :	V. MELGAREJO
MATERIAL :	Material para la conformación de terraplén	ING. RESPONSABLE :	RODOLFO GUERRA
CANTERA :	Río Chico	FECHA :	01-abr-16

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

TAMIZ	GRADUACIONES			
	A			
1 1/2"				
1"	1,255			
3/4"	1,250			
1/2"	1,252			
3/8"	1,255			
1/4"				
N° 4				
PESO TOTAL	5,012			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	4,125			
PESO OBTENIDO	887			
N° DE ESFERAS	12			
PESO DE LAS ESFERAS	5,340			
PORCENTAJE OBTENIDO	18			

OBSERVACIONES : El ensayo se realizo con el material natural muestreado in situ

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N° 6

Victor Melgarejo Granados
TEC. LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

COVIPERÚ S.A.

Rodolfo Guerra Torres
ING. RODOLFO GUERRA TORRES
DEPARTAMENTO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
POCUSAY, SERVICIO VIAL ICA

ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO EN BASE DEL TERRAPLÉN
(CALZADA DERECHA E IZQUIERDA)

**ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO
METODO DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D-2922 Y ASTM D- 3017**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: CONSTRUCCION DE LA AUTOPISTA PANAMERICANA SUR	FORMATO	: D-001
TRAMO	: SUB TRAMO 5 (Km. 53+386 al Km. 94+602)	TECNICO	: V. MELGAREJO
UBICACIÓN	: Km. 59+840 al Km. 60+000	ING. RESP.	: RODOLFO GUERRA
CANTERA	: Rio Chico	REALIZADO	: FRANCISCO DIAZ VASQUEZ
CALZADA	: Derecho	FECHA	: 13 de abril de 2016
ESTRUCTURA	: Base de Terraplen , 1° capa		

CONTROL DE COMPACTACION IN SITU

METODO DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D - 2922 y ASTM D - 3017

ETAPA CONSTRUCTIVA:		DESCRIPCION										
1	Fecha de Prueba		13-abr-16	13-abr-16	13-abr-16	13-abr-16	13-abr-16	13-abr-16	13-abr-16	13-abr-16	13-abr-16	
2	Progresiva KM.	DF:	59+840									
		A:	60+000									
3	Capa	N°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4	Prueba Puntual	km.	59+840	59+860	59+880	59+900	59+920	59+940	59+960	59+980		
5	Lado	Izq/Der	Der	Eje	Izq.	Der	Eje	Izq.	Der	Eje		
6	Densidad del Suelo Humedo WD	gr/cm3	2.244	2.266	2.276	2.273	2.240	2.286	2.249	2.315		
7	Humedad del suelo	%	6.40	5.80	5.50	5.90	6.10	5.40	6.00	6.30		
8	Densidad del Suelos Seco DD	gr/cm3	2.109	2.142	2.157	2.146	2.111	2.169	2.122	2.178		
9	Máxima densidad (Laboratorio)	gr/cm3	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222		
10	Humedad Optima (Laboratorio)	%	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10		
11	Compactación Obtenida.	%	94.9	96.4	97.1	96.6	95.0	97.6	95.5	98.0		
12	Compactación Especificada (Minimo)	%	90	90	90	90	90	90	90	90		
13	Espesor Compactado.	mts.	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30		
14	Condicion	%	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple		

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N° 6

Victor Mel 94 Eje Granados
REC. LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N° 6

RODOLFO GUERRA TORRES
Ing. Suelos y Pavimentos

**ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO
 METODO DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D-2922 Y ASTM D- 3017**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: CONSTRUCCION DE LA AUTOPISTA PANAMERICANA	FORMATO	: D-001
TRAMO	: SUR SUB TRAMO 5 (Km. 53+386 al Km. 94+602)	TECNICO	: V. MELGAREJO
UBICACIÓN	: Km. 60+000 al Km. 06+060	ING. RESP.	: RODOLFO GUERRA
CANTERA	: Rio Chico	REALIZADO	: FRANCISCO DIAZ VASQUEZ
CALZADA	: Derecho	FECHA	: 13 de abril de 2016
ESTRUCTURA	: Base de Terraplen , 1° capa		

CONTROL DE COMPACTACION IN SITU

METODO DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D- 2922 y ASTM D- 3017

ETAPA CONSTRUCTIVA:		DESCRIPCION							
1	Fecha de Prueba		13-abr-16	13-abr-16	13-abr-16	13-abr-16			
2	Progresiva KM.	DF-	60+000						
		A-	60+060						
3	Capa	N°	1	1	1	1			
4	Prueba Puntual	km.	60+000	60+020	60+040	60+060			
5	Lado	Izq/Der	Izq.	Der	Eje	Izq.			
6	Densidad del Suelo Humedo WD	gr/cm3	2.256	2.269	2.311	2.279			
7	Humedad del suelo	%	6.10	5.50	5.90	6.30			
8	Densidad del Suelos Seco DD	gr/cm3	2.126	2.151	2.182	2.144			
9	Máxima densidad (Laboratorio)	gr/cm3	2.222	2.222	2.222	2.222			
10	Humedad Optima (Laboratorio)	%	7.10	7.10	7.10	7.10			
11	Compactación Obtenida.	%	95.7	96.8	98.2	96.5			
12	Compactación Especificada (Minimo)	%	90	90	90	90			
13	Espesor Compactado.	mts.	0.30	0.30	0.30	0.30			
14	Condicion	%	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple			

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
 PROYECTO RED VIAL N° 6

Victor Melgarejo Granados
 I.E.C. LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
 PROYECTO RED VIAL N° 6

RODOLFO GUERRA TORRES
 Ing. Suelos y Pavimentos

**ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO
METODO DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D-2922 Y ASTM D-3017**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA :	CONSTRUCCION DE LA AUTOPISTA PANAMERICANA SUR	FORMATO :	D-001
TRAMO :	SUB TRAMO 5 (Km. 53+386 al Km. 94+602)	TECNICO :	V. MELGAREJO
UBICACIÓN :	Km. 59+840 al Km. 60+000	ING. RESP. :	RODOLFO GUERRA
CANTERA :	Rio Chico	REALIZADO :	FRANCISCO DIAZ VASQUEZ
CALZADA :	Izquierdo	FECHA :	13 de abril de 2016
ESTRUCTURA :	Base de Terraplen , 1° capa		

CONTROL DE COMPACTACION IN SITU

METODO DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D-2922 y ASTM D-3017

ETAPA CONSTRUCTIVA:		DESCRIPCION										
1	Fecha de Prueba		13-abr-16	13-abr-16	13-abr-16	13-abr-16	13-abr-16	13-abr-16	13-abr-16	13-abr-16	13-abr-16	
2	Progresiva KM.	DE:	59+840									
		A:	60+000									
3	Capa	N°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4	Prueba Puntual	km.	59+840	59+860	59+880	59+900	59+920	59+940	59+960	59+980		
5	Lado	Izq/Der	Der	Eje	Izq.	Der	Eje	Izq.	Der	Eje		
6	Densidad del Suelo Humedo WD	gr/cm3	2.301	2.270	2.236	2.229	2.254	2.285	2.296	2.249		
7	Humedad del suelo	%	5.90	6.30	5.50	5.80	6.10	5.70	5.30	6.30		
8	Densidad del Suelos Seco DD	gr/cm3	2.173	2.135	2.119	2.107	2.124	2.162	2.180	2.116		
9	Máxima densidad (Laboratorio)	gr/cm3	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222		
10	Humedad Optima (Laboratorio)	%	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10		
11	Compactación Obtenida.	%	97.8	96.1	95.4	94.8	95.6	97.3	98.1	95.2		
12	Compactación Especificada (Minimo)	%	90	90	90	90	90	90	90	90		
13	Espesor Compactado.	mts.	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30		
14	Condicion	%	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple		

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N° 6

Victor Melgarejo Granados
TEC. LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N° 6

Rodolfo Guerra Torres
Ing. Suelos y Pavimentos

**ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO
METODO DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D-2922 Y ASTM D- 3017**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: CONSTRUCCION DE LA AUTOPISTA PANAMERICANA SUR	FORMATO	: D-001
TRAMO	: SUB TRAMO 5 (Km. 53+386 al Km. 94+602)	TECNICO	: V. MELGAREJO
UBICACIÓN	: Km. 60+000 al Km. 06+060	ING. RESP.	: RODOLFO GUERRA
CANTERA	: Rio Chico	REALIZADO	: FRANCISCO DIAZ VASQUEZ
CALZADA	: Izquierdo	FECHA	: 13 de abril de 2016
ESTRUCTURA	: Base de Terraplen , 1° capa		

CONTROL DE COMPACTACION IN SITU

METODO DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D - 2922 y ASTM D - 3017

ETAPA CONSTRUCTIVA:		DESCRIPCION								
1	Fecha de Prueba		13-abr-16	13-abr-16	13-abr-16	13-abr-16				
2	Progresiva KM.	DE:	60+000							
		A:	06+060							
3	Capa	N°	1	1	1	1				
4	Prueba Puntual	km.	60+000	60+020	60+040	60+060				
5	Lado	Izq/Der	Izq.	Der	Eje	Izq.				
6	Densidad del Suelo Humedo WD	gr/cm3	2.321	2.282	2.290	2.250				
7	Humedad del suelo	%	6.50	6.00	5.50	5.90				
8	Densidad del Suelos Seco DD	gr/cm3	2.179	2.153	2.171	2.125				
9	Máxima densidad (Laboratorio)	gr/cm3	2.222	2.222	2.222	2.222				
10	Humedad Optima (Laboratorio)	%	7.10	7.10	7.10	7.10				
11	Compactación Obtenida.	%	98.1	96.9	97.7	95.6				
12	Compactación Especificada (Minimo)	%	90	90	90	90				
13	Espesor Compactado.	mts.	0.30	0.30	0.30	0.30				
14	Condicion	%	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple				

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N° 6
Victor Melgarejo Granados
TEC. LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N° 6
Rodolfo Guerra Torres
Ing. Suelos y Pavimentos

**ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO EFECTUADO EN
CUERPO DEL TERRAPLÉN (CALZADA DERECHA)**

**ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO
METODO DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D-2922 Y ASTM D- 3017**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: CONSTRUCCION DE LA AUTOPISTA PANAMERICANA SUR	FORMATO	: D-001
TRAMO	: SUB TRAMO 5 (Km. 53+386 al Km. 94+602)	TECNICO	: V. MELGAREJO
UBICACIÓN	: Km. 59+840 al Km. 60+000	ING. RESP.	: RODOLFO GUERRA
CANTERA	: Rio Chico	REALIZADO	: FRANCISCO DIAZ VASQUEZ
CALZADA	: Derecho	FECHA	: 14 de abril de 2016
ESTRUCTURA	: Cuerpo Terraplen, 2° capa		

CONTROL DE COMPACTACION IN SITU

METODO DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D - 2922 y ASTM D - 3017

ETAPA CONSTRUCTIVA:		DESCRIPCION									
1	Fecha de Prueba		14-abr-16	14-abr-16	14-abr-16	14-abr-16	14-abr-16	14-abr-16	14-abr-16	14-abr-16	
2	Progresiva KM.	DE:	59+840								
		A:	60+000								
3	Capa	N°	2	2	2	2	2	2	2	2	
4	Prueba Puntual	km.	59+840	59+860	59+880	59+900	59+920	59+940	59+960	59+980	
5	Lado	Izq/Der	Der	Eje	Izq	Der	Eje	Izq	Der	Eje	
6	Densidad del Suelo Humedo WD	gr/cm3	2.247	2.293	2.260	2.226	2.270	2.248	2.221	2.292	
7	Humedad del suelo	%	5.90	6.30	5.50	5.80	6.40	5.60	6.00	5.70	
8	Densidad del Suelos Seco DD	gr/cm3	2.122	2.157	2.142	2.104	2.133	2.129	2.095	2.168	
9	Máxima densidad (Laboratorio)	gr/cm3	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222	
10	Humedad Optima (Laboratorio)	%	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10	
11	Compactación Obtenida.	%	95.5	97.1	96.4	94.7	96.0	95.8	94.3	97.6	
12	Compactación Especificada (Minimo)	%	90	90	90	90	90	90	90	90	
13	Espesor Compactado.	mts.	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	
14	Condicion	%	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N° 6

Victor Melgarejo Granados
TEC. LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N° 6

Rodolfo Guerra Torres
Ing. Suelos y Pavimentos

**ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO
METODO DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D-2922 Y ASTM D- 3017**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: CONSTRUCCION DE LA AUTOPISTA PANAMERICANA SUR	FORMATO	: D-001
TRAMO	: SUB TRAMO 5 (Km. 53+386 al Km. 94+602)	TECNICO	: V. MELGAREJO
UBICACIÓN	: Km. 60+000 al Km. 60+060	ING. RESP.	: RODOLFO GUERRA
CANTERA	: Rio Chico	REALIZADO	: FRANCISCO DIAZ VASQUEZ
CALZADA	: Derecho	FECHA	: 14 de abril de 2016
ESTRUCTURA	: Cuerpo Terraplen, 2° capa		

CONTROL DE COMPACTACION IN SITU
METODO DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D - 2922 y ASTM D - 3017

ETAPA CONSTRUCTIVA:		DESCRIPCION								
1	Fecha de Prueba		14-abr-16	14-abr-16	14-abr-16	14-abr-16				
2	Progresiva KM.	DE:	60+000							
		A:	60+060							
3	Capa	N*	2	2	2	2				
4	Prueba Puntual	km.	60+000	60+020	60+040	60+060				
5	Lado	lzq/Der	lzq	Der	Eje	lzq				
6	Densidad del Suelo Humedo WD	gr/cm3	2.289	2.224	2.254	2.283				
7	Humedad del suelo	%	6.30	5.80	6.00	5.90				
8	Densidad del Suelos Seco DD	gr/cm3	2.153	2.102	2.126	2.156				
9	Máxima densidad (Laboratorio)	gr/cm3	2.222	2.222	2.222	2.222				
10	Humedad Optima (Laboratorio)	%	7.10	7.10	7.10	7.10				
11	Compactación Obtenida.	%	96.9	94.6	95.7	97.0				
12	Compactación Especificada (Minimo)	%	90	90	90	90				
13	Espesor Compactado.	mts.	0.30	0.30	0.30	0.30				
14	Condicion	%	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple				

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N° 6
Victor Melgarejo Granados
TEC. LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N° 6
Rodolfo Guerra Torres
RODOLFO GUERRA TORRES
Ing. Suelos y Pavimentos

**ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO EFECTUADO EN
CUERPO DEL TERRAPLÉN (CALZADA IZQUIERDA)**

**ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO
METODO DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D-2922 Y ASTM D- 3017**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: CONSTRUCCION DE LA AUTOPISTA PANAMERICANA	FORMATO	: D-001
TRAMO	: SUR SUB TRAMO 5 (Km. 53+386 al Km. 94+602)	TECNICO	: V. MELGAREJO
UBICACIÓN	: Km. 59+840 al Km. 60+000	ING. RESP.	: RODOLFO GUERRA
CANTERA	: Rio Chico	REALIZADO	: FRANCISCO DIAZ VASQUEZ
CALZADA	: Izquierdo	FECHA	: 14 de abril de 2016
ESTRUCTURA	: Cuerpo Terraplen, 2° capa		

CONTROL DE COMPACTACION IN SITU

METODO DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D - 2922 y ASTM D - 3017

ETAPA CONSTRUCTIVA:		DESCRIPCION									
1	Fecha de Prueba		14-abr-16	14-abr-16	14-abr-16	14-abr-16	14-abr-16	14-abr-16	14-abr-16	14-abr-16	
2	Progresiva KM.	DE:	59+840								
		A:	60+000								
3	Capa	N°	2	2	2	2	2	2	2	2	
4	Prueba Puntual	km.	59+840	59+860	59+880	59+900	59+920	59+940	59+960	59+980	
5	Lado	Izq/Der	Der	Eje	Izq	Der	Eje	Izq	Der	Eje	
6	Densidad del Suelo Humedo WD	gr/cm3	2.276	2.301	2.282	2.239	2.224	2.292	2.265	2.242	
7	Humedad del suelo	%	6.60	5.90	6.30	5.40	5.60	5.90	6.20	6.00	
8	Densidad del Suelos Seco DD	gr/cm3	2.135	2.173	2.147	2.124	2.106	2.164	2.133	2.115	
9	Máxima densidad (Laboratorio)	gr/cm3	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222	
10	Humedad Optima (Laboratorio)	%	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10	
11	Compactación Obtenida.	%	96.1	97.8	96.6	95.6	94.8	97.4	96.0	95.2	
12	Compactación Especificada (Minimo)	%	90	90	90	90	90	90	90	90	
13	Espesor Compactado.	mts.	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	
14	Condicion	%	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N° 6

Victor Melgarejo Granados
TEC. LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N° 6

Rodolfo Guerra Torres
Ing. Suelos y Pavimentos

ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO METODO DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D-2922 Y ASTM D- 3017

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: CONSTRUCCION DE LA AUTOPISTA PANAMERICANA SUR	FORMATO	: D-001
TRAMO	: SUB TRAMO 5 (Km. 53+386 al Km. 94+602)	TECNICO	: V. MELGAREJO
UBICACIÓN	: Km. 60+000 al Km. 60+060	ING. RESP.	: RODOLFO GUERRA
CANTERA	: Rio Chico	REALIZADO	: FRANCISCO DIAZ VASQUEZ
CALZADA	: Izquierdo	FECHA	: 14 de abril de 2016
ESTRUCTURA	: Cuerpo Terraplen, 2° capa		

CONTROL DE COMPACTACION IN SITU

METODO DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D- 2922 y ASTM D - 3017

ETAPA CONSTRUCTIVA:		DESCRIPCION					
1	Fecha de Prueba		14-abr-16	14-abr-16	14-abr-16	14-abr-16	
2	Progresiva KM.	DE:	60+000				
		A:	60+060				
3	Capa	N°	2	2	2	2	
4	Prueba Puntual	km.	60+000	60+020	60+040	60+060	
5	Lado	lzq/Der	Izq	Der	Eje	Izq	
6	Densidad del Suelo Humedo WD	gr/cm3	2.306	2.280	2.239	2.235	
7	Humedad del suelo	%	5.90	6.10	5.50	6.00	
8	Densidad del Suelos Seco DD	gr/cm3	2.178	2.149	2.122	2.108	
9	Máxima densidad (Laboratorio)	gr/cm3	2.222	2.222	2.222	2.222	
10	Humedad Optima (Laboratorio)	%	7.10	7.10	7.10	7.10	
11	Compactación Obtenida.	%	98.0	96.7	95.5	94.9	
12	Compactación Especificada (Minimo)	%	90	90	90	90	
13	Espesor Compactado.	mts.	0.30	0.30	0.30	0.30	
14	Condicion	%	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N° 6

Victor Melgarejo Granados
TEC. LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N° 6

RODOLFO GUERRA TORRES
Ing. Suelos y Pavimentos

**ANEXO III: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS
TOPOGRAFICOS Y DE LABORATORIO DE SUELOS Y
PAVIMENTOS**

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS
TOPOGRAFICOS

GEO SERVICE RENT
 FABRICADOR DE EQUIPOS
 TOPOGRAFICOS ELECTRONICOS

Una de las empresas del Grupo Geo Systems S.A.C.



ISO 9001:2008 / ISO 14001 2004 / DIN EN ISO 9001 2008

Certificado de Servicio de Calibración

Nombre Cliente:	CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	No. Certificado:	16-0169
Marca:	TRIMBLE	Fecha de Calibración:	19/02/2016
Modelo:	3605 DR	Fecha de Certificado:	19/02/2016
Número de Serie:	507546	Fecha de Vencimiento:	19/08/2016
Lugar Destino:		Revisión:	1.0

GEO SERVICE RENT S.A.C. certifica que el equipo topográfico arriba descrito cumple con las especificaciones técnicas de la fábrica y los estándares internacionales establecidos (DIN 18723).

Además, Geo Service Rent S.A.C., empresa del grupo Geo Systems S.A.C., bajo la acreditación de SGS ISO 9001:2008, certifica que el instrumento identificado arriba ha sido calibrado en concordancia con los procedimientos de calibración establecidos por el fabricante. Estos procedimientos de calibraciones están controlados por el ISO 9001 y son diseñados para certificar que cumplen con las especificaciones establecidas por el fabricante detallado en el manual de usuario.

Patrón: Cinta métrica, marca Yamayo, modelo Pro Stainless, número de serie R250104, certificado de calibración LLA-530-2014 emitido por Indecopi – Servicio Nacional de Metrología – Laboratorio de Longitud y Angulo.

Certificado de Operatividad: Certificado de Precisión de acuerdo a las normas DIN 18723, Distancias y Ángulos, y Rango de Medición emitido por el mismo fabricante, Trimble Navigation Ltd. (Certificado adjuntado al equipo)

Certificado de Centro de Servicio Autorizado por Trimble Navigation Ltd.
 Certificado de Centro de Servicio Autorizado por TI Asahi (Pentax)

Resultado de la calibración: Se indican en la hoja 2 del presente Certificado de Servicio.

Condiciones ambientales de medición: Temperatura: 24.3 °C con variaciones que no excedieron +0,5 °C

Fecha de calibración: 19/02/2016

Lugar de calibración: Centro de Servicio Técnico Autorizado – Geo Service Rent S.A.C.

Observaciones: Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 10 mediciones. Se coloca una etiqueta indicando fecha de calibración y número de certificado. La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

- Este Certificado no atribuye al equipo otras características que las indicadas por los datos aquí contenidos. Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones. Se garantiza la trazabilidad a los patrones nacionales.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa para ello.

Sello	Fecha	Gerente de Servicio Técnico	Responsable de la Calibración
	19/02/2016	 Ing. Gustavo Sonan M.	 Jack Choque M.

Página 1 de 2

GEO SERVICE RENT S.A.C.

Tel: +51.1 315 2920
 soporte@geosystemsperu.com
 Av. Javier Prado Este 1402, Of.601, Urb. Corac, San Isidro, Lima 027 - Perú

www.geosystemsperu.com

GEO SERVICE RENT

Geo Service Rent S.A.C.
 Av. Javier Prado Este 1402, Of. 601, Urb. Corpac
 San Isidro (Lima - Peru)
 Tel : (51-1) 315.2920
 Fax : (51-1) 225-1599
 soporte@geosystemsperu.com
 RUC No.20416505081

Número de Salida de Equipos	Fecha
10669	2016-02-22

Nombre	CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	RUC	20109565017
Dirección	AV. JAVIER PRADO ESTE NRO. 4109 URB. SANTA CONSTAN	No. Cliente	250
Contacto	JOSE ATUNCAR	Recepción	Jack Choque
Tel	6113939		
E-mail	jatuncar@casacontratistas.com		

Datos del Equipo que se Entrega para Mantenimiento/Reparación

Item	Cod. Interno	Descripción	Marca	Modelo	Numero de Serie	Cantidad
1	10198	ESTACION TOTAL LASER	TRIMBLE	3605 DR	507546	1
2	10199	TECLADO 3600 ALFANUMERICO	TRIMBLE	GDM CU 3600	66221058	1
3	741	ESTUCHE DE TRANSPORTE	----			1
4	742	CORREA DE TRANSPORTE	----			2
5	746	LLAVE ALLEN	----			3
6	752	FUNDA	----			1
7	755	BATERIA INTERNA	----			1
8	785	LLAVE DE CAJA	----			2

Estado de Recepción de Equipos

1 BATERIA INTERNA PRESENTA GOLPEADO, MASCARA DEL TECLADO
 PRESENTA BOTON PWR ROTO Y TRIBRACH DETERIORADO

Tipo de Servicio Solicitado

MANTENIMIENTO Y CALIBRACION

CONDICIONES DE ENTREGA DE EQUIPOS

NOTA IMPORTANTE

Por medio del presente documento, se le hace entrega de los equipos y/o accesorios que fueron entregados a Geo Service Rent S.A.C. por los servicios solicitados.

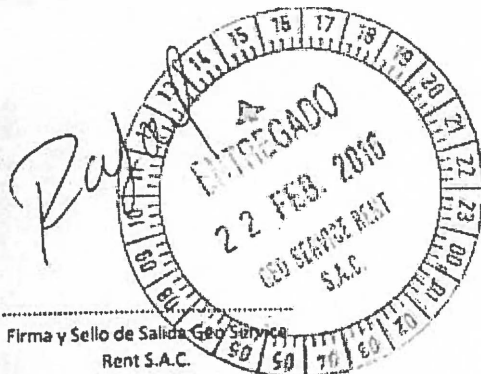
Sean estos servicios ejecutados o no, la presente deja constancia la entrega total o parcial de los equipos según indicaciones del cliente.

El presente documento hace efectivo las notas descritas en el documento de recepción de equipos, que fueron a la vez suscritas por el cliente al momento de dejar los equipos para la solicitud de los servicios de Geo Service Rent S.A.C.

Una vez entregado los equipos, Geo Service Rent no se responsabilizará de los daños o hurtos que pueda sufrir durante su traslado realizada por el mismo cliente o su representante.

El presente documento no avala, ni garantiza que los equipos entregados están en condiciones óptimas en funcionamiento. Solicite el Certificado de Calibración, Certificado de Garantía, u otros documentos que corresponda.

La firma de este documento por el Cliente o su representante para la entrega del equipo es un acuerdo entre las partes sobre la aceptación de las políticas descritas anteriormente.



Firma y Sello de Salida Geo Service
 Rent S.A.C.

Acepto las condiciones estipuladas

Nombre y Firma del Cliente.

Este documento debe estar firmado y sellado por el personal autorizado de Geo Service Rent S.A.C.. No se aceptará reclamos ni se responsabilizará si este documento no lleva dicha firma y sello.

Certificado de Servicio de Calibración

Nombre Cliente:	CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	No. Certificado:	16-0712
Equipo:	NIVEL AUTOMÁTICO	Fecha de Calibración:	04/05/2016
Marca:	PENTAX	Fecha de Vencimiento:	04/11/2016
Modelo:	AL-270		
Número de Serie:	439512	Revisión:	1.1

GEO SERVICE RENT S.A.C. certifica que el equipo topográfico arriba descrito cumple con las especificaciones técnicas de la fábrica y los estándares internacionales establecidos (DIN 18723).

Además, Geo Service Rent S.A.C., empresa del grupo Geo Systems S.A.C., bajo la acreditación de SGS ISO 9001:2008, certifica que el instrumento identificado arriba ha sido calibrado en concordancia con los procedimientos de calibración establecidas por el fabricante. Estos procedimientos de calibraciones están controlados por el ISO9001 y son diseñados para certificar que cumplen con las especificaciones establecidas por el fabricante detallado en el manual de usuario.

Patrón: Cinta métrica, marca Yamayo, modelo Pro Stainless, número de serie R250104, certificado de calibración LLA-530-2014 emitido por Indecopi – Servicio Nacional de Metrología – Laboratorio de Longitud y Angulo.

Certificados: Certificado de Operatividad de la Fábrica Trimble: Certificado de Precisión de acuerdo a las normas DIN 18723, Distancias y Ángulos, y Rango de Medición emitido por el mismo fabricante, Trimble Navigation Ltd. (Estación Total S8 1" DR PLUS N° 93310211 empleado como referencia en el Procedimiento GSR-P-06 PATRON DE DISTANCIAS)

Certificado de Centro de Servicio Autorizado por Trimble Navigation Ltd.

Certificado de Centro de Servicio Autorizado por TI Asahi (Pentax)


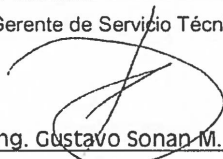
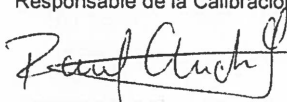
Resultado de la calibración: Se indican en la hoja 2 del presente Certificado de Servicio.

Condiciones ambientales de medición: Temperatura: 24.8 °C con variaciones que no excedieron +0,5 °C

Lugar de calibración: Centro de Servicio Técnico Autorizado – Geo Service Rent S.A.C.

Observaciones: Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 10 mediciones. Se coloca una etiqueta indicando fecha de calibración y número de certificado. La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

- Este Certificado no atribuye al equipo otras características que las indicadas por los datos aquí contenidos. Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones. Se garantiza la trazabilidad a los patrones nacionales.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa para ello.

Sello	Fecha	Gerente de Servicio Técnico	Responsable de la Calibración
	04/05/2016	 Ing. Gustavo Sonan M.	 RAFAEL ANCHO G.

Equipo de Calibración Utilizado:

El Set de Colimadores C5 es de la marca Pentax, con número de serie Z903720, distancia enfoque al infinito, con una distancia focal en 500mm. Apertura efectiva de 50mm y un campo de visión de 2°.

El Set de Colimadores Pentax contiene 2 telescopios horizontales apuntándose uno contra otro y una plataforma fija al centro. Cada colimador tiene un retículo en los extremos, los cuales se encuentran alineados. La verificación se realiza observando desde el retículo de un colimador hacia el retículo del colimador opuesto. Este equipo no requiere ser calibrado.

Procedimiento de Calibración del Equipo:

Por estimación del ángulo de inclinación del compensador automático enfocando al infinito respecto a la línea horizontal del retículo del colimador Pentax.

Resultados

VALOR DEL PATRÓN	VALOR LEÍDO EN EL INSTRUMENTO	ERROR	PRECISION	OPERATIVO
90°00'00.0"	90°00'00.0"	0.0"	± 0.5"	OPERATIVO

Sello



Fecha

04/05/2016

Gerente de Servicio Técnico

Ing. Gustavo Sonan M.

Responsable de la Calibración

RAFAEL ANCHO G.

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



TECPRO ELECTRÓNICA S.A.C.

Jr. Washington N° 1308 Of. 301 - Lima
 Tel: (511) 202-0050 Tel: (511) 423-5727
 Av. Paseo de la República N° 4020 - Miraflores
 Tel: (511) 421-9300 Telefax: (511) 421-942
 Email: tecpro@tecproelectronica.com
 WebSite: www.tecproelectronica.com

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 013-2016 -C07 TE

TECPRO ELECTRONICA S.A.C. declara que éste equipo ha sido calibrado en conformidad con los estándares de calidad sugeridos por TROXLER, y con la respectiva trazabilidad a NIST (The National Institute of Standards and Technology-USA).

DATOS DEL SOLICITANTE

Cliente : CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION SA
 RUC : 2010956507
 Dirección : Av. Javier Prado Este 4109 Urb. Santa Constanza Lima-Lima

DATOS DEL EQUIPO

Equipo : DENSIMETRO NUCLEAR
 Marca : TROXLER
 Modelo : 3440
 Serie : 60428

FECHA DE CALIBRACION

Fecha : 08 de Febrero del 2016

LUGAR DE CALIBRACION

Calibrado en : Laboratorio de TECPRO ELECTRÓNICA S.A.C.

METODO DE MEDICIÓN UTILIZADO

Se determina el porcentaje de error por comparación con los Blocks Secundarios que son idénticos al Set de Blocks Estándar Primarios de Calibración de Troxler cuyos valores de densidad son traceables a los estándares Master del National Institute of Standard and Technology (NIST), Gaithersburg, MD, USA.

PATRON DE MEDICION

Tres Blocks Secundarios de Calibración de Magnesio, Magnesio/Aluminio y Aluminio.

TEMPERATURA

Esta calibración se realizó en un ambiente con temperatura entre 14.4 °C y 25.6°C.

CONCLUSIÓN

Los errores encontrados no superan el $\pm 1\%$ establecido por el fabricante.
 Se adjuntan datos de las mediciones.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

TROXLER recomienda la calibración anual del equipo.

Félix Uribe Barreto
 Gerente General
 TECPRO ELECTRONICA SAC

Pág.- 1 de 2



Metrotest E.I.R.L.
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-071-2016

Pág. 1 de 3

OBJETO DE PRUEBA:

MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS

Rangos

100 000 kgf

Dirección de carga

Ascendente

FABRICANTE

ELE INTERNATIONAL

Modelo

36-0640106

Serie

03050000009

Indicador de Fuerza

ADR / 1886-1-3023

Transdustor de Presion

12112

Ubicación

Lab. Suelos y Pavimento - San Clemente - Pisco
00251

Codigo Identificacion

Norma utilizada

ASTM E4; ISO 7500-1

Intervalo calibrado

Escala (s)	100 000	kgf
De 10 000 a 100 000 kgf		10% A 100%

Temperatura de prueba °C

Inicial	22,6	Final	22,9
---------	------	-------	------

Inspección general

La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento

Solicitante

CONSTRUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN S.A.

Dirección

AV. JAVIER PRADO ESTE NRO. 4109 URB. SANTA
CONSTANZA - SANTIAGO DE SURCO

Ciudad

LIMA

PATRON(ES) UTILIZADO(S)

Tipo / Modelo	BOTELLA
Código	MF-02
Ceríf. de calibr.	INF-LE 122-15C PUCP

Unidades de medida

Sistema Internacional de Unidades (SI)

FECHA DE CALIBRACION

2016/02/25

FECHA DE EMISION

2016/03/14

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrología

Luigi Aceña G.



(Handwritten signature)



Metrotest

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-170-2016

Expediente	00098-2016	
Solicitante	CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	Misión:
Dirección	AV. JAVIER PRADO ESTE NRO. 4109 URB. SANTA CONSTANZA - SANTIAGO DE SURCO	Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.
Equipo de Medición	BALANZA NO AUTOMÁTICA	
Marca	OHAUS	Visión:
Modelo	TA302	Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.
Serie	7131521120	Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	CHINA	
Capacidad Máxima	300 g	
División de escala (d)	0,01 g	
División de verificación (e)	0,1 g	
Tipo	ELECTRONICA	
Ubicación	Lab. Suelos y Pavimento - San Clemente	
Fecha de Calibración	2016-02-25	

Método de Calibración

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,1 °C	24,1 °C
Humedad Relativa	40 %	40 %

Sello

Fecha de emisión

Jefe de Metrología



2016-03-14

Luigi Asenjo G.



Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-171-2016

Expediente 00098-2016

Solicitante CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

Dirección AV. JAVIER PRADO ESTE NRO. 4109
URB. SANTA CONSTANZA -
SANTIAGO DE SURCO

Equipo de Medición BALANZA NO AUTOMÁTICA

Marca OHAUS

Modelo SE6001F

Serie B148259027

Identificación 07704

Procedencia CHINA

Capacidad Máxima 6000 g

División de escala (d) 0,1 g

División de verificación (e) 1 g

Tipo ELECTRONICA

Ubicación Lab. Suelos y Pavimento - San Clemente

Fecha de Calibración 2016-02-25

Misión:
Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.



Visión:
Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.
Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

Método de Calibración

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,1 °C	23,8 °C
Humedad Relativa	45 %	43 %

Sello	Fecha de emisión	Jefe de Metrología
	2016-03-14	 Luigi Asenjo G.

ANEXO IV: ENSAYO DE DEFLECTOMETRÍA SOBRE LA SUBRASANTE TERMINADA



DEFLEXION

**A NIVEL DE LA
SUBRASANTE**

VIGA BENKELMAN



CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO VIAL N°6

VICTOR M. MELGAREJO GRANADOS
Técnico de Laboratorio Suelos y Pavimentos

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO VIAL N°6

RODOLFO GUERRA TORRES
Ing. Suelos y Pavimentos

OBRA: CONSTRUCCION DE LA AUTOPISTA RED VIAL N° 6
 TRAMO: SUB TRAMO 5 (53+386 AL Km 94+500)
 PROGRESIVA: Km. 59+840 al Km. 60+060
 CALZADA: DERECHO CARRIL: DERECHO
 ESTRUCTURA: SUBRASANTE

N° INFORME : 001
 ING. RESP. RODOLFO GUERRA
 TECNICO : VICTOR MELGAREJO
 FECHA 10 de mayo de 2016

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO CON VIGA BENKELMAN - CAPA SUBRASANTE

CLASIFICACION DEL VEHICULO : C2 CALZADA DERECHA : 0.90 m HUELLA
 CARGA EJE POSTERIOR : 8.2 TON RELACION DE BRAZOS : 2, 1
 PRESION DE LLANTAS : 80 PSI

PROGRESIVA	LADO	LECTURAS (0.01mm)							PARAMETROS S/C				PARAMETROS C/C			
		1° DIAL							2° DIAL				F.C	D (0.01mm)		Rc (m)
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-125	L-150	D ₀	D ₂₅	D ₅₀	D ₇₅		D ₁₀₀		
59+850	Der.	0.0	4.0	6.0	8.3	16.0	0	4.0	64	16	65	24	1.0	64	16	65
59+900	Der.	0.0	3.0	6.0	9.0	15.0	0	4.0	60	16	71	24	1.0	60	16	71
59+950	Der.	0.0	3.0	7.0	10.0	16.0	0	4.0	64	16	65	24	1.0	64	16	65
60+000	Der.	0.0	4.0	8.0	12.0	17.0	0	5.0	68	20	65	24	1.0	68	20	65
60+050	Der.	0.0	3.0	5.0	10.0	14.0	0	4.0	56	16	78	24	1.0	56	16	78

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
 PROYECTO RED VIAL N°6

VICTOR M. MELGAREJO GRANADOS
 Técnico de Laboratorio Suelos y Pavimentos



CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
 PROYECTO RED VIAL N°6

RODOLFO GUERRA TORRES
 Ing. Suelos y Pavimentos



OBRA: CONSTRUCCION DE LA AUTOPISTA RED VIAL N° 6
 TRAMO: SUB TRAMO 5 (53+386 AL Km 94+500)
 PROGRESIVA: Km. 59+840 al Km. 60+060
 CALZADA: DERECHO CARRIL: IZQUIERDO
 ESTRUCTURA: SUBRASANTE

N° INFORME : 001
 ING. RESP. RODOLFO GUERRA
 TECNICO : VICTOR MELGAREJO
 FECHA 10 de mayo de 2016

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO CON VIGA BENKELMAN - CAPA SUBRASANTE

CLASIFICACION DEL VEHICULO : C2 CALZADA IZQUIERDA 0.90 m HUELLA
 CARGA EJE POSTERIOR : 8.2 TON RELACION DE BRAZOS : 2, 1
 PRESION DE LLANTAS : 80 PSI

PROGRESIVA	LADO	LECTURAS (0.01mm)								PARAMETROS S/C			T.amb (°C)	F.C	PARAMETROS C/C		
		1° DIAL				2° DIAL				D (0.01mm)		Rc			D (0.01mm)		Rc
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-125	L-150	L-175	D ₀	D ₂₅	Rc			D ₀	D ₂₅	Rc (m)
59+875	Izq.	0.0	3.0	7.0	12.0	18.0	0	5	72	20	60	21	1.0	72	20	60	
59+925	Izq.	0.0	3.0	8.0	13.0	18.0	0	5	72	20	60	22	1.0	72	20	60	
59+975	Izq.	0.0	3.0	7.0	11.0	16.0	0	5	64	20	71	20	1.0	64	20	71	
60+025	Izq.	0.0	4.0	8.0	12.0	17.0	0	6	68	24	71	23	1.0	68	24	71	
60+075	Izq.	0.0	3.0	7.0	11.0	15.0	0	5	60	20	78	22	1.0	60	20	71	

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
 PROYECTO RED VIAL N°6

VICTOR M. MELGAREJO GRANADOS
 Técnico de Laboratorio Suelos y Pavimentos



CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
 PROYECTO RED VIAL N°6
 RODOLFO GUERRA TORRES
 Ing. Suelos y Pavimentos



OBRA:	CONSTRUCCION DE LA AUTOPISTA RED VIAL N° 6			N° INFORME:	001
TRAMO:	SUB TRAMO 5 (53+386 AL Km 94+500)			ING. RESP.:	RODOLFO GUERRA
PROGRESIVA:	Km. 59+840 al Km. 60+060			TECNICO:	VICTOR MELGAREJO
CALZADA:	IZQUIERDO	CARRIL:	IZQUIERDO	FECHA:	10 de mayo de 2016
ESTRUCTURA:	SUBRASANTE				

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO CON VIGA BENKELMAN - CAPA SUBRASANTE

CLASIFICACION DEL VEHICULO:	C2	CALZADA IZQUIERDA:	0.90 m	HUELLA:	
CARGA EJE POSTERIOR:	8.2 TON	RELACION DE BRAZOS:	2, 1		
PRESION DE LLANTAS:	80 PSI				

PROGRESIVA	LADO	LECTURAS (0.01mm)							PARAMETROS S/C					PARAMETROS C/C				
		1° DIAL			2° DIAL				D (0.01mm)		Rc	F.C	D (0.01mm)		Rc			
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-125	L-150	D ₀	D ₂₅	(m)	(m)	D ₀	D ₂₅	(m)	(m)	(m)	
59+875	IZQ.	0	3	7	12	18	0	5	72	20	60	21	1.0	72	20	60		
59+925	IZQ.	0	3	8	13	18	0	5	72	20	60	22	1.0	72	20	60		
59+975	IZQ.	0	3	7	11	16	0	5	64	20	71	20	1.0	64	20	71		
60+025	IZQ.	0	4	8	12	17	0	6	68	24	71	23	1.0	68	24	71		
60+075	IZQ.	0	3	7	11	15	0	5	60	20	78	22	1.0	60	20	78		

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N°6

VICTOR M. MELGAREJO GRANADOS
Técnico de Laboratorio Suelos y Pavimentos



CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
PROYECTO RED VIAL N°6

RODOLFO GUERRA TORRES
Ing. Suelos y Pavimentos



ANEXO V: CONTRATO DE CONCESIÓN

MEMA DE PARTES

7538

04 OCT 2005

Resistal 4:30

Firma

Hora

REPÚBLICA DEL PERÚ

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA

COMITÉ DE PROINVERSIÓN EN PROYECTOS DE
INFRAESTRUCTURA Y DE SERVICIOS PÚBLICOS

CONCESIÓN
DEL TRAMO VIAL PUENTE PUCUSANA – CERRO AZUL –
ICA (RED VIAL 6)

Lima, setiembre de 2005




CONTRATO DE CONCESIÓN

Señor Notario:


Sírvase extender en su Registro de Escrituras Públicas una en la que conste el Contrato de Concesión para la Construcción y Explotación del Tramo Vial Puente Pucusana-Cerro Azul-Ica de la Carretera Panamericana Sur – R01S entre el Estado de la República del Perú (el CONCEDENTE), actuando a través del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, facultado por el artículo 30°, inciso a) del Decreto Supremo N° 060-96-PCM, con domicilio en Av. 28 de Julio N° 800, Lima, Perú, debidamente representado por el Vice Ministro de Transportes, Ing Néstor Palacios Lanfranco, con D.N.I. N° 07786534, debidamente facultado mediante Resolución Ministerial N°643-2005-MTC/01 y de la otra CONCESIONARIA VIAL DEL PERU S.A., en adelante la SOCIEDAD CONCESIONARIA, con domicilio en Av. Javier Prado Este N° 4109, Urb. Santa Constanza, Surco, Lima Perú, debidamente representada por Alberto Aramayo Pinazo identificado con D.N.I. N° 10492960, debidamente facultado al efecto según poder que obra inscrito en la Partida N° 11789560 del Registro de Personas Jurídicas de la Oficina Registral de Lima y Callao-Oficina Lima.

SECCIÓN I: ANTECEDENTES Y DEFINICIONES

ANTECEDENTES




1.1.- Por Acuerdo de fecha 18 de abril de 2005, el Comité de PROINVERSIÓN en Proyectos de Infraestructura y de Servicios Públicos aprobó las Bases de la Segunda Licitación Pública Especial para la entrega en Concesión al sector privado del Tramo Vial Puente Pucusana-Cerro Azul-Ica de la Carretera Panamericana Sur – R01S, las que a su vez fueron aprobadas por el Consejo Directivo de PROINVERSIÓN en su sesión de fecha 22 de abril de 2005.




1.2.- Por acuerdo del Consejo Directivo de la Agencia de Promoción de la Inversión Privada de fecha 30 de junio de 2005, se aprobó el Contrato a ser suscrito entre la República del Perú representada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y la SOCIEDAD CONCESIONARIA.

1.3.- Con fecha 20 de julio de 2005, el Comité de PROINVERSIÓN en Proyectos de Infraestructura y de Servicios Públicos adjudicó la Buena Pro de la Licitación Pública Especial al Socio Estratégico CONSORCIO BINACIONAL ANDINO, quien ha acreditado el cumplimiento de las condiciones previstas en las Bases de la citada licitación, para proceder a la suscripción del presente contrato a través de la SOCIEDAD CONCESIONARIA.



1.4.- Mediante Resolución Ministerial N° 643-2005-MTC/01 se autorizó al señor Vice Ministro de Transportes, Ing Néstor Palacios Lanfranco para que en representación del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, suscriba el Contrato a que se refiere la Cláusula 1.2.



ANEXO II

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Comprende el Mantenimiento del Tramo Puente Pucusana-Cerro Azul de la Carretera Panamericana Sur-R01S así como la Construcción de la autopista y Mantenimiento del Tramo Cerro Azul-Ica.

La Construcción de la autopista está prevista a realizarse en tres etapas posteriores a las Actividades Preparatorias, según lo siguiente:

1. Actividades Preparatorias:

Durante los dos (02) primeros años contados desde la fecha de suscripción del presente Contrato, la SOCIEDAD CONCESIONARIA está obligada a realizar las siguientes Obras:

- a) Puesta a Punto de los 72.70 Km. por calzada de la autopista existente, considerando las bermas laterales de acuerdo a lo indicado en el párrafo 5., siempre que no existan obstáculos físicos que lo impidan, en el Tramo Puente Pucusana (inicio de la concesión) – Cerro Azul (inicio de la Construcción).
- b) Puesta a Punto de la calzada existente, considerando que las bermas a ambos lados de la vía deben mantener lo indicado en el párrafo 5., siempre que no existan obstáculos físicos que lo impidan, en el tramo comprendido entre las progresivas 94+400 (empalme del nuevo trazo, con la carretera actual) y 148+995 (Guadalupe).
- c) Construcción de una calzada de la autopista (derecha) desde la Progresiva 0+000 a la Progresiva 1+000 y Construcción de las dos calzadas de la autopista desde la Progresiva 1+000 a la Progresiva 1+600.
- d) Construcción del Intercambio Vial Cerro Azul.
Construcción de dos Unidades de Peaje por la reubicación de las Unidades de Peaje de Jahuay e Ica.

Las labores previstas en los acápite c) y d) se realizarán una vez que el CONCEDENTE hubiere entregado el 100% de los predios comprendidos entre la Progresiva 0+000 a la Progresiva 1+600

El monto de la Inversión Proyectada Referencial para estas actividades, incluido el impacto ambiental, asciende a un total de Doce Millones Trescientos Cincuenta y Cuatro mil Cuatrocientos Doce Dólares de los Estados Unidos de América y 48/100 (US\$ 12'354.412.48), sin incluir el Impuesto General a las Ventas.

2. Primera Etapa:

Se ejecutará dentro de los dos (2) años posteriores a la entrega de los predios necesarios, pero en ningún caso el inicio de las Obras para esta etapa podrá ser antes del inicio del tercer Año de la Concesión, según lo señalado en las Cláusula 5.2 y el presente anexo, y comprende la realización de las siguientes obras:

- a) Puesta a Punto de la calzada existente en el tramo comprendido entre las progresivas 20+301 (Pampa Clarita) y 53 + 386 (Intercambio Chincha Alta), considerando que las bermas a ambos lados de la vía deben mantener lo indicado en el párrafo 5., siempre que no existan obstáculos físicos que lo impidan.
- b) Construcción de la primera calzada (derecha) de la autopista entre las Progresivas 1+600 (Intercambio Cerro Azul) a 20+301 (Intercambio Pampa Clarita), considerando las bermas de acuerdo a lo indicado en el párrafo 5.
- c) Construcción de un puente sobre el Río Cañete cuya longitud mínima es 237 metros lineales.
- d) Construcción de puentes sobre los ríos: Río Chico y Matagente en Chincha cuya longitud mínima es 120 metros lineales cada uno.
- e) Construcción de un puente sobre el Río Pisco cuya longitud mínima es 237 metros lineales.
- f) Construcción de un puente sobre la quebrada de Tambo de Mora cuya longitud mínima es 35 metros lineales.
- h) Construcción de Tres Intercambios Viales en: Pampa Clarita, Tambo de Mora y Pisco
- i) Construcción de seis pasos a desnivel (uno en Cochahuasi, tres en Chincha, uno en Chincha Alta y uno en San Andrés)
- j) Construcción de la primera calzada entre las progresivas 53+386 (intercambio Chincha Alta) a 94+400 (empalme del nuevo trazo con la carretera actual que viene de Pisco) considerando las bermas de acuerdo a lo precisado en el párrafo 5.

El monto de la Inversión Proyectada Referencial para esta etapa, incluido el impacto ambiental, asciende a un total de Cincuenta y Ocho Millones Setecientos Once Mil Ochocientos Ochenta y Nueve Dólares de los Estados Unidos de América 83/100 (US\$ 58'711,889.83), sin incluir el Impuesto General a las Ventas.

3. Segunda Etapa:

La Construcción de las Obras se iniciará a partir de que ocurra cualquiera de los siguientes eventos:

- a) Si entre los Años doce (12) y dieciséis (16) de la Concesión, el tráfico promedio anual en las Unidades de Peaje registrado durante los treinta y seis (36) meses precedentes, asciende a 18'000,000.00 (dieciocho millones) de Ejes Cobrables o más, se dará inicio al Módulo A de la Segunda Etapa conforme a lo que se detalla mas adelante. El conteo para este propósito corresponderá a aquel señalado en la Cláusula 8.23 del presente Contrato

Al Año diecisiete (17) de la Concesión se iniciarán las Obras correspondientes al Módulo B de la Segunda Etapa;

- b) Al inicio del Año diecisiete (17) de la Concesión, si el tráfico anual registrado entre los Años catorce (14) y dieciseis (16) de la Concesión alcanzan los 13' 000, 000.00 (trece millones) de Ejes Cobrables o más, en cuyo caso se iniciarán las obras de los Módulos A y B.
- c) En caso ninguno de los supuestos previstos en los literales a) o b) precedentes hubiera ocurrido, la SOCIEDAD CONCESIONARIA deberá incrementar el monto de la carta fianza de Garantía de Fiel Cumplimiento de Construcción de Obras de acuerdo a lo establecido en la Cláusula 9.2, y deberá escoger una de las siguientes dos opciones:
 - c.1) Realizar las Obras correspondientes a la Segunda Etapa a más tardar al Año diecinueve (19) de la Concesión. En este caso, el plazo de Concesión se ampliará a treinta y dos (32) años.
 - c.2) No realizar las Obras correspondientes a la Segunda Etapa, en cuyo caso se producirá la caducidad de la Concesión y, el CONCEDENTE recuperará la Concesión de forma anticipada al finalizar el Año diecinueve (19) de la Concesión. En este caso, no será aplicable la indemnización establecida en la Cláusula 14.12.

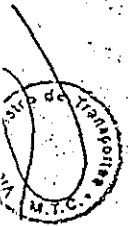
La SOCIEDAD CONCESIONARIA deberá presentar su decisión respecto a la selección de una de las dos alternativas antes mencionadas a más tardar el último Día del Año diecisiete (17) de la Concesión mediante una comunicación escrita dirigida por conducto notarial al CONCEDENTE con copia al REGULADOR. En el caso, no manifieste su decisión en el plazo indicado, se entenderá que ha optado por la opción c.2)

El plazo máximo para realizar las Obras correspondientes a la Segunda Etapa es de veinticuatro (24) meses contados a partir de los treinta (30) Días Calendario siguientes a partir de la fecha en la que se cumplió con la condición que originó la obligación de acuerdo con lo previsto anteriormente

3.1. Módulo A de la Segunda Etapa:

Las Obras correspondientes al Módulo A a ser realizadas en la Segunda Etapa son las siguientes:

- a) Construcción de la primera calzada, en los 6 Km. de tramos intermedios, entre las progresivas 21+200 a 22+200; 22+600 a 23+600 y 39+200 a 43+200, y la primera calzada de la variante PERÚ LNG, entre las progresivas 28+000 a 33+000.
- b) Construcción de la segunda calzada (izquierda) de la autopista entre las progresivas 1+600 (Cerro Azul) a 53+386 (Intercambio Chincha Alta), incluido tramos intermedios y PERU LNG.
- c) Construcción de un puente sobre el Río Cañete cuya longitud mínima es 237 metros lineales.
- d) Construcción de dos puentes en la Quebrada Topará, cuyas longitudes mínimas son de 50 metros lineales cada uno.



Handwritten signature in black ink.



El monto de la Inversión Proyectada Referencial para este módulo, incluido el impacto ambiental, asciende a un total de Cuarenta y Cinco Millones Cuatrocientos Cincuenta y Seis Mil Seiscientos Catorce Dólares de los Estados Unidos de América y 29/100 (US\$ 45'456,614.29) sin incluir el Impuesto General a las Ventas.

3.2. Módulo B de la Segunda Etapa:

Las Obras correspondientes al Módulo B a ser realizadas en la Segunda Etapa son las siguientes:

- a) Construcción de la segunda calzada (izquierda) de la autopista entre las progresivas 53+386 (intercambio Chincha) a 94+500 (empalme del nuevo trazo con la carretera actual que viene de Pisco).
- b) Construcción de dos puentes sobre los ríos: Río Chico y Matagente cuya longitud mínima es 120 metros lineales cada uno.
- c) Construcción de un puente sobre el río Pisco cuya longitud mínima es 237 metros lineales.
- d) Construcción de un Intercambio Vial en Chincha Alta
- e) Construcción de un Intercambio Vial en San Andrés
- f) Construcción de un Intercambio Vial en Paracas
- g) Construcción de un puente en la quebrada de Tambo de Mora, cuya longitud mínima es 35 metros lineales.

El monto de la Inversión Proyectada Referencial para este Módulo, incluido el impacto ambiental, asciende a un total de Cuarenta y Un Millones Doscientos Veintidós Mil Ochocientos Tres Dólares de los Estados Unidos de América y 73/100 (US\$ 41'222,803.73), sin incluir el Impuesto General a las Ventas.

El monto de la Inversión Proyectada Referencial para esta etapa, incluido el impacto ambiental, asciende a un total de Ochenta y Seis Millones Seiscientos Setenta y Nueve Mil Cuatrocientos Diez y Ocho Dólares de los Estados Unidos de América y 02/100 (US\$ 86'679,418.02) sin incluir el Impuesto General a las Ventas.

4. Tercera Etapa:

Cuando el promedio de tráfico de la totalidad de las Unidades de Peaje de la Concesión durante dos (2) años consecutivos, sea de 23' 000, 000.00 (veintitrés millones) de Ejes Cobrables o más, siempre que esto ocurra a más tardar cinco (5) años antes de la culminación de la Concesión, considerando las ampliaciones de plazo concedidas para la ejecución de las Obras de la Segunda Etapa, el CONCEDENTE solicitará la SOCIEDAD CONCESIONARIA la realización de las siguientes Obras:

- a) Construcción de la segunda calzada entre los KM. 94+500 (empalme del nuevo trazo con la carretera actual que viene de Pisco) a 148+995 (Guadalupe).

En tal supuesto, las Partes acordarán las condiciones para la ejecución de las Obras correspondiente a esta etapa y se pondrán de acuerdo en la ampliación del plazo de la Concesión. En caso el CONCEDENTE y la SOCIEDAD CONCESIONARIA no se pusieran de acuerdo respecto a la realización de las Obras correspondientes a la presente etapa, el CONCEDENTE podrá realizar dichas Obras por sí mismo o contratar a un tercero, en cuyo caso, la SOCIEDAD CONCESIONARIA no incurrirá en responsabilidad alguna, produciéndose por tanto la caducidad de la Concesión al vencimiento del plazo ampliado para la ejecución de las Obras correspondientes a la Segunda Etapa.

Los kilometrajes señalados en las progresivas son referenciales, y se encuentran referidos al proyecto original contenido en el Estudio de Ingeniería e Impacto Ambiental elaborado por la Asociación Alpha Consult S.A. – AYESA. La SOCIEDAD CONCESIONARIA realizará las conciliaciones necesarias para adecuarse al nuevo sistema instalado por el CONCEDENTE con posterioridad al proyecto original.

El monto de la Inversión Proyectada Referencial para esta etapa asciende a un total de Treinta y Cuatro Millones Trescientos Cuarenta y Cinco Mil Quinientos Ochenta y Ocho Dólares de los Estados Unidos de América y 24/100 (US\$ 34'345,588.24), sin incluir el Impuesto General a las Ventas.



5. Tratamiento de las Bermas:

5.1 En los tramos existentes:

- Puente Pucusana – Cerro Azul .- Mantener las bermas del lado derecho con un ancho de 3.00 metros libres y las bermas del lado izquierdo con un ancho de 1.20 metros libres, terminadas al mismo nivel de la plataforma con el tipo de tratamiento superficial existente en la fecha de la firma del Contrato.
- Pampa Clarita – Intercambio Chincha Alta e Intercambio San Andrés – Guadalupe.- Mantener las bermas exteriores e interiores con un ancho de 2.00 metros libres, terminadas al mismo nivel de la plataforma con el tipo de tratamiento superficial existente en la fecha de la firma del Contrato.

5.1 En los tramos nuevos:

- Construcción de autopista – Actividades Preparatorias

Las Bermas al lado derecho de ambas calzadas deberán tener un ancho de 3.00 metros libres y las del lado izquierdo un ancho de 1.20 metros libres, terminadas al mismo nivel de la plataforma con tratamiento superficial Bicapa.

- Construcción de 1ra calzada - 1ra Etapa (Lado derecho de la autopista)

Las bermas al lado derecho de la calzada deberán tener un ancho de 3.00 metros libres y las del lado izquierdo un ancho de 2.00 metros libres, terminadas al mismo nivel de la plataforma con tratamiento superficial Bicapa.

- Construcción de 2da calzada - Segunda y Tercera Etapa (Lado izquierdo de la autopista)

Las bermas al lado derecho de la calzada deberán tener un ancho de 3.00 metros libres y las del lado izquierdo un ancho de 1.20 metros libres, terminadas al mismo nivel de la plataforma con tratamiento superficial Bicapa.

