

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



TESIS

**INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE
LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA
CARRETERA PE-3N.
BAMBAMARCA – AMAZONAS**

**Para optar el Título Profesional de
INGENIERO GEÓLOGO**

Presentado por:

Bach. Dianela Yacori Medina Tasilla

Asesor

Dr. Segundo Reinaldo Rodríguez Cruzado

Cajamarca – Perú

2022

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater, la Universidad Nacional de Cajamarca, mi casa de estudios y centro de formación académica, que me brindó todos los medios necesarios para mi formación profesional.

A mis docentes, que día a día me impartieron sus conocimientos y enseñanzas para lograr ser una gran profesional.

A mi abuelita, María, por todos los años que me dedicó durante mi infancia y a quién debo tanto en mi vida.

A mis padres José y Flor, que con su apoyo incondicional me facilitaron todos los medios y herramientas necesarias para alcanzar mis metas en la vida.

A mis hermanitos, Jahayra y Christhofer, a quienes amo con todo mi corazón y son mi más grande fortaleza.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis padres, motor y motivo de mi vida, aquellos que me apoyan en todo momento y nunca me dejan sola.

A mis hermanos, con quienes he compartido mi infancia y traen a mi los mejores momentos de mi vida.

Finalmente a mis amigos, grandes personas que siempre me motivaron a seguir adelante en cada decisión tomada.

LISTA DE ABREVIATURAS

A	: Área proyectada
CL	: Contracción lineal
C_o	: Coeficiente orográfico
H	: Altitud media de la cuenca
IP	: Índice plástico
K_c	: Índice de Gravelius
m	: Coeficiente de resistencia estructural
M_s	: Peso del material sólido
M_w	: Peso del agua
n	: Número de confluencias parciales
N_i	: Números de cauces de orden i
N_{i+1}	: Número de cauces superiores inmediatamente superior
P	: Perímetro de la cuenca
R_c	: Relación de confluencias promedio
R_{ci}	: Relación de la confluencia parcial
σ_{or}	: Tensión geoestática original
σ_z	: Tensión incremental en la capa intermedia

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
AGRADECIMIENTO.....	i
DEDICATORIA.....	ii
TABLA DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	viii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I.	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	3
2.1.1. Antecedentes Internacionales	3
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	4
2.1.3. Antecedentes Locales.....	4
2.2. BASES TEÓRICAS	5
2.2.1. Clasificación de Unidades Morfogenéticas.....	5
2.2.2. Depósitos Cuaternarios	6
2.2.3. Estudio Hidrológico.....	7
2.2.5. Descripción y Clasificación de los Suelos	13
2.2.6. Ensayos de Mecánica de Suelos Aplicados a la Investigación.....	18
2.2.7. Evaluación de Asentamientos de los Suelos	19
2.2.8. Evaluación de Expansión en los Suelos	23
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	28
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	29

Pág.

3.1. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD	29
3.2. CLIMA Y VEGETACIÓN.....	30
3.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	31
3.3.1. Tipo, Diseño y Método de la Investigación	31
3.3.2. Población de Estudio.....	32
3.3.3. Muestra	32
3.3.4. Unidad de Análisis.....	32
3.3.5. Definición de Variables.....	32
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	32
3.4.1. Técnicas	32
3.4.2. Instrumentos y Equipos	33
3.5. ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS	34
3.6. EVALUACIÓN HIDROLÓGICA	35
3.6.1. Precipitación	36
3.6.2. Coeficiente de Escurrimiento.....	40
3.6.3. Infiltración.....	40
3.7. GEOLOGÍA LOCAL.....	42
3.7.1. Depósitos Cuaternarios	42
3.8. UNIDADES MORFOGENÉTICAS	44
3.8.1. Planicies (0° - 8°)	44
3.8.2. Lomadas (8° - 20°).....	44
3.8.3. Laderas (25° - 50°).....	45
3.7.4. Escarpas (> 50°)	46
3.9. GEOMECÁNICA DE SUELOS	46
3.9.1. Muestreo de Calicatas	46
3.9.2. Ensayos de Laboratorio	48
3.10. Determinación de Asentamientos	51
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	54

	Pág.
4.1. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	54
4.1.1. Evaluación de expansión entre los km 12+000 al km 15+000.....	54
4.1.2. Evaluación de asentamientos entre los km 12+000 al km 15+000.....	56
4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	57
4.3. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	58
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
5.1. CONCLUSIONES.....	59
5.2. RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1. Clasificación de unidades morfogénicas	5
Tabla 2.2. Parámetros adimensionales de los sistemas hidrológicos	7
Tabla 2.3. Formas geométricas de cuencas hidrográficas.....	8
Tabla 2.4. Valores de coeficientes de escurrimientos C,	9
Tabla 2.5. Granulometría del suelo.....	14
Tabla 2.6. Ensayos de identificación de Suelos.....	18
Tabla 2.7. Asentamiento del suelo según el tiempo.	19
Tabla 2.8. Módulo edométrico de deformación.....	21
Tabla 2.9. Actividad de la arcilla, medida en función a (A)	24
Tabla 2.10. Potencial de expansión asociado a la plasticidad de los suelos	25
Tabla 2.11. Comprensibilidad en función al índice de compresión	26
Tabla 3.1. Coordenadas UTM: DATUM WGS – 84 de los límites.....	29
Tabla 3.2. Acceso a tramo de carretera en estudio.....	30
Tabla 3.3. Estaciones climatológicas origen y destino	31
Tabla 3.4. Definición de variables	32
Tabla 3.5. Estaciones climatológicas, origen y destino.	36
Tabla 3.6. Principales parámetros de la Cuenca del Río Llaucano.....	37
Tabla 3.7. Parámetros del modelo EV1 Km 12+000 al Km 15+000.....	38
Tabla 3.8. Precipitación a la altitud media de la cuenca	39
Tabla 3.9. Estimación de infiltración y escurrimiento	41
Tabla 3.10. Ubicación de calicatas de exploración	47
Tabla 3.11. Análisis para la determinación de contenido de humedad natural ...	48
Tabla 3.12. Análisis granulométrico por tamizado.....	48
Tabla 3.13. Límite Líquido, Límite Plástico e índice de Plasticidad	49
Tabla 3.14. Clasificación SUCS y AASTHO.....	49
Tabla 3.15. Ensayos de peso específico.....	50
Tabla 3.16. Ensayo Proctor modificado	50

	pág.
Tabla 3.17. Ensayo de Cantidad Fina que Pasa por el Tamiz DE 75 μm	51
Tabla 4.1. Variables geotécnicas evaluadas en el Km 12+338.56.....	51
Tabla 4.2. Variables geotécnicas evaluadas en el Km 12+836.53.....	51
Tabla 4.3. Variables geotécnicas evaluadas en el Km 13+190.00.....	52
Tabla 4.4. Consolidado de ensayos de suelos en la zona en estudio.....	111
Tabla 4.5. Asentamientos máximos permisibles en la carretera	56
Tabla 4.6. Asientos máximos en 07 días, 365 días y 3650 días	56
Tabla 4.7. Inestabilidad geotécnica en la zona en evaluación.	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.2. Granulometría de partículas.....	15
Figura 2.3. Carta de plasticidad de Casagrande	17
Figura 2.4. Profundidad de la zona de influencia basada en la.....	23

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3.1. Acceso a la zona.....	30
Fotografía 3.2. Clima,vegetación	31
Fotografía 3.3. Depósito coluvio-aluvial Km 12+160.....	43
Fotografía 3.4. Depósitos fluviales Km 12+430.....	43
Fotografía 3.5. Planicie, ubicada en el margen derecho de la carretera,	44
Fotografía 3.6. Lomada en el margen derecho del eje de vía,	45
Fotografía 3.7. Ladera en el margen derecho de la carretera	45
Fotografía 3.8. Escarpa ubicada en el lado izquierdo del eje de vía	46

ANEXOS

ANEXO 01

Autorización de uso de Información

ANEXO 02

PLANOS

- Plano 01. Ubicación
- Plano 02. Imagen Satelital
- Plano 03. Plano Geológico
- Plano 04. Pendientes
- Plano 05. Geomecánica de Suelos
- Plano 06. Geotécnico

ANEXO 03

ENSAYOS DE LABORATORIO POR CALICATA

ANEXO 04

ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS – SOFTWARE GEO5

ANEXO 5

PANEL FOTOGRÁFICO

LISTA DE ABREVIATURAS

A	:	Área proyectada
C	:	Coeficiente de escorrentía
Co	:	Coeficiente orográfico
I	:	Intensidad máxima de lluvia en mm/hora
H	:	Altitud media de la cuenca
H₁	:	Altitud de la estación de origen
K_c	:	Índice de Gravelius
n	:	Número de confluencias parciales
N_i	:	Números de cauces de orden i
N_{i+1}	:	Número de cauces superiores inmediatamente superior
P	:	perímetro de la cuenca
Pe	:	Precipitación efectiva (mm)
PP	:	Precipitación a la altitud H
PP₁	:	Precipitación a la altitud H ₁
Q	:	Escorrentía crítica en m ³ /seg
R_c	:	Relación de confluencias promedio
R_{ci}	:	Relación de la confluencia parcial

RESUMEN

La carretera Bambamarca – Paccha, entre los Km 12+000 al Km 15+000, se conforma por depósitos cuaternarios, de origen, coluvio-aluvial y aluvial, evaluados mediante ocho (08) estaciones, donde se analiza el comportamiento geotécnico de los mismos, así como los factores detonantes, los cuales son: precipitación, infiltración, sismicidad y sobrecarga; los cuales afectan directamente la estabilidad. Esta investigación comprende la evaluación geotécnica de los depósitos cuaternarios que conforman el eje de vía, determinándose las zonas críticas de la carretera, debido a los asentamientos y expansiones, originados por la absorción de agua, tanto superficial como subterránea. Como resultados se obtuvo que los valores de asentamiento en un periodo de 10 años, que tiene como asentamiento mínimo 8.2 mm y con máximos de 53.8 mm obtenidos con el software GEO5, siendo este último valor el que podría causar inestabilidad relativa; por su parte las estaciones del 01 al 05 y la 07 tienen índices de plasticidad que varían de 5 a 10 siendo el potencial de expansión bajo, mientras que las estaciones 06 y 08 tienen un índice de plasticidad de 12 lo que indica un potencial de expansión medio.

Palabras Clave: *Depósitos cuaternarios, Asentamientos, Expansión, Evaluación Geotécnica.*

ABSTRACT

The Bambamarca – Paccha road, between Km. 12+000 to Km. 15+000, is made up of quaternary deposits, of colluvial-alluvial and alluvial origin, evaluated by means of well stations (08), from which it is determined the geotechnical behavior of the same are analyzed, as well as the triggering factors, they are: precipitation, infiltration, seismicity and overload; those that directly affect stability. This research includes the geotechnical evaluation of the quaternary deposits that make up the roadway, determining its critical areas, due to settlements and dilations, caused by the absorption of water, both surface and underground. As a result, we obtained that the settlement values in a period of 10 years, which have a minimum seat of 8.2 mm and a maximum of 53.8 mm obtained with the GEO5 software, this last value being the one that could cause instability; On the other hand, stations 01 to 05 and 07 have plasticity indices that vary from 5 to 10 considering the potential for low expansion, while stations 06 and 08 have a plasticity index of 12, which indicates a potential for expansion. medium expansion.

Keywords: *Quaternary Deposits, Settlements, Expansion, Geotechnical Evaluation*

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

La zona de investigación está ubicada entre las progresivas Km 12+000 al Km 15+000, de la CARRETERA PE-3N. BAMBAMARCA - AMAZONAS, la cual está cimentada sobre depósitos cuaternarios de origen aluvial y coluvio-aluvial, encontrando material compuesto por bloques, gravas, arenas, limos y arcillas, donde se evidencia asentamientos y expansión en los lugares donde predominan los materiales finos. Estas condiciones de expansión y asentamiento se originan por factores detonantes como la precipitación y la infiltración, agua que se acumula en la porosidad y espacios de vacíos de los depósitos cuaternarios. Además, tenemos sobrecargas sobre la carretera producidas por el tránsito de los vehículos. La sismicidad influye en el reacomodo de las partículas tanto horizontal como verticalmente, considerándose estas como ondas de choque p y ondas de corte s; variables que dan lugar a la inestabilidad geotécnica por pérdida de resistencia en los suelos cuaternarios. Frente a ello, se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuál es la inestabilidad geotécnica por asentamientos y expansión de los depósitos cuaternarios entre las progresivas Km 12+000 al Km 15+000 en la cimentación de la CARRETERA PE-3N BAMBAMARCA – AMAZONAS? donde podemos decir que está asociada a las zonas afectadas por expansión y asentamientos, lo que produce la inestabilidad geotécnica en la vía.

Siendo la justificación de la tesis, que, durante la ejecución de proyectos de carreteras, cómo es el caso de la carretera en estudio, existen sectores que requieren de especial atención por observarse la presencia de depósitos cuaternarios que constituyen suelos inestables y críticos, que requieren ser analizados adecuadamente para encontrar las características geotécnicas de los suelos que conforman la plataforma de la vía.

Además, el tipo de investigación es de alcance descriptivo, correlacional y explicativo.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el tramo Km 12+000 al Km 15+000, de la carretera PE -3N (Bambamarca) – Paccha – Chimbán – Pión – LD. Con Amazonas (Emp. Am - El Triunfo).

El objetivo principal de la investigación es analizar la inestabilidad geotécnica por asentamientos y expansión en los depósitos cuaternarios entre las progresivas km 12+000 al km 15+000 de la CARRETERA PE-3N BAMBAMARCA – AMAZONAS.

Asimismo, cartografiar las unidades geológicas y estructurales que soportarán la carretera en estudio; obtener muestras en las calicatas en los puntos de control; analizar las muestras en el laboratorio y en gabinete, para obtener los parámetros físicos, mecánicos y clasificación SUCS – AASTHO; calcular los parámetros geotécnicos de asentamiento y expansión; Definir la zonificación geotécnica del área de investigación.

La tesis comprende los siguientes capítulos:

Capítulo I. Comprende la introducción a la investigación, donde se da la ubicación a grandes rasgos de la zona de investigación, se formula el problema, la justificación, el alcance y los objetivos principal y específicos.

Capítulo II. Presenta el desarrollo de los antecedentes y bases teóricas que serán fundamentales para la realización de la investigación.

Capítulo III. En este capítulo se desarrolla la descripción de materiales y métodos, la cual incluye la ubicación de la investigación, geográfica y política, accesibilidad, clima, vegetación, hidrología, geomorfología. De igual forma, describe procedimientos de la investigación: Metodología a emplear, definición de variables, técnicas e instrumentos, equipos empleados.

Capítulo IV. Abarca la descripción y discusión de resultados, la contrastación de hipótesis y la determinación de la veracidad de la misma.

Capítulo V. En este capítulo se presenta las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Niño (2015), en su tesis titulada: “Estudio de Suelos y Análisis Geotécnico del Sector Ubicado en el Km 04+180 de la Vía Puente Reyes – Gameza”, señala que, como elemento importante en el análisis de una zona inestable, es necesario el estudio de suelos, como herramienta útil para conocer el comportamiento del subsuelo y determinar los espesores de mejoramientos de suelo a realizarse en el terreno de fundación.

Sequeira (2020), en su tesis titulada: “Caracterización Geotécnica de Suelos en la Finca Jaboncillos, Escazú: Análisis Geofísico, Estabilidad de Laderas y Capacidad de Carga Admisible”, concluye que, en función al contexto geológico, en donde se localiza la finca, se encuentra sobre materiales residuales de la Formación Pacacua, de la edad del Mioceno Inferior y posible deformación tectónica; eventos clave para el entendimiento del estado geomecánico del basamento rocoso y los materiales residuales que conforman los actuales suelos del sector SW de Escazú y el contexto geomorfológico indica la denudación en las laderas del Alto Raicero, la cual es intensa, generando así deslizamientos, abanicos coluviales y aluviales, depósitos masivos de deslizamientos y cerros residuales.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Tito (2014), en su tesis “Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ayacucho – Abancay, Tramo IV, perteneciente a la Ruta PE28B”, señala que, a la fecha, aún no existe una fórmula específica para la determinación de profundidad de mejoramientos, por tal motivo, consideran, CBR, Material orgánico y humedad. Las profundidades de mejoramiento varían levemente en contraste con el cálculo teórico, debido a que, en el momento de pasar los parámetros de la viga, que se reforzaron con mayores profundidades.

Guánchez (2017), en su investigación: “Estudio de Suelos. La Investigación Geotécnica en los Proyectos de Edificaciones”, señala que, analizar el contexto geológico en el que se encuentra el proyecto, permitirá conocer la naturaleza del proyecto y las amenazas a las que está expuesto. Analizar la geología regional y local determina la existencia de amenazas particulares en el sitio; entre ellos el potencial de sismicidad localizado o inducido por presencia de depósitos de agua cercanos, fallas geológicas que pueden ocasionar licuación o presencia de suelos colapsables o expansivos cuya presencia está determinada por la geología de la zona, esto permitirá comprender los espesores de suelos que requieran mejoramiento.

2.1.3. Antecedentes Locales

Peche (2013), en su tesis: “Evaluación de Espesores de Mejoramiento del Suelo de la Subrasante en la Carretera Lima – Canta”, evalúa los espesores de mejoramiento del suelo de la subrasante en la carretera Lima – Canta, donde determina que el espesor de mejoramiento fue calculado aplicando el modelo de Boussinesq para cada tramo, teniendo como resultado que entre las progresivas 78+113 al 78+213 y 77+785 al 77+825 se debe mejorar 0.90 m.

Sánchez (2013), en su tesis: “Mejoramiento de Carretera Cruce Paccha–Tallamac–Centro Poblado el Romero – Centro Poblado Pusoc” (Primer Tramo), usa para el diseño del afirmado los métodos de la USACE (U.S. Army Corps of Engineers) y el método de Road Research Laboratory, realiza el cálculo de la capacidad de soporte relativo, se ha efectuado los respectivos ensayos de las muestras representativas del suelo de cimentación, obteniendo que el suelo más desfavorable es el que se encuentra en el Km 03+150 al km 03+400; determinando a través de estos cálculos, que el espesor de afirmado debe ser de 0.30 cm.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Clasificación de Unidades Morfogenéticas

Según lo definido por Rodríguez (2016), se consideran las siguientes unidades morfogenéticas:

Tabla 2.1. Clasificación de unidades morfogenéticas

Unidad Morfogenética	Definición
Planicie	Presenta una superficie homogénea, morfología constante, con pendientes que van de 0° a 8°. Usualmente se desarrollan actividades agrícolas y ganaderas por el relieve que presenta. Se asocia a depósitos aluviales y fluvio-aluviales.
Lomada	Se visualizan como geoformas de tendencia cóncava, con pendientes variables entre los 8° a 20°, poseen baja altura.
Ladera	Se definen como geoformas con pendientes que van desde los 20° a los 50°, de composición litológica variable. Conforman cadenas montañosas.
Escarpa	Geoforma que posee una inclinación mayor a 50°, representando un cambio brusco de nivel en el relieve.

(Fuente: Rodríguez 2016)

2.2.2. Depósitos Cuaternarios

Los depósitos sedimentarios se forman por la acción de los procesos geomorfológicos y climáticos, resaltando el medio de transporte y la meteorización. En función al medio de sedimentación, los depósitos presentan distintas características geotécnicas se relacionan a las condiciones de formación de los sedimentos que las conforman (González de Vallejo, 2004). A continuación, presentamos los conceptos del autor:

Depósitos Coluviales

Se definen como el material transportado por acción de la gravedad, hielo-deshielo y el agua, de origen local y posterior transporte como derrubios de ladera o solifluxión, conformada por fragmentos angulares y heterométricos, de tamaño grueso. Se conforman por cantos heterométricos con fragmentos de distinta composición, redondeada a subredondeados.

Depósitos Coluvio-aluviales

Corresponden a depósitos formados por la acción de la deposición de materiales aluviales por corrientes fluviales sumados a los aportes gravitacionales laterales de los relieves que los rodean.

Depósitos Fluviales

Son material transportados y depositados por acción de los ríos, dan lugar a geoformas como terrazas, se caracterizan por que contienen escaso material fino.

2.2.3. Estudio Hidrológico

Legarda, et al. (2013), considera al ciclo hidrológico como la circulación general del agua, desde el océano hasta la atmósfera (vapor), de la atmósfera al suelo (lluvia), del suelo al mar (escorrentía e infiltración).

Análisis dimensional y condiciones de similitud hidráulica

Ortiz, et al. (2004), señala que por similitud hidráulica de los sistemas hidrológicos debe cumplir las condiciones de semejanza geométrica, cinemática y dinámica, mediante los parámetros adimensionales, que se expresan mediante las siguientes relaciones propuestas por el autor, quien, a su vez, las extrae de Horton (1932):

Tabla 2.2. Parámetros adimensionales de los sistemas hidrológicos

Índice de Gravelius	Relación de confluencias	Coefficiente orográfico
$K_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$	$R_{ci} = \frac{N_i}{N_{i+1}}$	$C_o = \frac{H^2}{A}$
	$R_c = \frac{1}{n} \sum R_{ci}$	

Fuente: (Horton 1945)

Donde:

- K_c = Índice de Gravelius
- P = perímetro de la cuenca
- A = Área proyectada
- R_{ci} = Relación de la confluencia parcial
- N_i = Números de cauces de orden i
- N_{i+1} = Número de cauces superiores inmediatamente superior
- R_c = Relación de confluencias promedio
- n = Número de confluencias parciales
- C_o = Coeficiente orográfico

H = Altitud media de la cuenca

Teniendo en consideración el coeficiente de Gravelius (Kc), es posible determinar la forma geométrica de la cuenca hidrográfica en base a los rangos establecidos, como lo señala Henaos (1988), a continuación:

Tabla 2.3. Formas geométricas de cuencas hidrográficas en base a rangos del Índice de Gravelius

Formas de sistemas hidrológicos en función al coeficiente de Gravelius (Kc)		
Clase de geometría	Rango de clase	Forma de cuenca
Kc₁	1 < Kc < 1.25	Oval redonda
Kc₂	1.25 < Kc < 1.50	Oval oblonga
Kc₃	1.50 < Kc < 1.75	Oblonga alargada

Fuente: (Henaos, 1988)

Transferencia de información hidrológica

La ecuación de transposición de las precipitaciones, según lo planteado por Ortiz (2004) es:

$$PP = \frac{H}{H_1} * PP_1$$

PP = Precipitación a la altitud H

PP₁ = Precipitación a la altitud H₁

H = Altitud media de la subcuenca a transponer

H₁ = Altitud de la estación de origen

Coeficiente de Escurrimiento (C)

El escurrimiento es la parte de la precipitación que aparece en las corrientes fluviales superficiales, perennes o intermitentes y no ha sido afectada por obras

artificiales, como lo señala Randy (2013), donde presenta los siguientes valores de coeficientes de escurrimiento (C), para el cálculo de los escurrimientos:

Tabla 2.4. Valores de coeficientes de escurrimientos C, para el cálculo de los escurrimientos.

Vegetación Topografía	Textura del suelo		
	Gruesa	Media	Fina
Bosques			
<i>Plano (0 – 5%)</i>	0.1	0.3	0.4
<i>Ondulado (6 – 10%)</i>	0.25	0.35	0.50
<i>Escarpado (11 – 30%)</i>	0.30	0.50	0.60
Pastizales			
<i>Plano (0 – 5%)</i>	0.10	0.30	0.40
<i>Ondulado (6 – 10%)</i>	0.10	0.36	0.40
<i>Escarpado (11 – 30%)</i>	0.22	0.42	0.60
Terrenos cultivados			
<i>Plano (0 – 5%)</i>	0.30	0.50	0.60
<i>Ondulado (6 – 10%)</i>	0.40	0.60	0.70
<i>Escarpado (11 – 30%)</i>	0.52	0.72	0.82

Fuente: (Randy, 2013)

Infiltración

Heras (1970), define a la infiltración como el proceso por el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el suelo. Señala que, la capacidad de infiltración es la cantidad máxima de agua que puede absorber en un suelo en determinadas condiciones, el cual varía considerando el tiempo en función a la humedad del suelo, el material que lo conforma y el grado de compactación que posee.

El autor considera que los factores que influyen en el proceso de infiltración son:

- Entrada superficial
- Transmisión a través del suelo

- Acumulación en la capacidad de almacenamiento
- Características en el medio permeable
- Características del fluido

En caso de establecerse un balance hídrico para una tormenta según Randy (2013), utilizamos la siguiente expresión:

$$P = I + F + S + Q$$

P = Precipitación total

F = Infiltración

S = Agua en depósitos superficiales

Q = Escorrentía superficial

Es importante resaltar, que se considera lluvia efectiva a la precipitación que llega al suelo, sin considerar la intercepción efectiva, la lluvia eficaz es la precipitación que está en condiciones de generar escurrimiento superficial, la lluvia neta es la parte de la lluvia que produce escurrimiento directamente.

Estimación de la precipitación efectiva

Randy (2013), plantea tres métodos más usados en la estimación de la precipitación efectiva.

- Método de Anderson:

$$P_e = (P - 12.5) * 0.80$$

P_e = Precipitación efectiva (mm)

P = Lluvia individual (mm)

Análisis de la Determinación de la Escorrentía de una Cuenca

Legarda (2013), define a la escorrentía como el agua que fluye a través del suelo. Está afectada por dos grupos principales de factores (climáticos y fisiográficos).

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Q = Escorrentía crítica en m³/seg

C = Coeficiente de escorrentía que depende de las características del área de drenaje

A = Área de la cuenca en hectáreas

I = Intensidad máxima de lluvia en mm/hora en un periodo equivalente

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

Kira (2018), señala que, en estadística, la prueba de Kolmogórov-Smirnov (también prueba K-S) es una prueba no paramétrica que determina la bondad de ajuste de dos distribuciones de probabilidad entre sí. En el caso de que queramos verificar la normalidad de una distribución, la prueba de Lilliefors conlleva algunas mejoras con respecto a la de Kolmogórov-Smirnov; y, en general, el test de Shapiro – Wilko la prueba de Anderson-Darlingson alternativas más potentes. Conviene tener en cuenta que la prueba Kolmogórov-Smirnov es más sensible a los valores cercanos a la mediana que a los extremos de la distribución. La prueba de Anderson-Darling proporciona igual sensibilidad con valores extremos.

Estadístico:

$$Fn(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \begin{cases} 1, Si y_i \leq x_i \\ 0 alternativa \end{cases}$$

Para dos colas, el estadístico viene dado por:

$$D_n^+ = \max (F_n (x) - F(x))$$

$$D_n^- = \max (F(x) - F_n (x))$$

Donde F(x) es la distribución presentada como hipótesis.

Modelo Probabilístico de Gumbel

Valleumbroso (2014), define al modelo probabilístico de Gumbel, como la distribución general de valores extremos es una familia importante de distribuciones usadas en el análisis de frecuencia hidrológica, para representar el comportamiento de crecientes y sequías.

La función densidad está dada por:

$$F(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[\frac{-x-\beta}{\alpha} - \exp \left(\frac{-x-\beta}{\alpha} \right) \right]$$

Donde a y b son los parámetros de la distribución.

$$A = \frac{\sqrt{6}}{\pi} s$$

$$\beta = x - 0.5772\alpha$$

Donde x y s son la media y la desviación estándar estimadas con la muestra.

$$Kr = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \ln \left[\frac{Tr}{Tr-1} \right] \right\}$$

Donde Tr es el periodo de retorno. Para la distribución Gumbel se tiene que el caudal para un periodo de retorno de 2.33 años es igual a la media de los caudales máximos.

$$\delta = [1 + 1.1396 Kr + 1.1 Kr^2]^{1/2}$$

δ es el límite de confianza, El valor K1 es el factor de frecuencia y t es la variable normal estandarizada para una probabilidad de no excedencia de 1-a.

2.2.5. Descripción y Clasificación de los Suelos

Hace referencia a la disposición y el estado de agregación de las partículas del suelo, las partículas más finas por su contenido de humedad suelen estar unida formando agregados o grumos, los espacios vacíos entre sí, se llaman poros y a través de ellos circula el aire y el agua. (Álzate, 2019).

Contenido de Humedad

Sequeira (2020), define al contenido de humedad (w), como la razón entre la masa del agua y la masa de sólidos del suelo, dando como resultado un porcentaje.

$$W = \frac{M_w}{M_s}$$

Donde:

M_w = Peso del agua

M_s = Peso del material sólido

Tipos de Suelos

Teniendo en consideración las Normas A.S.T.M., se ha clasificado a los suelos en grandes grupos según su granulometría:

- Gravas
- Arenas
- Limos
- Arcillas

Tabla 2. 5. Granulometría del suelo.

Tipo	Denominación		Tamaño de las Partículas
Suelos Granulares	Grava		75 mm – 4.75 mm
	Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
			Arena media: 2.00 mm – 0.425 mm
			Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Suelos Cohesivos	Material fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
		Arcillas	Menor a 0.005 mm

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Distribución Granulométrica

González de Vallejo (2004), menciona que, para conocer la proporción de cada material que tiene un suelo, se realiza análisis granulométricos; la granulometría tiene como finalidad determinar la textura que presenta el suelo, los porcentajes en peso de partículas de distinto tamaño que contiene un suelo.

En caminos, la granulometría debe ser caracterizada por tener una buena gradación, para cuando se realice la compactación de los terrenos, las partículas finas rellenen los huecos que dejan las de mayor tamaño, alcanzando así una mejor estabilidad y capacidad portante (Mohedas, 2014).

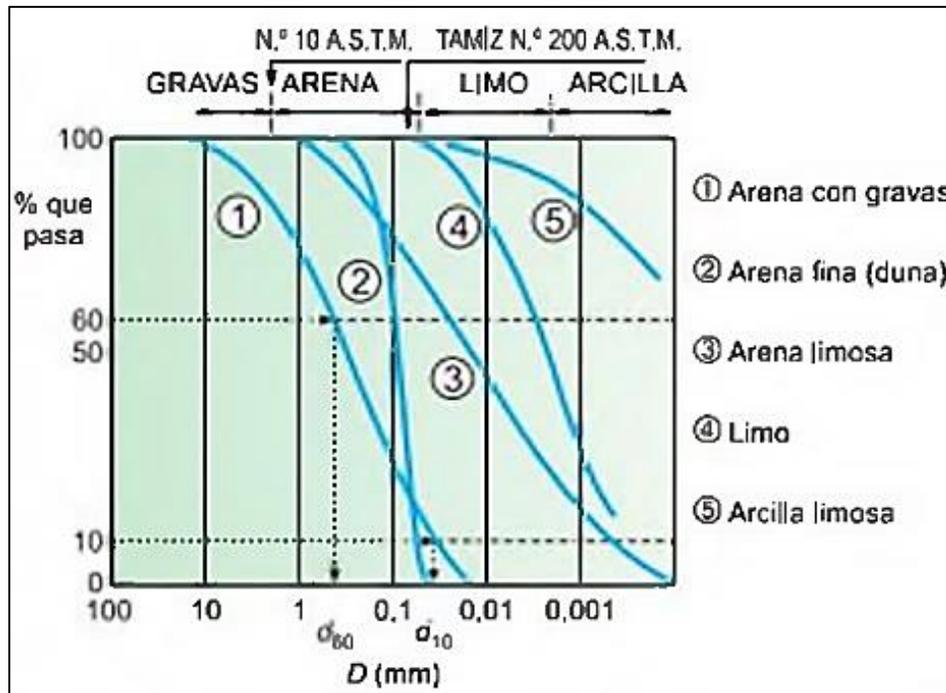


Figura 2.1. Granulometría de partículas
(González de Vallejo, 2004)

Para una mejor comprensión de la granulometría se un suelo, se emplearán los siguientes coeficientes:

- **Diámetro Efectivo (D_{10}):** Corresponde con el diámetro para el cual el 10% del total de masa del suelo es más fino. Sequeira (2020), por su parte, los valores de D_{30} y D_{60} consisten de los diámetros para los cuales un 30% y 60% de la masa de suelo es más fino y se emplean para estimar el sorteo y gradación del suelo, considerando el coeficiente de uniformidad y de gradación del suelo, considerando el coeficiente de uniformidad y de gradación.
- **Coficiente de Uniformidad (C_u):** Es la razón que existe entre el diámetro (en milímetros) por el que pasa un 60% de partículas del suelo (60% más fino) y el diámetro efectivo o D_{10} , mientras mayor es el valor del coeficiente, mayor de dispersión de tamaños (espectro granulométrico) tendrá la muestra

de suelo. En caso el valor sea menor que 5, el suelo presenta granulometría uniforme o se denomina como suelo seleccionado, un valor entre 5 y 20 es un suelo poco uniforme, un valor mayor a 20, se considera un suelo bien gradado.

- **Coeficiente de Curvatura o Gradación (C_c):** Das (2008), considera que, un coeficiente de curvatura con valores entre 1 y 3 se considera un suelo bien gradado o mal seleccionado; cuando presenta un coeficiente de curvatura mayor a 3 se considera un suelo mal gradado.
- **Contenido de Finos:** Son la fracción de partículas de suelo que pasan el tamiz N°200 de la ASTM y consiste en la población granulométrica compuesta de limos y arcillas. Indica la posibilidad de retención de líquidos y considera la clasificación según el sistema SUCS.

Límites de Atterberg

La humedad correspondiente a estos puntos de transición define el límite líquido (LL) y el límite plástico (LP).

Se refiere a ensayos de laboratorio normalizados que permiten obtener los límites de rango de humedad, donde el suelo se mantiene en estado plástico con ellos es posible clasificar el suelo en el Sistema de Clasificación Unificada de Suelos (USCS). (Duque, 2019).

- **Límite líquido (WL o LL):** Contenido de humedad del suelo en el estado límite entre el estado semilíquido y plástico.
- **Límite plástico (WP o LP):** Contenido de humedad del suelo en el límite entre los estados semisólido y plástico.
- **Índice de Plasticidad (IP):** Es la diferencia entre los límites líquido y plástico, el rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene plástico.

$$IP = LL - LP$$

Donde:

- IP = Índice de plasticidad
- LL = Límite líquido
- LP = Límite plástico

Una vez obtenidos el límite líquido, plástico y el índice de plasticidad, se graficará un punto en la carta de plasticidad de Casagrande, para el suelo ensayado.

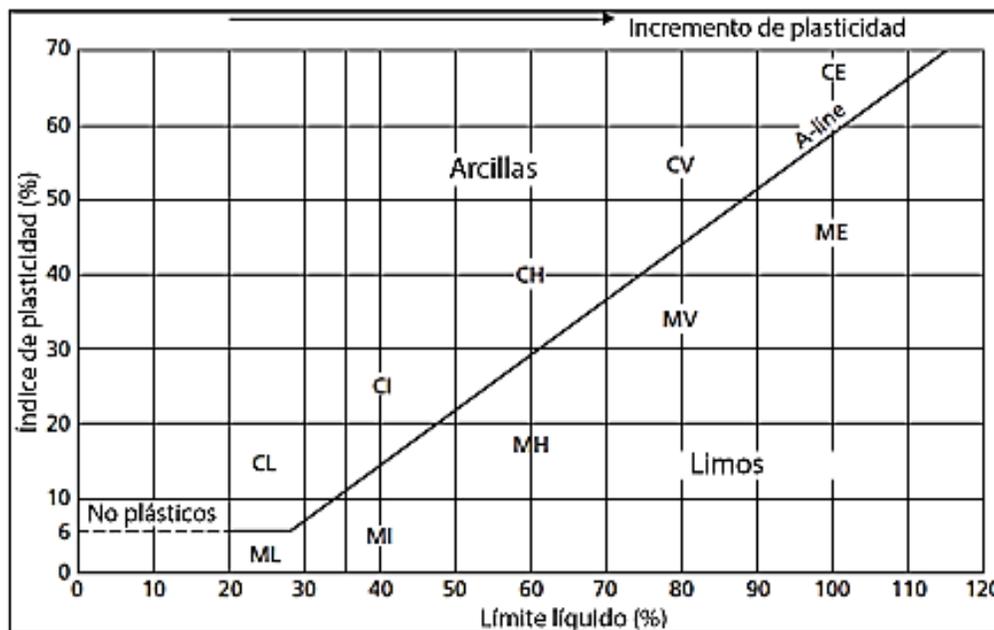


Figura 2.2. Carta de plasticidad de Casagrande (Sequeira, 2020)

En el eje de las abscisas, se representa el límite líquido y en el eje de las ordenadas, se representa el índice de plasticidad (Gonzales de Vallejo, et al. 2004). En función a la observación del gráfico, se determina que la línea vertical WL = 50, separa los suelos de baja y alta plasticidad, la línea oblicua "A", separa los limos de los suelos arcillosos, la línea "U", indica el límite de plasticidad para los suelos y está sobre la línea A.

2.2.6. Ensayos de Mecánica de Suelos Aplicados a la Investigación

Los ensayos de mecánica de suelos se desarrollan en muestras de suelos representativos del total del suelo donde ha sido tomado y que se encuentra todo el suelo en el mismo estado. (Sequeira, 2020)

Con el propósito de cumplir los objetivos del estudio, se realizaron los siguientes ensayos de identificación:

Tabla 2.6. Ensayos de identificación de Suelos

Ensayo de Identificación	Norma ASTM	Norma MTC
Muestreo se suelos y rocas		MTC E 101
Reducción de muestras de campo a tamaños de muestras de ensayo		MTC E 103
Conservación y transporte de muestras de suelos		MTC E 104
Obtención en laboratorio de muestras representativas		MTC E 105
Preparación en seco de muestras para el análisis granulométrico y determinación de las constantes del suelo		MTC E 106
Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM-D-422	MTC E 107
Determinación del contenido de humedad de un suelo	ASTM-D-2216	MTC E 108
Determinación del Límite Líquido de los Suelos	ASTM-D-423	MTC E 110
Determinación del Límite Plástico (L.P.) de los Suelos e Índice de Plasticidad (I.P.)	ASTM-D-424	MTC E 111
Compactación de Suelos en Laboratorio Utilizando una Energía Modificada (Proctor Modificado)	ASTM-D-1557	MTC E 115
Clasificación ASSTHO y SUCS	ASTM-D-2487	

Fuente: (Elaboración propia)

2.2.7. Evaluación de Asentamientos de los Suelos

Estévez (2014), señala que, si la tensión en el suelo causada por, la sobrecarga en la superficie del suelo, el cambio de tensión en el suelo, o en la estructura terrestre construida, son valores conocidos, será posible determinar la deformación del suelo. El asiento se caracteriza por ser no estacionario, variando según el tiempo, por tal motivo, no ocurre inmediatamente introducida la carga, sino que es variable según las características de consolidación del suelo.

- Suelos permeables: Se caracterizan por ser menos compresibles (arenas y gravas), tienen una rápida deformación.
- Suelos de baja permeabilidad: Deformación gradual o consolidación.

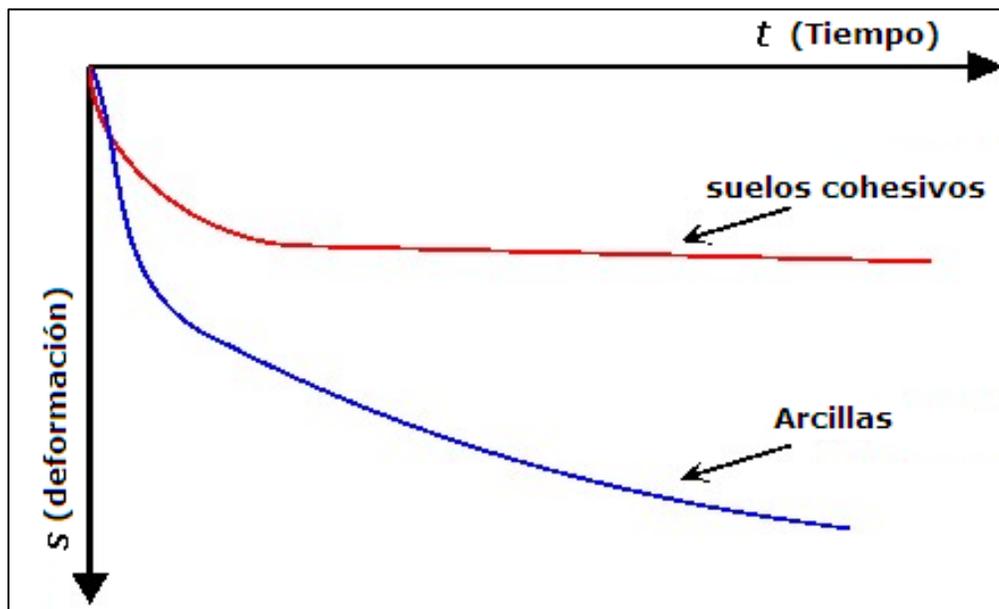


Tabla 2.7. Asentamiento del suelo según el tiempo.
Fuente: (Estévez, 2014)

La aplicación de cargas produce asentamientos, los cuales pueden ser divididos según su respuesta en tres componentes distintos:

- Asentamiento instantáneo (inicial): Deformación de corte, no produce cambios en el volumen, no existe pérdida de presión de poros en el suelo.

- Asentamiento primario (consolidación): Se produce cambio de volumen, se retira la presencia de agua, producida por la carga aplicada. Depende del tiempo y finaliza cuando la presión de poro es nula.
- Asentamiento secundario (arrastre): Se produce en constantes de presión efectiva.

La determinación de asientos se realiza a través del uso del Módulo Edométrico, a través del uso de la ecuación para calcular la compresión sobre una capa de suelo (i^{th}) debajo de la cimentación, con espesor h , se calcula el módulo de deformación E_{oed} , con la siguiente fórmula:

$$S_i = \sum \frac{\sigma_{z,i} h_i}{E_{\text{oed},i}}$$

Donde:

$\sigma_{z,i}$ = Componente vertical de tensión incremental en el medio de la capa i^{th}

h_i = Espesor de la capa i^{th}

$E_{\text{oed},i}$ = Módulo edométrico de la capa i^{th}

El módulo edométrico de deformación es un módulo secante vinculado a un intervalo de tensión $\sigma_{1,ef} - \sigma_{2,ef}$, seleccionado en el diagrama de la tensión – deformación $\Delta\varepsilon = (\Delta\sigma_{ef})$:

$$E_{\text{oed}} = \frac{\Delta\sigma_{ef}}{\Delta\varepsilon} = \frac{\sigma_{2,ef} - \sigma_{1,ef}}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}$$

Intervalo de deformación: $\sigma_{2,ef} - \sigma_{1,ef}$

El Módulo Edométrico de Deformación (E_{oed}) tiende a disminuir su valor aumentando el intervalo de tensión.

Se debe considerar para cada capa un valor específico de E_{oed} para un intervalo de tensión determinado (desde el estado de tensión original al estado de tensión final). Es posible especificar para cada suelo la curva edométrica respectiva (σ_{ef} / ϵ diagrama).

La relación entre E_{def} y E_{oed} está dado por:

$$E_{oed} = \frac{E_{def}}{\beta}$$

$$\beta = 1 - \frac{2\nu^2}{1-\nu}$$

ν = Coeficiente de Poisson

E_{def} = Módulo de deformación

El rango de valores aproximado del Módulo Edométrico de Deformación E_{oed} , para distintos suelos y el típico rango de tensión. (Vanicek, 2000).

Tabla 2.8. Módulo edométrico de deformación

Suelo	Módulo Edométrico E_{oed} [MPa]
Grava	60 - 6000
Arenas de densidad media a arenas densas	7 - 130
Cohesivo	2 - 3

Fuente: (Vanicek, 2000)

Teoría de la Resistencia Estructural

La resistencia estructural representa una resistencia del suelo contra la deformación por una carga en el inicio de la insuficiencia de su estructura interna. Con la

disminución del coeficiente m , el suelo responde con una tendencia lineal. Si la resistencia estructural se tiene en cuenta durante el análisis de asientos, entonces:

- a)** La zona de influencia se caracteriza por la profundidad debajo del fondo de la zapata, donde el incremento de la tensión vertical σ_z se vuelve igual a la resistencia estructural del suelo (se determina multiplicando la tensión geostática original σ_{or} por el coeficiente m):

$$\sigma_z = m * \sigma_{or}$$

m = Coeficiente de resistencia estructural

σ_{or} = Tensión geostadística original

- b)** cuando calculamos el asentamiento de una capa, el incremento de la tensión vertical debido σ_z a la sobrecarga y reducido por la resistencia estructural del suelo, viene dado por:

$$\sigma_z - m \cdot \sigma_{or}$$

Donde:

m = Coeficiente de resistencia estructural

σ_{or} = Tensión geostática original

σ_z = Tensión incremental en la capa intermedia

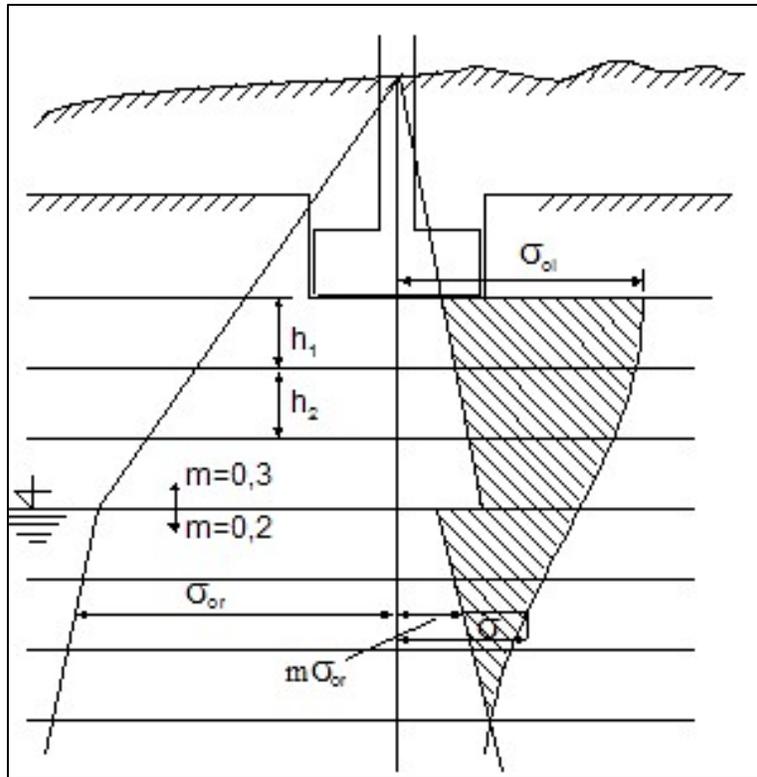


Figura 2.3. Profundidad de la zona de influencia basada en la Teoría de Resistencia estructural (Vanicek 2000)

2.2.8. Evaluación de Expansión en los Suelos

Arancibia (2003), señala que, el potencial expansivo el suelo se encuentra estrechamente relacionado al índice de plasticidad (IP) que presenta. Si la humedad de equilibrio es mayor a la humedad en campo, independiente a su capacidad de expansión, este puede verse afectado en mayor grado, caso contrario, cuando la humedad de equilibrio es mayor a la humedad natural, este suelo se contraerá.

El grado de compactación del suelo en un terraplén, favorece la expansión cuando aumenta el contenido del agua, finalmente a mayor carga aplicada, mayor será la expansión.

Número de Actividad

Crespo (2004), define al número de la actividad como un término aplicado a los suelos plásticos, con propensión a sufrir cambios de volumen, en presencia de diferentes contenidos de humedad. Está determinado por la siguiente fórmula:

$$A = \frac{I.P.}{\% \text{ part.} < 0.002 \text{ mm}}$$

Donde:

- A = Actividad
IP = Índice de plasticidad
% part. < 0.002 mm = % que pasa el tamiz N°200

Los altos valores del número de actividad (A), están asociados con suelos que contienen minerales arcillosos de mayor actividad.

Este valor permanece constante en muestras provenientes de estratos del mismo origen geológico, este valor permitirá identificar estratos de diferente origen geológico en el mismo sondeo. A mayor actividad, presenta mayor cohesión.

Tabla 2. 9. Actividad de la arcilla, medida en función a (A)

Nº de Actividad	Tipo de Arcilla
A < 0.50	Arcilla relativamente inactiva tipo caolinítico.
0.50 < A < 1.00	Arcilla con actividad normal, tipo ilítico.
A > 1.00	Arcillas más activas, tipo montmorillonítico.

Fuente: (Crespo, 2004)

Potencial de Expansión asociado a la plasticidad de los suelos

Crespo (2004), indica que, según la plasticidad, el potencial de expansión puede variar, yendo de potencial bajo a muy alto según el contenido de material fino en su composición.

Los materiales más susceptibles a sufrir hinchamiento son los materiales arcillosos, por permitir una gran incorporación de agua, principalmente las pertenecientes al grupo de las esmectitas, debido al débil enlace presente entre las láminas de su estructura, pudiendo generar la completa disociación o separación de las láminas. El potencial expansivo de un suelo puede ser relacionado con su índice de plasticidad. (Arancibia, 2003).

Tabla 2.10. Potencial de expansión asociado a la plasticidad de los suelos

Potencial de Expansión	Índice de plasticidad
Bajo	0 – 15
Medio	15 – 35
Alto	35 – 55
Muy alto	55 o más

Fuente: (Crespo, 2004)

Contracción Lineal

Es el porcentaje de contracción de un suelo con respecto a la dimensión original que posee. La contracción lineal se expresa en porcentaje y puede estimarse de la siguiente forma:

$$CL = \frac{IP}{2.13}$$

Donde:

CL = Contracción lineal

IP = Índice plástico

Cuando la contracción lineal de un suelo es mayor a 9%, se espera una actividad significativa de contracción – expansión.

Un valor empleado usualmente en el cálculo de asentamientos de estructuras para suelos consolidados es la ecuación propuesta por Terzaghi y Peck, conocido como índice de compresión (Crespo, 2004)

$$C_c = 0.009 (LL - 10)$$

Donde:

C_c = Compresibilidad

LL = Límite líquido

La compresibilidad puede expresarse de la siguiente forma:

Tabla 2.11. Compresibilidad en función al índice de compresión

Índice de Compresión	Compresibilidad
0.0 – 0.19	Baja
0.2 – 0.39	Media
0.4 a más	Alta

Fuente: (Crespo, 2004)

El grado de compactación de un suelo en un terraplén, una compactación relativamente elevada, favorece la expansión cuando puede aumentar el contenido de humedad de un suelo, mientras mayor sea la carga aplicada, mayor será la expansión (Arancibia, 2003).

El problema de la expansividad va unido a la presencia de minerales del grupo de las esmectitas y a la posibilidad de cambios de humedad en el suelo, lo que condiciona a que el ambiente circundante cambie cíclicamente de humedad. Los cambios de volumen por expansión y contracción también pueden producirse localmente al construir estructuras en áreas determinadas. (González de Vallejo, 2004).

2.2.9. SISMICIDAD

La sismicidad en el país se encuentra definida en función al Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006, con su modificatoria, según Decreto Supremo 003-2016-Vivienda, en su capítulo II, de Peligro Sísmico, la cual considera que el territorio nacional está dividido en 04 zonas, que toma como base la distribución espacial toma como base:

- Distribución espacial de la sismicidad observada.
- Características generales de los movimientos sísmicos.
- Atenuación de los movimientos sísmicos en la distancia espacial.
- Neotectónica

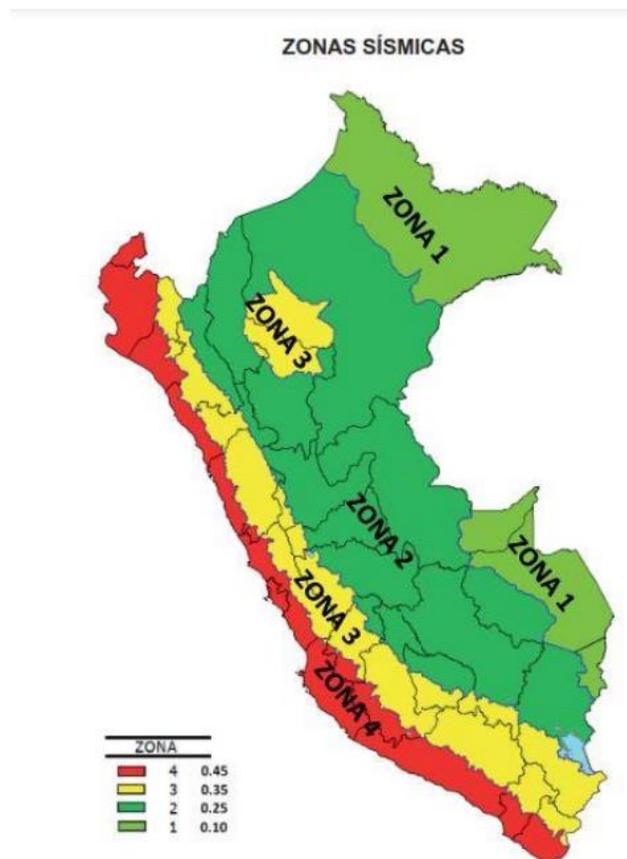


Figura 2.4. Mapa de zonas sísmicas del Perú
(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016)

Cada zona tiene asignado un factor Z, el equivale a la aceleración máxima horizontal en suelo rígido, con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Consistencia: Relativa facilidad con la que el suelo puede fluir y deformarse. (Tito, 2014).

Depósitos Cuaternarios: Materiales sedimentarios acumulados en las depresiones de la superficie de la corteza terrestre transportados por los diferentes agentes tales como: ríos, viento, mares, lagos, gravedad, acción química, etc. Los depósitos sedimentarios se clasifican en orgánicos e inorgánicos, clásticos y no clásticos, químicos y físicos, terrígenos y no terrígenos, alóctonos (transportados) y autóctonos (no transportados) o "in situ". (Dávila, 2011).

Expansividad: Proceso de aumento de volumen de la masa de suelo debido al aumento de una carga vertical; el suelo sufre un proceso inverso que supone una distribución de partículas, por esta razón se genera un incremento de volumen (Lanza, 1972)

Humedad: Porcentaje de agua en suelo o material. (Tito, 2014).

Potencial de expansión: Cambio volumétrico de un suelo inalterado, secado al aire, cuando se le satura bajo una presión de 7 kPa. (Sequeira, 1959).

Relación humedad/densidad (Proctor): Humedad vs. P.U. de suelos compactados. (Tito, 2014).

Subrasante: La subrasante hace referencia al terreno natural que se encuentra en el sitio, la cual no presenta ninguna modificación por medios mecánicos. (Niño, 2015).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

La zona de estudio está ubicada políticamente en:

Departamento : Cajamarca
Provincia : Chota
Distritos : Bambamarca

Geográficamente el Tramo de la Carretera Bambamarca – Amazonas, se encuentra en la cordillera Occidental de los Andes del Norte peruano; con coordenadas UTM: DATUM WGS 84, Zona 17S.

Tabla 3.1. Coordenadas UTM: DATUM WGS – 84
de los límites de la carretera

Vértices	Este	Norte
<i>Punto Inicial (Km 12+000)</i>	780845	9269683
<i>Punto Final (Km 15+000)</i>	782107	9271414

Las vías de acceso al Tramo en estudio en la carretera Bambamarca – Amazonas, está ubicada a 12 Km de la ciudad de Bambamarca, desde Cajamarca a la zona del proyecto por vía terrestre, se sigue la red vial Bambamarca – Paccha.

Tabla 3.2. Accesibilidad

Origen / Destino	Distancia (Km.)	Velocidad (Km./h)	Tiempo (Horas)
Cajamarca - Bambamarca	119	40.00	3.00
Bambamarca – Inicio Tramo I	1.50	20.00	0.10
Inico Tramo I – Km 12+000	12	20	0.60
TOTAL	120.5		4.1



Fotografía 3.1. Accesibilidad

3.2. CLIMA Y VEGETACIÓN

Las características climáticas promedio de la zona hacen prever un clima entre un subhúmedo y frío, en temporada de lluvias (enero a marzo), hasta un clima seco y frío, en temporada estiaje (abril - agosto), extendiéndose incluso a todo el periodo de transición (septiembre a diciembre) y donde ocurren también fuertes heladas.

El proyecto se encuentra ubicado en la subcuenca del río Llaucano, que influye directamente en la carretera en estudio, por este motivo debemos recurrir a la información de registros pluviográficos de intensidades de máximas precipitaciones que es la más adecuada.

Tabla 3.3. Estaciones climatológicas origen y destino

ESTACIÓN	UBICACIÓN		ALTITUD (m.s.n.m.)	PLUVIOSIDAD (mm/ año)	OBSERVACIÓN
	PROV.	DPTO.			
Bambamarca	Hualgayoc	Cajamarca	2536	1400	Categoría CP
Chota	Chota	Cajamarca	2486.6	1000	Categoría CO
El Palto	Utcubamba	Amazonas	1490	1400	Categoría CO

(Fuente: SENHAMI, 2022)

La vegetación está conformada por cultivos de plátanos, naranja, maíz, entre otros cultivos.



Fotografía 3.2. Clima y vegetación en la zona de estudio.

3.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1. Tipo, Diseño y Método de la Investigación

El tipo de investigación es descriptiva, puesto que involucra observar y describir las características del terreno sobre el que ha sido cimentada la plataforma de vía; según el diseño de la investigación es documental y de campo, puesto que la investigación toma como base la documentación bibliográfica y la información recopilada en campo; finalmente, el método de investigación es deductivo-inductivo.

3.3.2. Población de Estudio

Depósitos cuaternarios entre las progresivas del Km 12+000 al Km 15+000 de la CARRETERA PE-3N. BAMBAMARCA – AMAZONAS, lo cual comprende 3 km de longitud.

3.3.3. Muestra

La muestra está representada por las calicatas de muestreo de los puntos de control de asentamientos y expansión en el subsuelo entre los Km 12+000 al Km 15+000 de la CARRETERA PE-3N. BAMBAMARCA – AMAZONAS.

3.3.4. Unidad de Análisis

Comportamiento geomecánico de los depósitos cuaternarios, hidrología, cargas, sismicidad.

3.3.5. Definición de Variables

Tabla 3.4. Definición de variables

Variables Independientes	Variables Dependientes
Precipitación Infiltración Sobrecargas Sismicidad	Inestabilidad Geotécnica

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Técnicas

La principal técnica de recolección de datos, se aplicó a través del muestreo en campo, realizando calicatas de 1.00m x 1.00m x 1.50m; teniendo el mayor cuidado con las muestras y contramuestras obtenidas, evitando la contaminación de las

mismas; las cuales luego pasarán un análisis físico-mecánico, donde se empleará un juego de tamices, copa Casagrande, molde Proctor, martillo Proctor, molde CBR. Además los datos se llenaron en formatos de ensayos de suelos, para luego ser procesados en Excel.

3.4.2. Instrumentos y Equipos

La toma de datos se realizará con los siguientes instrumentos y equipos:

- Registro de materiales cuaternarios: Formatos donde se realizará la descripción de color, forma, espesor y cualquier característica que sea resaltante en el depósito en evaluación.
- Formatos de ensayos de laboratorio: Los cuales toman como base lo estipulado en el Manual de Ensayos de Materiales – 2016.
- GPS Garmin 64 S Map: Usado para la ubicación de puntos en la zona de estudio.
- Flexómetro (5m): Para medir las calicatas realizadas en la zona de estudio.
- Planos topográfico y geológico: Permitirá conocer la ubicación en la que nos encontramos y los depósitos sobre los que se está trabajando.

Instrumentos Metodológicos

Las guías de observación nos permitirán la recolección y registro de datos de forma sistemática y ordenada.

Para la ejecución de ensayos se tendrá en consideración lo estipulado en el “Manual de Ensayo de Materiales” – RD N°18 – 2016 – MTC/14.

Instrumentos de Ingeniería

Para la ejecución de los ensayos de laboratorio, se emplearán los siguientes instrumentos:

- Tamices ASTM: Empleados para la separación, fraccionamiento y determinación del tamaño.
- Balanza: Instrumento destinado para determinar la masa de un cuerpo.
- Estufa: Conocida también como estufa de secado, se emplea para secar la muestra a ensayar.
- Aparato Casa Grande: Empleado para determinar el límite líquido y plástico de la muestra.
- Molde de 4 y 6 pulgadas: Permite establecer el ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio, utilizando una energía modificada ($2700 \text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$)
- Pisón o martillo de compactación: Empleado para aplicar el esfuerzo en la compactación, con energía modificada para el ensayo de compactación en laboratorio.
- Molde, de metal, cilíndrico, de $152,4 \text{ mm} \pm 0,66 \text{ mm}$ ($6 \pm 0,026$ ") de diámetro interior y de $177,8 \pm 0,46 \text{ mm}$ ($7 \pm 0,018$ ") de altura, provisto de un collar de metal suplementario de $50,8 \text{ mm}$ ($2,0$ ") de altura y una placa de base perforada de $9,53 \text{ mm}$ ($3/8$ ") de espesor.
- Disco espaciador, de metal, de forma circular, de $150,8 \text{ mm}$ ($5 \text{ } 15/16$ ") de diámetro exterior y de $61,37 \pm 0,127 \text{ mm}$ ($2,416 \pm 0,005$ ") de espesor (Figura 1b), para insertarlo como falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación.

3.5. ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

El análisis e interpretación de datos se realizó en gabinete, procesando la data obtenida en campo a través de la observación directa y el muestreo; recopilando información sobre los depósitos geológicos y los suelos que los componen empleando los registros de materiales cuaternarios, los formatos de ensayos de laboratorio y las fichas de análisis de ensayos de laboratorio.

La información recopilada, fue procesada para su posterior análisis con los softwares: ArcGIS 10.8, AutoCAD 2020, GEO5 determinando de esta manera el comportamiento geotécnico de los depósitos.

3.6. EVALUACIÓN HIDROLÓGICA

De acuerdo al análisis regional de variables climatológicas, se pueden describir las características de variabilidad espacial y temporal de los componentes climatológicos promedio en la zona de influencia del proyecto, teniendo en cuenta que el área drenable tiene una variabilidad de 4 000 m.s.n.m. en la naciente del Río Llaucano, hasta unos 540 m.s.n.m. en el Río Marañón.

Aledaña a la zona de investigación encontramos a las estaciones: Chota (000303), Bambamarca (000362), El Palto (003332). Para esta investigación se considerará la estación Bambamarca.

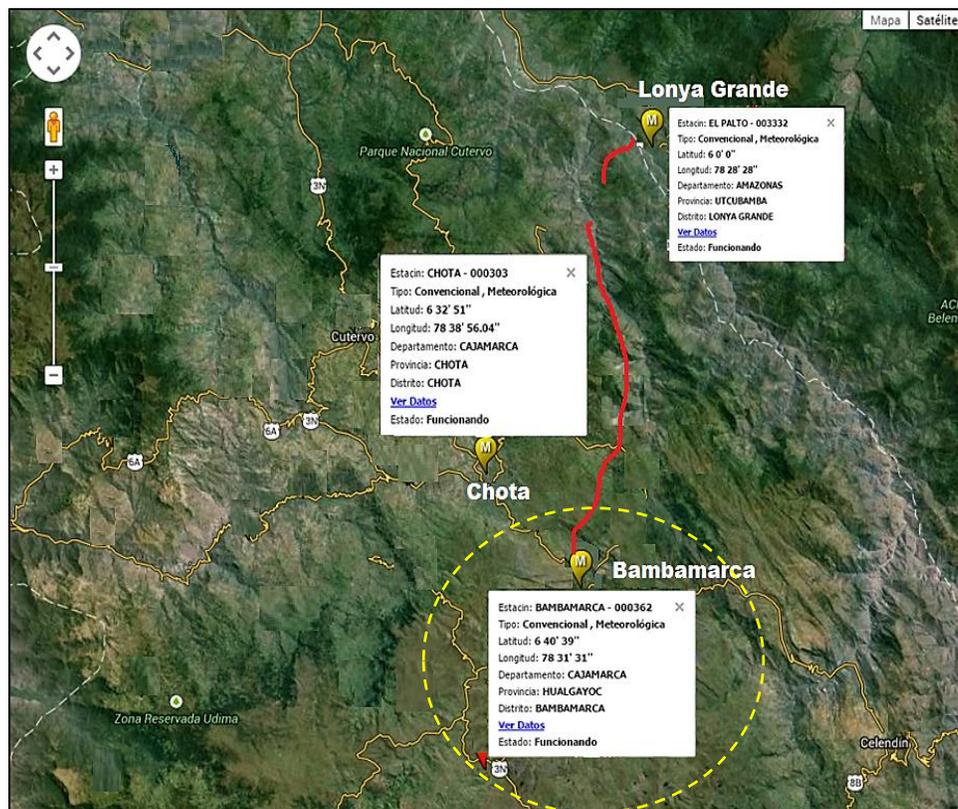


Figura 3.1. Ubicación de estaciones meteorológicas aledañas al proyecto
Fuente: Google Earth 2021.

Tabla 3.5. Estaciones climatológicas, origen y destino.

Estación	Ubicación		Coordenadas		Altitud (m.s.n.m.)	Pluviosidad (mm/ año)
	Prov.	Dpto.	Long.	Lat.		
Bambamarca	Hualgayoc	Cajamarca	W 78°31''	S 06°40'	2536	1400

3.6.1. Precipitación

Para los fines aplicativos del presente estudio, se considera el sistema hidrológico del Río Llaucano, como la cuenca origen, que tiene cercanía a la estación pluviométrica Bambamarca, del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, SENHAMI – Perú.

Terán (2021), determina los principales parámetros de la cuenca del Río Llaucano, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 3.6. Principales parámetros de la Cuenca del Río Llaucano

Parámetros Geométricos			
Área de la cuenca	Km ²	608.69	
Perímetro de la cuenca	Km	163.936	
Parámetros Morfológicos			
Coefficiente o índice de compacidad	Adimensional	1.861	
Factor de forma	Adimensional	0.344	
Ancho promedio	Km	14.471	
Parámetros de relieve			
Altitud media	m	3497.32	
Altitud más frecuente	Msnm	3801 – 3900	
Pendiente de la cuenca	%	28.21	
Parámetros de la red hídrica			
Longitud del cauce principal	Km	42.06	
Pendiente del cauce principal	%	2.37	
Parámetros generados			
Relación de longitudes	Adimensional	0.863	
Densidad de drenaje	Adimensional	0.593	
Frecuencia de ríos	Adimensional	0.311	
Tiempo de concentración	Horas	4.981	
Coefficiente orográfico	Adimensional	0.020	
Rectángulo equivalente	a	m	8.28
	b	m	73.710
Relación de confluencias	Adimensional	1.977	
Coefficiente de masividad	Adimensional	0.006	

(Fuente: Terán 2021)

La información pluviográfica sobre precipitaciones máximas diarias anuales para la presente tesis, está constituida por los resultados del análisis de frecuencias de 21 bandas pluviográficas correspondientes al mismo número de años de registro histórico de las tormentas anuales más críticas registradas en las estaciones, Bambamarca, que se ubica en el departamento de Cajamarca. Que son controladas por el Servicio Nacional de Meteorología del Perú “SENAMHI”.

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizó la información de máximas precipitaciones, tomando registro de 1999 al 2012, los parámetros obtenidos se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 3.7. Parámetros del modelo EV₁ Km 12+000 al Km 15+000

DURACIÓN (minutos)	ESTADÍSTICOS MUESTRALES		PARAMETROS DEL MODELO		PRUEBA BONDAD DE AJUSTE
	Promedio	Desv. Est.	a	b	
5	94.26	23.27	0.0551	83.7893	Kolmogorov
10	56.05	13.84	0.0827	49.8214	Kolmogorov
15	41.35	10.21	0.1256	36.7576	Kolmogorov
30	24.59	6.07	0.2112	21.8562	Kolmogorov
60	14.62	3.61	0.3553	12.9958	Kolmogorov
120	8.69	2.14	0.5975	7.7273	Kolmogorov

El Estadístico de Kolmogorov para l estación Bambamarca al 95% de confianza, arroja un valor de 0.23 mientras que la desviación máxima absoluta entre la probabilidad simulada y la observada es de 0.0848 de lo cual se concluye que existe un excelente ajuste al modelo probabilístico EV₁ de Gumbel.

Que serán transferidas a la zona de influencia del proyecto mediante el criterio de “cantidad de agua precipitable” mediante un coeficiente de transferencia.

Para tal cálculo, se emplearán los siguientes datos:

H Altitud media de la cuenca a
transponer = 3497.32

H₁ Altitud de la estación de origen = 2536

$$\text{Factor de transposición (Ft)} = \frac{H}{H_1} = \frac{2536}{3497.32} = 0.76$$

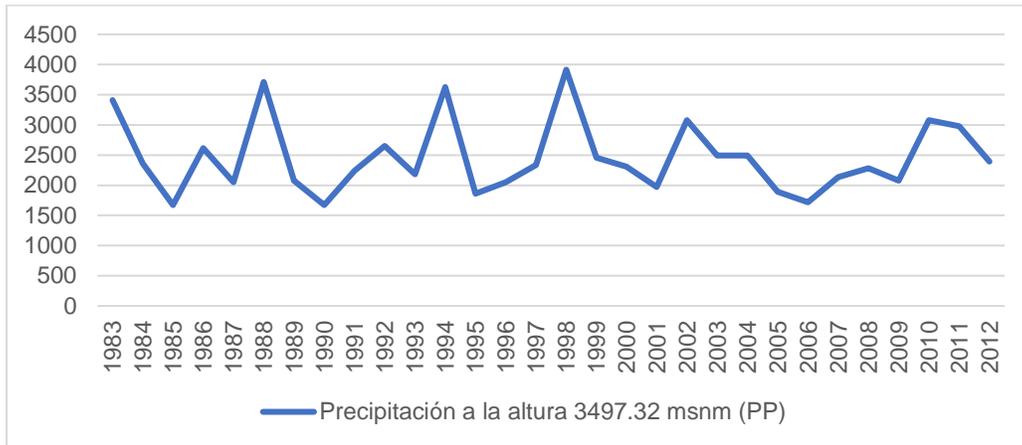
Para determinar la precipitación a la altitud media de la cuenca de 3497.32 msnm, se empleará la siguiente fórmula, propuesta por Ortiz (2004):

$$PP = \frac{H}{H_1} * PP_1$$

Tabla 3.8. Precipitación a la altitud media de la cuenca de 2497.32 msnm (PP)

Precipitación Máxima 24 horas					
Año	Máxima	Precipitación a la altura 3497.32 msnm (PP)	Año	Máxima	Precipitación a la altura 3497.32 msnm (PP)
1983	44.90	34.124	1998	51.50	39.14
1984	31.10	23.636	1999	32.30	24.548
1985	22.00	16.72	2000	30.40	23.104
1986	34.40	26.144	2001	25.90	19.684
1987	27.00	20.52	2002	40.50	30.78
1988	48.80	37.088	2003	32.80	24.928
1989	27.30	20.748	2004	32.80	24.928
1990	22.00	16.72	2005	24.90	18.924
1991	29.50	22.42	2006	22.60	17.176
1992	34.90	26.524	2007	28.10	21.356
1993	28.70	21.812	2008	30.00	22.8
1994	47.70	36.252	2009	27.30	20.748
1995	24.50	18.62	2010	40.50	30.78
1996	27.00	20.52	2011	39.20	29.792
1997	30.70	23.332	2012	31.50	23.94

Gráfico 3.1. Precipitación (mm) a la altura 3497.32 msnm (PP)



(Fuente: Elaboración propia)

3.6.2. Coeficiente de Escurrimiento

Teniendo en consideración, los valores de precipitación obtenidos se tomarán como base para la determinación de los parámetros de Precipitación efectiva o escurrimiento (P_e) y la infiltración (F), logrando determinar el volumen de infiltración (V_F) en la zona.

Las mayores precipitaciones en la zona se presentaron en los años 1983, 1989, 1994 y 1998, con valores entre 35 y 40 mm.

Teniendo en consideración el tipo de suelo limo arcilloso (según los ensayos de suelos), la pendiente y la vegetación presente en la cuenca, se considera un coeficiente de escurrimiento de 0.82.

$$\text{Coeficiente de escurrimiento (C)} = 0.82$$

3.6.3. Infiltración

Rodríguez (2016), señala que, la infiltración tiene influencia directa sobre la resistencia a la cohesión y el ángulo de fricción de los suelos, que al ingresar al suelo por la porosidad primaria y secundaria, genera inestabilidad en la zona de investigación.

Tabla 3.9. Estimación de infiltración y escurrimiento

Precipitación Máxima 24 horas						
AÑO	MAXIMA	Precipitación a la altura 3497.32 msnm (PP)	Coef. De escorrentía (C)	Escurrimiento (Pe)	Infiltración (F)	Infiltración (F)
		mm	Adimensional	mm	mm	m^3
			$C = Pe/PP$	$Pe = C*PP$	$F = PP - Pe$	$F = (PP - Pe)/1000$
1984	31.10	2363.6	0.82	1938.152	425.448	0.43
1985	22.00	1672	0.82	1371.04	300.96	0.30
1986	34.40	2614.4	0.82	2143.808	470.592	0.47
1987	27.00	2052	0.82	1682.64	369.36	0.37
1988	48.80	3708.8	0.82	3041.216	667.584	0.67
1989	27.30	2074.8	0.82	1701.336	373.464	0.37
1990	22.00	1672	0.82	1371.04	300.96	0.30
1991	29.50	2242	0.82	1838.44	403.56	0.40
1992	34.90	2652.4	0.82	2174.968	477.432	0.48
1993	28.70	2181.2	0.82	1788.584	392.616	0.39
1994	47.70	3625.2	0.82	2972.664	652.536	0.65
1995	24.50	1862	0.82	1526.84	335.16	0.34
1996	27.00	2052	0.82	1682.64	369.36	0.37
1997	30.70	2333.2	0.82	1913.224	419.976	0.42
1998	51.50	3914	0.82	3209.48	704.52	0.70
1999	32.30	2454.8	0.82	2012.936	441.864	0.44
2000	30.40	2310.4	0.82	1894.528	415.872	0.42
2001	25.90	1968.4	0.82	1614.088	354.312	0.35
2002	40.50	3078	0.82	2523.96	554.04	0.55
2003	32.80	2492.8	0.82	2044.096	448.704	0.45
2004	32.80	2492.8	0.82	2044.096	448.704	0.45
2005	24.90	1892.4	0.82	1551.768	340.632	0.34
2006	22.60	1717.6	0.82	1408.432	309.168	0.31
2007	28.10	2135.6	0.82	1751.192	384.408	0.38
2008	30.00	2280	0.82	1869.6	410.4	0.41
2009	27.30	2074.8	0.82	1701.336	373.464	0.37
2010	40.50	3078	0.82	2523.96	554.04	0.55
2011	39.20	2979.2	0.82	2442.944	536.256	0.54
2012	31.50	2394	0.82	1963.08	430.92	0.43

Asc	Área de la cuenca	608.69	km ²
		608690.00	m ²

3.7. GEOLOGÍA LOCAL

El tramo en evaluación, comprendido entre los Km 12+000 al Km 15+000, está conformado por depósitos cuaternarios de origen coluvio-aluvial y fluvial. A continuación se describen cada uno de los depósitos encontrados:

3.7.1. Depósitos Cuaternarios

Depósitos Coluviales (Qh – Co)

Depósitos conformados por una matriz arcillo – limosa, tiene escaso material retenido en la malla N°4 y presenta bloques con diámetro mayor a 10 pulg. Angulosas.



Fotografía 3.3. Depósito coluvial Km 14+999

Depósitos Coluvio-aluviales (Qh – Co-al)

Tienen una composición variable, conformada por una matriz de arena y arcilla, englobando bloques de areniscas, con diámetros de 0.1 m a 1.00 m. (Ver panel fotográfico)



Fotografía 3.4. Depósito coluvio-aluvial Km 12+160

Depósitos Fluviales (Qh – flu)

Los depósitos fluviales, conformados por gravas y en menor proporción arenas, se caracterizan por presentar una superficie llana, se observa a alta predisposición a la ocurrencia de inundaciones en tiempos de lluvia en estas zonas, se encuentran principalmente en zonas de planicies y lomadas.



Fotografía 3.5. Depósitos fluviales Km 12+430

3.8. UNIDADES MORFOGENÉTICAS

Utilizando la clasificación de unidades morfo genéticas de Rodríguez y Huamán 2016, determinamos para la zona de investigación las siguientes unidades:

3.8.1. Planicies (0° - 8°)

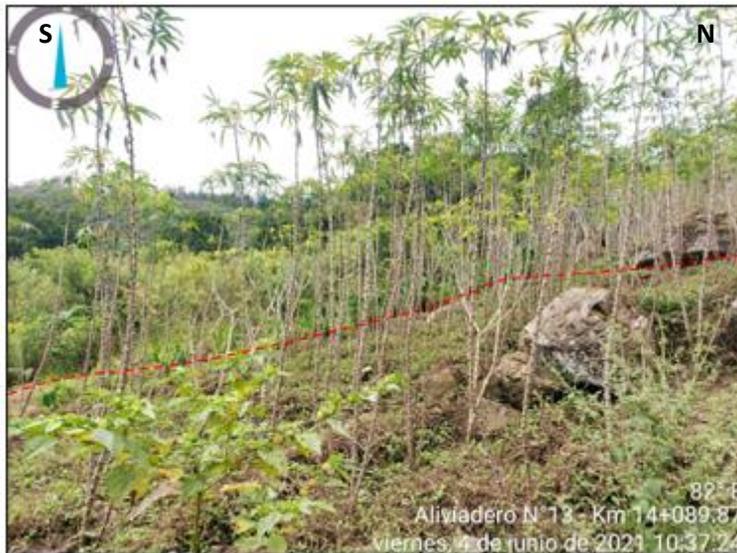
Se observa la presencia de planicies asociadas a la presencia de cuerpos de agua y zonas de origen fluvial, se caracterizan por presentar pendientes muy bajas (menor a 7°), se usan para actividades productivas como agricultura y ganadería.



Fotografía 3.6. Planicie, ubicada en el margen derecho de la carretera, en el Km 13+865.00

3.8.2. Lomadas (8° - 20°)

Las lomadas presentes en la zona de estudio se asocian principalmente a la presencia de depósitos fluviales y en menor proporción depósitos coluvioaluviales. Se usan para actividades agrícolas y ganaderas.



Fotografía 3.7. Lomada en el margen derecho del eje de vía, presente en el Km 14+089.87

3.8.3. Laderas (25° - 50°)

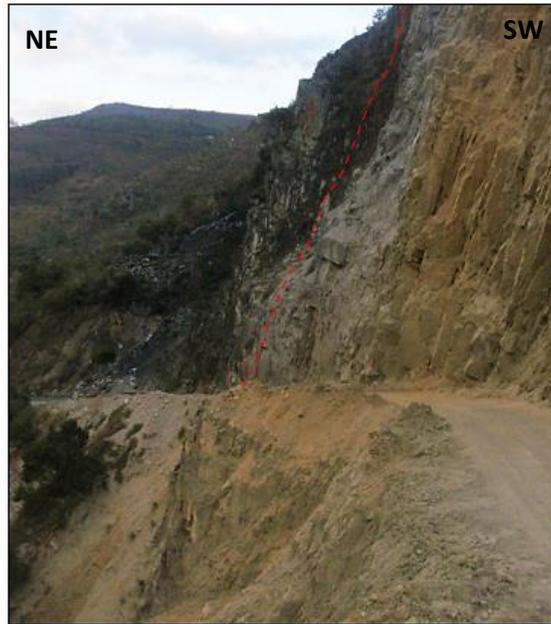
Se encuentra de manera predominante en la zona de estudio, se caracteriza por que está conformado por pendientes más elevadas que las anteriores, se caracteriza por que están cubiertas de vegetación conformada por plantas de eucalipto y plátanos.



Fotografía 3.8. Ladera en el margen derecho de la carretera, ubicada en el Km 14+089.87

3.7.4. Escarpas (> 50°)

De presencia poco predominante, se caracteriza por presentar una elevada pendiente, se ve continuamente afectada por agentes erosivos e hidrodinámicos, causando inestabilidad en la plataforma de vía, que se encuentra cimentada sobre esta.



Fotografía 3.9. Escarpa ubicada en el lado izquierdo del eje de vía, en el Km 13+520.00

3.9. GEOMECÁNICA DE SUELOS

La metodología seguida para la ejecución del estudio comprendió básicamente una investigación de campo a lo largo del tramo carretero prospectado para la prospección de exploración (calicatas).

3.9.1. Muestreo de Calicatas

Mediante prospecciones de exploración (calicatas), con obtención de muestras representativas en cantidades suficientes, las que fueron objeto de ensayos de laboratorio y finalmente con los datos obtenidos en ambas fases se realizaron las

labores de gabinete, para consignar luego en forma gráfica y escrita los resultados del estudio.

El distanciamiento entre calicatas está determinado de acuerdo a la necesidad visual de análisis del terreno. Con el objeto de determinar las características fisicomecánicas de los materiales presentes en el terreno de fundación se llevaron a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios de 1.00 m x 1.00 m a “cielo abierto” de 1,50 m de profundidad mínima, distanciadas tal como se indicó en el párrafo anterior, de tal manera que la Información obtenida sea representativa.

De los materiales encontrados en las calicatas se obtuvieron muestras disturbadas, las que fueron descritas e identificadas con la ubicación, número de muestra y profundidad; luego fueron colocadas en saquetas para su traslado al laboratorio.

Durante la ejecución de los estudios de campo se llevó el registro de los espesores de cada una de las capas del sub-suelo, sus características de gradación y su estado de compacidad. Las muestras de suelos fueron clasificadas y seleccionadas siguiendo el procedimiento descrito en ASTM D-2488 “Práctica Recomendada para la Descripción de Suelos”. Se logró realizar las siguientes excavaciones:

Tabla 3.10. Ubicación de calicatas de exploración

Número	Progresiva	Este	Norte
01	Km 12+338.56	781091	9269753
02	Km 12+836.53	781403	9270156
03	Km 13+190.00	781665	9270225
04	Km 13+855.00	782136	9270706
05	Km 14+089.87	782069	9270812
06	Km 14+533.04	782192	9271269
07	Km 14+794.64	782121	9271255
08	Km 14+999.93	782107	9271414

3.9.2. Ensayos de Laboratorio

Todos los ensayos se han realizado teniendo en consideración las especificaciones establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), las cuales se encuentran en el Manual de Ensayos de Materiales (2016).

Contenido de Humedad (MTC E 108)

Tabla 3.11. Análisis para la determinación de contenido de humedad natural (MTC E 108)

Número	Progresiva	Peso Muestra Húmeda (g)	Peso Muestra Seca (g)	Peso del agua (g)	Contenido de Humedad (%)
01	Km 12+338.56	589.4	501.1	88.3	17.60
02	Km 12+836.53	634.8	542.1	92.7	17.10
03	Km 13+190.00	619.6	550.8	68.8	12.50
04	Km 13+855.00	716.4	677.3	39.1	5.80
05	Km 14+089.87	693.1	584.4	108.7	18.60
06	Km 14+533.04	539.1	458.8	80.3	17.50
07	Km 14+794.64	732.5	615.6	116.9	19.00
08	Km 14+999.93	530.6	429.0	101.6	23.70

Análisis Granulométrico por Tamizado (MTC E 107)

Tabla 3.12. Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 107)

Número	Progresiva	Peso Inicial Total (Kg)	Peso Fracción fina (g)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
01	Km 12+338.56	14 535	635.8	49.2	25.6	25.1
02	Km 12+836.53	17 738	746.5	39.1	42.7	18.2
03	Km 13+190.00	20 843	619.6	26.9	61.2	12.0
04	Km 13+855.00	10 690	953.2	41.8	39.7	18.4
05	Km 14+089.87	23 802	749.5	33.2	37.5	29.4
06	Km 14+533.04	12 911	708.9	18.5	36.6	44.9
07	Km 14+794.64	9 968	589.6	27.3	34.2	38.5
08	Km 14+999.93	8 089	589.6	7.3	30.1	62.7

Determinación del Límite Líquido de los Suelos (MTC E 110), Límite Plástico e Índice de Plasticidad (MTC E 111)

Tabla 3.13. Límite Líquido (MTC E 110), Límite Plástico e índice de Plasticidad (MTC E 111)

Número	Progresiva	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
01	12+338.56	27.00	17.00	10.00
02	12+836.53	24.80	19.00	6.00
03	13+190.00	18.20	14.00	4.00
04	13+855.00	22.00	17.00	5.00
05	14+089.87	35.00	28.00	7.00
06	14+533.04	34.00	22.00	12.00
07	14+794.64	32.00	26.00	6.00
08	14+999.93	40.60	29.00	12.00

Clasificación SUCS y AASTHO

Tabla 3.14. Clasificación SUCS y AASTHO

Número	Progresiva	SUCS	AASTHO
01	Km 12+338.56	GC	A-2-4 (0)
02	Km 12+836.53	SC – SM	A-1-b (0)
03	Km 13+190.00	SW – SC	A-1-b (0)
04	Km 13+855.00	GC – GM	A-1-b (0)
05	Km 14+089.87	SM	A-2-4 (0)
06	Km 14+533.04	SC	A- 6 (3)
07	Km 14+794.64	SM	A- 4 (1)
08	Km 14+999.93	ML	A- 7- 6 (6)

Ensayos de Peso Específico (MTC E 206)

Tabla 3.15. Ensayos de peso específico (MTC E 206)

Número	Progresiva	Pe bulk (base seca)	Pe bulk (base saturada)	Pe aparente (base seca)	% de absorción
01	Km 12+338.56	2.432	2.519	2.663	3.563
02	Km 12+836.53	2.505	2.549	2.619	1.731
03	Km 13+190.00	2.498	2.531	2.584	1.342
04	Km 13+855.00	2.571	2.609	2.673	1.482
05	Km 14+089.87	2.487	2.540	2.626	2.135
06	Km 14+533.04	2.361	2.560	2.946	8.408
07	Km 14+794.64	2.532	2.582	2.666	1.993
08	Km 14+999.93				

Ensayos de Relación Humedad - Densidad Compactada a la Energía Proctor Modificado

Tabla 3.16. Ensayo Relación humedad – densidad compactada a la energía Proctor modificado (MTC E 115)

Número	Progresiva	Densidad Seca Máxima Corregida (g/cm ³)	Humedad Óptima (%)
01	Km 12+338.56	2.186	7.9
02	Km 12+836.53	2.141	7.2
03	Km 13+190.00	2.157	8.1
04	Km 13+855.00	2.267	6.2
05	Km 14+089.87	2.055	11.0
06	Km 14+533.04	2.029	11.8
07	Km 14+794.64	1.988	12.6
08	Km 14+999.93	1.918	13.3

Ensayos de Material que Pasa por el Tamiz N°200 por Lavado

Tabla 3.17. Ensayo de Cantidad Fina que Pasa por el Tamiz de 75 µm (N° 200) por Lavado

Número	Progresiva	% pasa malla N°200
01	Km 12+338.56	24.37
02	Km 12+836.53	18.59
03	Km 13+190.00	12.11
04	Km 13+855.00	18.16
05	Km 14+089.87	28.62
06	Km 14+533.04	43.66
07	Km 14+794.64	38.25
08	Km 14+999.93	62.44

3.10. Determinación de Asentamientos

Para la evaluación de asentamientos en el sector en estudio, se emplean los valores obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos y los restantes serán determinados a través del software GEO5.

- Evaluación de Asentamientos en el Km 12+338.56

Tabla 4.1. Variables geotécnicas evaluadas en el Km 12+338.56

Peso unitario (y)	18.50 kN/m ³
Módulo edométrico (Eoed)	1.00 MPa
Coef. De resistencia estructural (m)	0.10
Coef. De permeabilidad (K)	1.000E – 05 m/día

- Evaluación de Asentamientos en el Km 12+836.53

Tabla 4.2. Variables geotécnicas evaluadas en el Km 12+836.53

Peso unitario (y)	18.00 kN/m ³
Módulo edométrico (Eoed)	16 MPa
Coef. De resistencia estructural (m)	0.30
Coef. De permeabilidad (K)	1.000E-04 m/día

- **Evaluación de Asentamientos en el Km 13+190.00**

Tabla 4.3. Variables geotécnicas evaluadas en el Km 13+190.00

Peso unitario (y)	17.5.00 kN/m ³
Módulo edométrico (Eoed)	28.5 MPa
Coef. De resistencia estructural (m)	0.30
Coef. De permeabilidad (K)	1.000E-03 m/día

- **Evaluación de Asentamientos en el Km 13+855.00**

Tabla 4.4. Evaluación de asentamientos en el Km 13+855

Peso unitario (y)	19.00 kN/m ³
Módulo edométrico (Eoed)	94.00 MPa
Coef. De resistencia estructural (m)	0.30
Coef. De permeabilidad (K)	1.000E -03 m/día

- **Evaluación de Asentamientos en el Km 14+089.87**

Tabla 4.5. Evaluación de asentamientos en el Km 14+089.87

Peso unitario (y)	18.5 kN/m ³
Módulo edométrico (Eoed)	12.5 MPa
Coef. De resistencia estructural (m)	0.30
Coef. De permeabilidad (K)	1.000E – 04 m/día

- **Evaluación de Asentamientos en el Km 14+533.04**

Tabla 4.6. Evaluación de asentamientos en el Km 14+533.04

Peso unitario (y)	18.5 kN/m ³
Módulo edométrico (Eoed)	10.50 MPa
Coef. De resistencia estructural (m)	0.20
Coef. De permeabilidad (K)	1.000E – 06 m/día

- **Evaluación de Asentamientos en el Km 14+794.64**

Tabla 4.7. Evaluación de asentamientos en el Km 14+794.64

Peso unitario (γ)	18.00 kN/m ³
Módulo edométrico (Eoed)	16.00 MPa
Coef. De resistencia estructural (m)	0.20
Coef. De permeabilidad (K)	1.000E – 06 m/día

- **Evaluación de Asentamientos en el Km 14+999.93**

Tabla 4.8. Evaluación de asentamientos en el Km 14+999.93

Peso unitario (γ)	18.00 kN/m ³
Módulo edométrico (Eoed)	7.5 MPa
Coef. De resistencia estructural (m)	0.10
Coef. De permeabilidad (K)	1.000E – 07 m/día

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1. Evaluación de expansión entre los km 12+000 al km 15+000

Teniendo en consideración los ensayos de suelos realizados en las muestras obtenidas, se tendrán en usarán los siguientes:

- Límite líquido (LL)
- Índice de plasticidad (IP)
- Porcentaje de partículas que pasan por la malla N°200

Con estos ensayos, se podrá determinar, los siguientes factores de influencia en la determinación del potencial de expansión:

- Número de actividad (A)
- Tipo de arcilla
- Contracción Lineal (CL)
- Índice de compresión (Cc)

Tabla 4.9. Consolidado de ensayos de suelos realizados entre las progresivas en evaluación para la determinación del potencial de expansión en la zona en estudio.

Progresiva	Límite líquido (LL)	Índice de plasticidad (IP)	% part. < 0.002 mm	Número de actividad (A)	Tipo de Arcilla	Contracción Lineal (CL)	Índice de Compresión (Cc)		Potencial de Expansión (Según IP)
	d	a	b	A = a/b	A < 0.50 (Caolinítica) 0.50 < A < 1.00 (Illita) A > 1.00 (Montmorillonita)	CL = a/2.13 (> 9% actividad significativa contracción/expansión)	Cc = 0.009 (d - 10) 0.0 - 0.19 (Baja) 0.2 - 0.39 (Medio) 0.4 a más (Alta)		0 - 10 (Bajo) 10 - 35 (Medio) 35 - 55 (Alto) 55 a más (Muy alto)
Km 12+338.56	27	10	24.37	0.41	Caolinítica	4.69	0.15	Baja	Bajo
Km 12+836.53	24.8	6	18.59	0.32	Caolinítica	2.82	0.13	Baja	Bajo
Km 13+190.00	18.2	4	12.11	0.33	Caolinítica	1.88	0.07	Baja	Bajo
Km 13+855.00	22	5	18.16	0.28	Caolinítica	2.35	0.11	Baja	Bajo
Km 14+089.87	35	7	28.6	0.24	Caolinítica	3.29	0.23	Media	Bajo
Km 14+533.04	34	12	43.66	0.27	Caolinítica	5.63	0.22	Media	Medio
Km 14+794.64	32	6	38.25	0.16	Caolinítica	2.82	0.20	Media	Bajo
Km 14+999.93	40.6	12	62.44	0.19	Caolinítica	5.63	0.28	Media	Medio

Descripción:

- El límite líquido (d) y el índice de plasticidad (a), se obtienen tomando en consideración la teoría de Límites de Atterberg.
- El porcentaje de partículas que pasan el tamiz N°200 (b), se usa para clasificar el suelo en el sistema unificado de suelos (SUCS), según Duque (2019).
- El número de actividad de arcilla (A), El índice de compresión (Cc) y el potencial de Expansión se obtienen según el Manual de Suelos y Cimentaciones, 2004.

4.1.2. Evaluación de asentamientos entre los km 12+000 al km 15+000

Tomando en consideración los asientos máximos permisibles indicados en el expediente técnico de la carretera, se presentan los siguientes valores:

Tabla 4.10. Asentamientos máximos permisibles en la carretera

Condición	Asentamiento (mm)
Admisible	0 – 30
Inadmisible	> 30

Fuente: Expediente técnico de la obra

Se presenta el análisis del suelo, teniendo en consideración el momento de asiento/asentamiento, bajo el efecto de cargas externas constantes y variables a aplicarse entre los Km 12+000 al Km 15+000; para tal fin, se empleará el método edométrico, basado en la resistencia estructural del material.

Tabla 4.11. Asientos máximos en 07 días, 365 días y 3650 días en los sectores en evaluación.

Progresiva	Asiento máximo (mm) en 7 días	Asiento máximo (mm) en 365 días	Asiento máximo (mm) en 3650 días	Potencial de Asentamiento
12+338.56	7.8	7.9	8.2	Admisible
12+836.53	41.5	41.8	42.3	Inadmisible
13+190.00	20.3	20.3	20.3	Admisible
13+855.00	20.3	20.3	20.3	Admisible
14+089.87	44.2	44.5	45.1	Inadmisible
14+533.04	32.1	32.3	53.8	Inadmisible
14+794.64	22.3	22.4	37.1	Inadmisible
14+999.93	42.7	42.7	52.2	Inadmisible

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El tipo de arcillas encontrada en la zona de evaluación son caolinitas, no presentan contracción/expansión significativa; presenta un índice de compresión bajo entre las progresivas del Km 12+000 al Km 14+089 e índice de compresión medio entre las progresivas 14+533 al Km 15+000.

Considerando la evaluación de asentamientos desarrollada en esta investigación, se logra determinar que el potencial de asentamiento sobrepasa los valores máximos admisibles en las progresivas Km 12+338.58, Km 14+089.87, Km 14+533.04, Km 14+794.96, Km 14+999.93.

Para poder determinar los sectores de inestabilidad geotécnica, en la carretera en estudio, se ha tenido en consideración el potencial de expansión (el cual considera el límite líquido, índice de plasticidad, porcentaje de material que pasa el tamiz N°200, Número de actividad, tipo de arcilla, contracción lineal e índice de compresión) y el potencial de asentamientos (calculado con el método edométrico).

De esta manera se determinó que la inestabilidad de los depósitos cuaternarios que conforman la carretera en evaluación está directamente relacionado a la precipitación, propiedades físico-mecánicas del suelo, además del material que conforma la vía; siendo las zonas más inestables las que contienen en su composición mayor porcentaje de material fino; que disminuye considerablemente sus valores de resistencia a la deformación por cargas.

Tabla 4.12. Inestabilidad Geotécnica en la zona en evaluación.

Número	Progresiva	Potencial de Expansión (Según IP)	Potencial de Asentamiento	Inestabilidad
1	Km 12+338.56	Bajo	Admisible	Bajo
2	Km 12+836.53	Bajo	Inadmisible	Alto
3	Km 13+190.00	Bajo	Admisible	Bajo
4	Km 13+855.00	Bajo	Admisible	Bajo
5	Km 14+089.87	Bajo	Inadmisible	Alto
6	Km 14+533.04	Medio	Inadmisible	Alto
7	Km 14+794.64	Bajo	Inadmisible	Alto
8	Km 14+999.93	Medio	Inadmisible	Alto

4.3. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La inestabilidad geotécnica por asentamientos y expansión en los depósitos cuaternarios que se encuentra entre las progresivas Km 12+000 al Km 15+000 de la CARRETERA PE-3N. BAMBAMARCA – AMAZONAS, está condicionada por las condiciones de geodinámica externa, que está conformada por la precipitación y la infiltración del agua en los poros además de los espacios de vacío de los suelos de cimentación.

El potencial de expansión varía de bajo a medio y el potencial de asentamiento es considerado inadmisibile en las estaciones 02, 05, 06, 07 y 08, ocasionado por la sobrecarga aplicada en la vía por el tránsito de vehículos pesados, generando inestabilidad geotécnica.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Litológicamente se encuentran Depósitos Coluvioaluviales y aluviales, conformados por una matriz de arena y arcillas, englobando rocas areniscas y Depósitos fluviales conformados por arenas y gravas.

Las características geomécnicas de los suelos en el laboratorio, obteniendo los valores de granulometría, límites de consistencia, material que pasa por el tamiz N°200, densidad máxima, humedad óptima y peso específico en las 08 muestras evaluadas.

El tipo de arcillas en evaluación son caolinitas, no presentan contracción/expansión significativa; presenta un índice de compresión bajo entre las progresivas del Km 12+000 al Km 14+089 e índice de compresión medio entre las progresivas Km 14+533 al Km 15+000.

Los factores determinantes para la inestabilidad en los depósitos cuaternarios que conforman la vía son la precipitación, la infiltración, la sobrecarga y la sismicidad en la zona.

Los sectores ubicados entre las progresivas Km 14+089.87, Km 14+533.04, Km 14+794.64, Km 14+999.93 presentan mayor potencial de asentamiento lo que se relaciona al contenido de arcillas que la conforman.

5.2. RECOMENDACIONES

El Gobierno Regional de Cajamarca debe realizar un sistema de drenaje adecuado en los sectores en evaluación, por las precipitaciones constantes, de esta manera se disminuirá la probabilidad de ocurrencia de infiltración en la vía.

La empresa contratista debe dar seguimiento de la compactación en campo, la cual debe superar el 95% para disminuir el porcentaje de vacíos en la vía y disminuir la probabilidad de expansión libre de las arcillas, ocurrida en los sectores con alto contenido de material fino en su composición granulométrica, disminuyendo la probabilidad de asentamientos.

La empresa contratista debe realizar ensayos para determinar porcentajes de limos y arcillas en muestras críticas, específicamente en la estación 06 y 08.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, AJ. 2002. Guía de cimentaciones en obras de carretera. Madrid – España. 304 p.

Álzate, NA. 2019. Evaluación de la malla tejida de Retamo Espinoso *Ulex europaeus* L, para protección de la erosión de taludes. Universidad de La Salle. Bogotá – Colombia. 61 p.

Arancibia, CA. 2003. Arcillas expansivas: Comportamiento, identificación y su correlación mediante ensayos de fácil ejecución. Universidad Católica de Chile. Valdivia – Chile. 22 p.

Crespo, C. 1980. Mecánica de Suelos y Cimentaciones. Ciudad de México, México. 652 p.

Duque, J.; Vásquez, B.; Orrego, J. 2019. Mejoramiento de subrasante en vías de tercer orden. Universidad Seccional de Pereira. Pereira – Colombia. 133 p.

Estévez, JB. 2014. Evaluación de asentamientos en subrasante. Madrid – España. 11 p.

Gonzalez de Vallejo, L.I. 2004. Ingeniería Geológica. Madrid – España. 738 p.

Guánchez, ED. 2013. Estudio de Suelos. La Investigación Geotécnica en los Proyectos de Edificaciones. Universidad de Carabobo. Cataluña – España. 13 p.

- Henaos, J. 1988. Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas. Universidad de Santo Tomás. Bogotá – Colombia. 299 p.
- Heras, R. 1970. Métodos Prácticos para el Estudio de Máximas Crecidas. Centro de Estudios Hidrográficos. Cataluña – España. 320 p.
- Horton, R. 1932. Drainage Basin Characteristics. Parbhani – Maharashtra. 29+35 p.
- Ibañez, IG. 2008. Teledetección. Cataluña – España. 6 p.
- Legarda, LF. 1984. La importancia de la hidrología en el manejo de cuencas hidrográficas. Universidad de Nariño. Pasto – Colombia. 10 p.
- Legarda, LF. 2013. Estudios de vulnerabilidad y riesgo de líneas vitales de agua y saneamiento. Manizales – Colombia. 10 p.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2016. Manual de carreteras. Lima – Perú.
- Mohedas, M. 2014. Apertura y mantenimiento de vías forestales. Madrid – España. 2 p.
- Niño, JL. 2015. Estudio de Suelos y Análisis Geotécnico del Sector Ubicado en el Km 04+180 de la Vía Puente Reyes–Gameza. Sogamoso–Colombia. 100 p.
- Ortiz, SW. 2016. Similitud hidráulica de sistemas hidrológicos altoandinos y transferencia de información hidrometeorológica. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 110 p.

- Peche, ER. 2013. Evaluación de Espesores de Mejoramiento del Suelo de la Subrasante en la Carretera Lima – Canta. Cajamarca – Perú. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Randy, C. 2013. Use of Hydrologic Landscape Classification to Diagnose Streamflow Predictability in Oregon. *Journal of American Water Resources* 50. Oregon – Estados Unidos. 13 p.
- Rodríguez, SR. 2016. Método de investigación geológico–geotécnico para el análisis de inestabilidad de laderas por deslizamientos Zona Ronquillo–Corisorgona. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima–Perú. 151 p.
- Sánchez, LA. 2013. Mejoramiento de Carretera Cruce Paccha–Tallamac–Centro Poblado el Romero – Centro Poblado Pusoc. Cajamarca – Perú. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Sequeira, JM. 2020. Caracterización geotécnica de los suelos en la Finca Jaboncillos, Escazú: Análisis Geofísico, Estabilidad de Laderas y Capacidad de Carga Admisible. Universidad de Costa Rica. Escazú–Costa Rica. 191 p.
- Terán, WS. 2021. Confiabilidad de la escorrentía generada con el modelo Lutz Scholz, para la microcuenca del Río Llaucano. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca – Perú. 192 p.
- Tito, LF. 2014. Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Ayacucho–Abancay; Tramo IV, perteneciente a la ruta PE-28B. Universidad Ricardo Palma. Lima–Perú. 120 p.
- Vanicek, I. 2000. Geomecánica 10 (Geomechanika 10): Mechanika Zemin 3^o Edición, Prague. 229 p.

ANEXOS

Anexo 01. Panel fotográfico

Anexo 02. Autorización de uso de información

Anexo 03. Plano de ubicación

Anexo 04. Imagen satelital

Anexo 05. Plano Geológico

Anexo 06. Plano Unidades morfométricas

Anexo 07. Plano de Geomecánica de suelos

Anexo 08. Plano Geotécnico

Anexo 09. Ensayos de Suelos

Anexo 10. Análisis de Asientos en el software GEO5

ANEXO 01. PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 01. Ensayo CBR Km 12+338.56



Fotografía 02. Muestreo eje de vía Km 12+338.56



Fotografía 03. Ensayo de peso específico, Km 14+533.04



Fotografía 04. Ensayo de límites de consistencia, Km 14+533.04



Fotografía 05. Ensayo de CBR, Km 14+999.93



Fotografía 06. Ensayo de límites de consistencia, Km 13+190.00

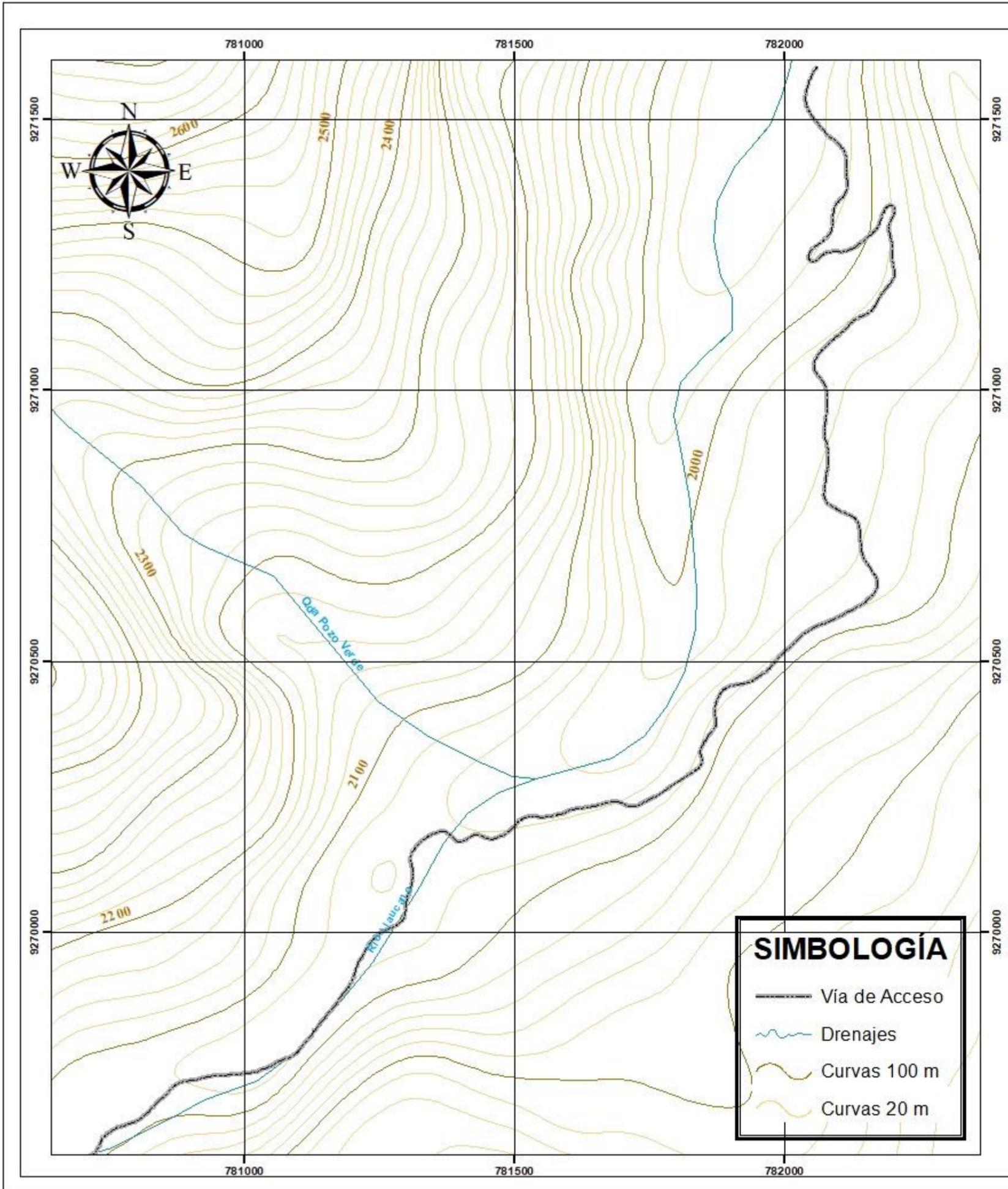
Cajamarca, 23 de marzo 2022.

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA PARA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

Yo, ING. JOSÉ LÓPEZ JULCARIMA, identificado con CIP 256845, en calidad de ASISTENTE DE SUPERVISIÓN del SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA SUPERVISIÓN DE LA OBRA: "CONSTRUCCIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PE-3N (BAMBAMARCA) - PACCHA – CHIMBÁN – PIÓN – L.D. CON AMAZONAS (EMP. AM-103 EL TRIUNFO)", a cargo de la empresa ATJ CONSULTORES SL., de vigente ejecución entre las Regiones de Cajamarca - Amazonas, AUTORIZÓ USO DE INFORMACIÓN DE OBRA a la BACH. DIANELA YACORI MEDINA TASILLA, identificada con DNI 72431682, con el grado de Bachiller de la Carrera de INGENIERÍA GEOLÓGICA, para el desarrollo de su trabajo de investigación para optar por el título profesional de Ingeniero Geólogo.

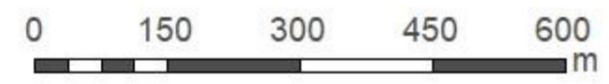
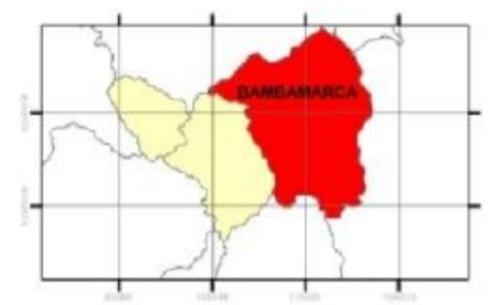
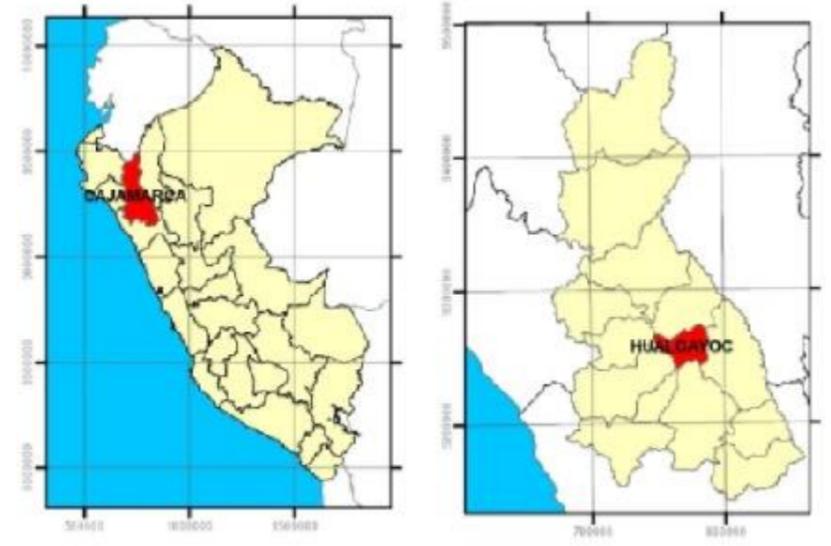
ATJ CONSULTORES SUPERVISION

.....
José Martí López Julcarima
ASISTENTE DE SUPERVISION
CIP: 256845
C.I: 954045217.



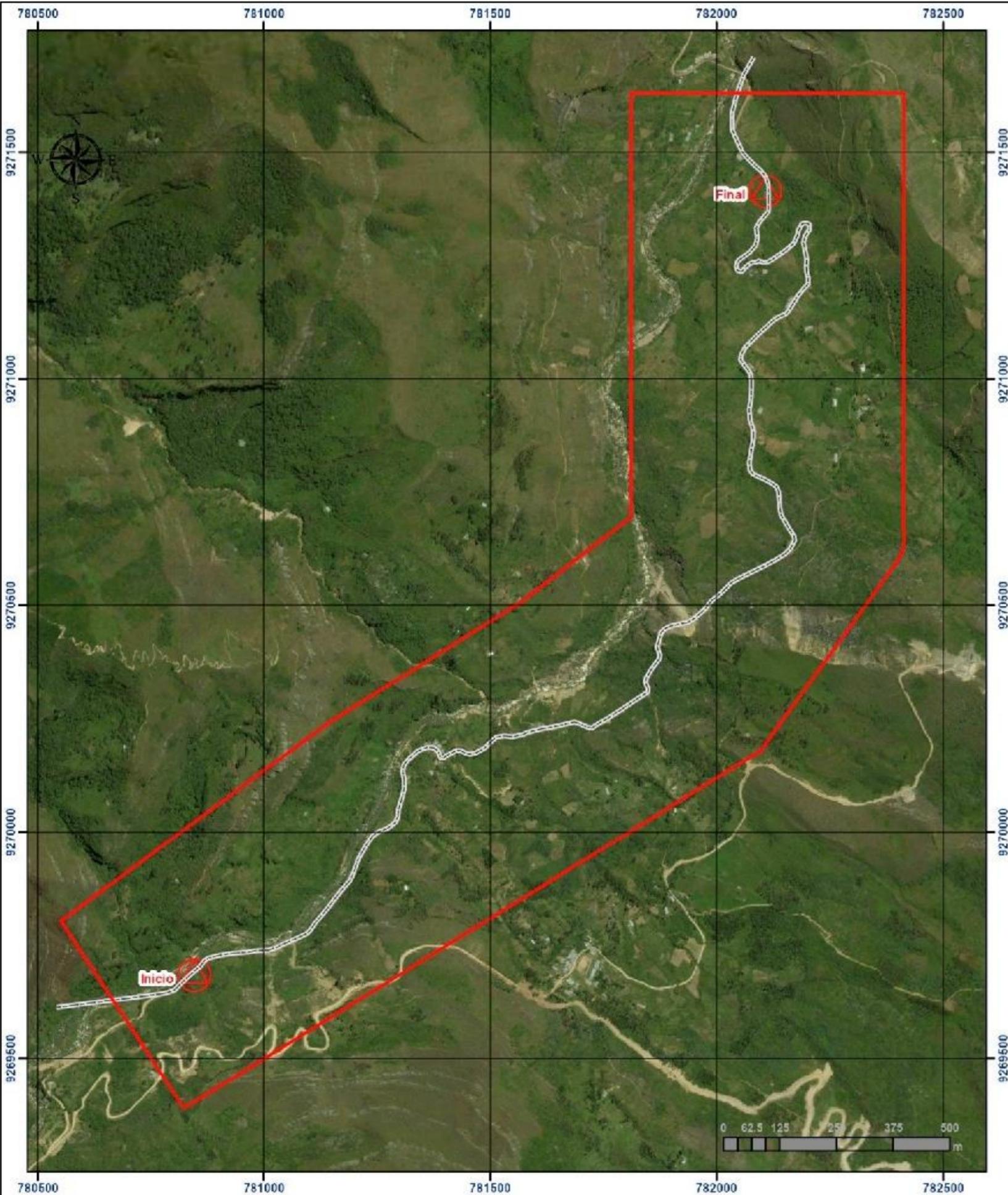
SIMBOLOGÍA

- Vía de Acceso
- ~ Drenajes
- ~ Curvas 100 m
- ~ Curvas 20 m



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA	
"INE STABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPOSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N. BAMBAMARCA - AMAZONAS"	
PLANO:	UBICACIÓN
TESISTA:	Bach. Dianela Yaconi Medina Tasilla
ASESOR:	Dr. Ing. Reinaldo Rodríguez Cruzado
SISTEMA:	UTM-WGS84
ESCALA:	1/8 000
FECHA:	Octubre 2022

P-01



SIMBOLOGÍA

Delimitación del Proyecto

Vías de Acceso

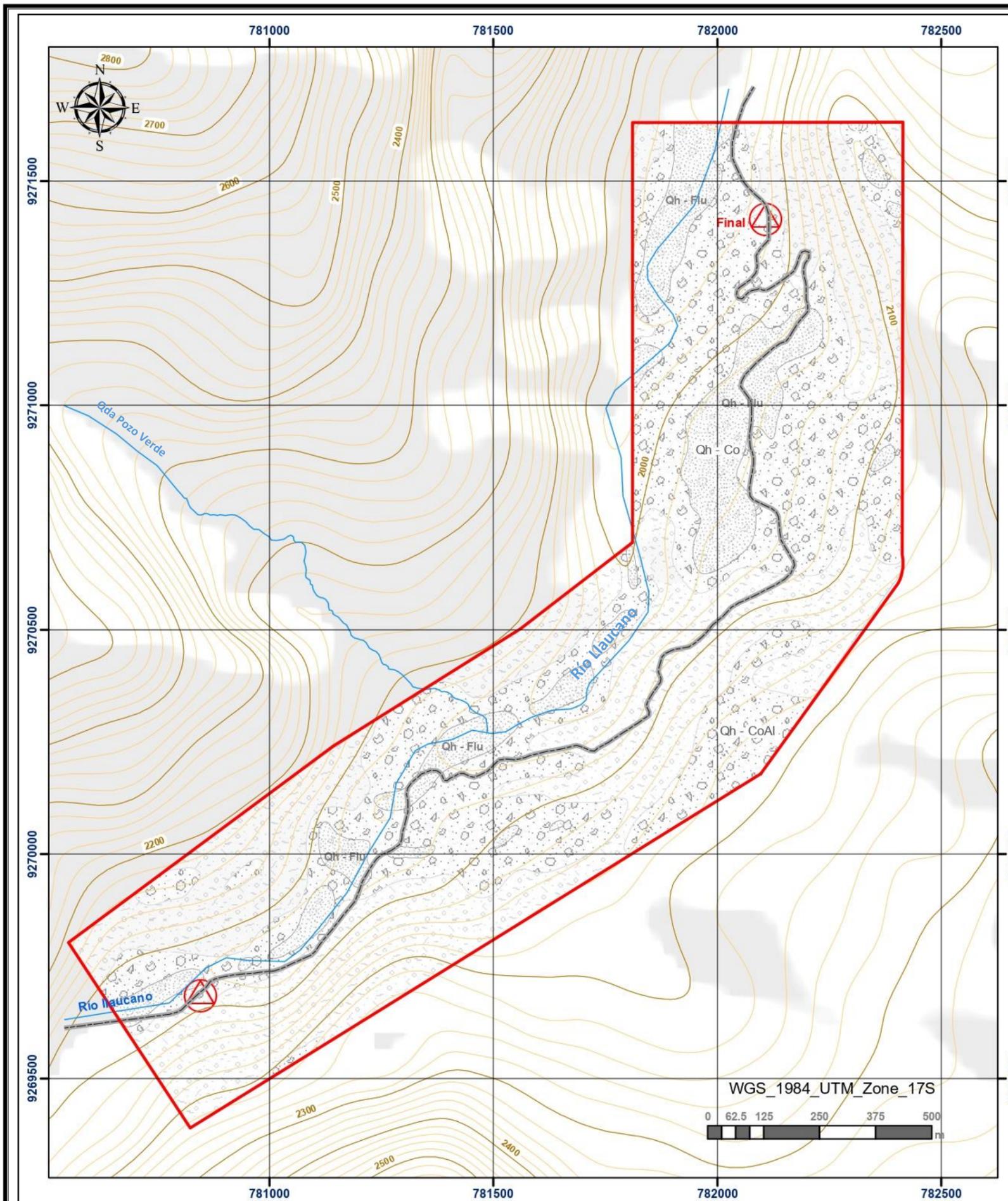


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

**"INE STABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPOSITOS CUATERNARIOS
ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000,
EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
BAMBAMARCA - AMAZONAS"**

PLANO:	IMAGEN SATELITAL	ESCALA:	1/9 000
TESISTA:	Bach. Dianela Yacori Medina Tasilla		
ASESOR:	Dr. Ing. Reinaldo Rodríguez Cruzado		
SISTEMA:	UTM-WGS84	FECHA:	Octubre 2022

P-02



SIMBOLOGÍA

- Zona de Estudio
- Vías de Acceso
- Puntos de proyecto
- Drenajes
- Curvas 100 m
- Curvas 20 m

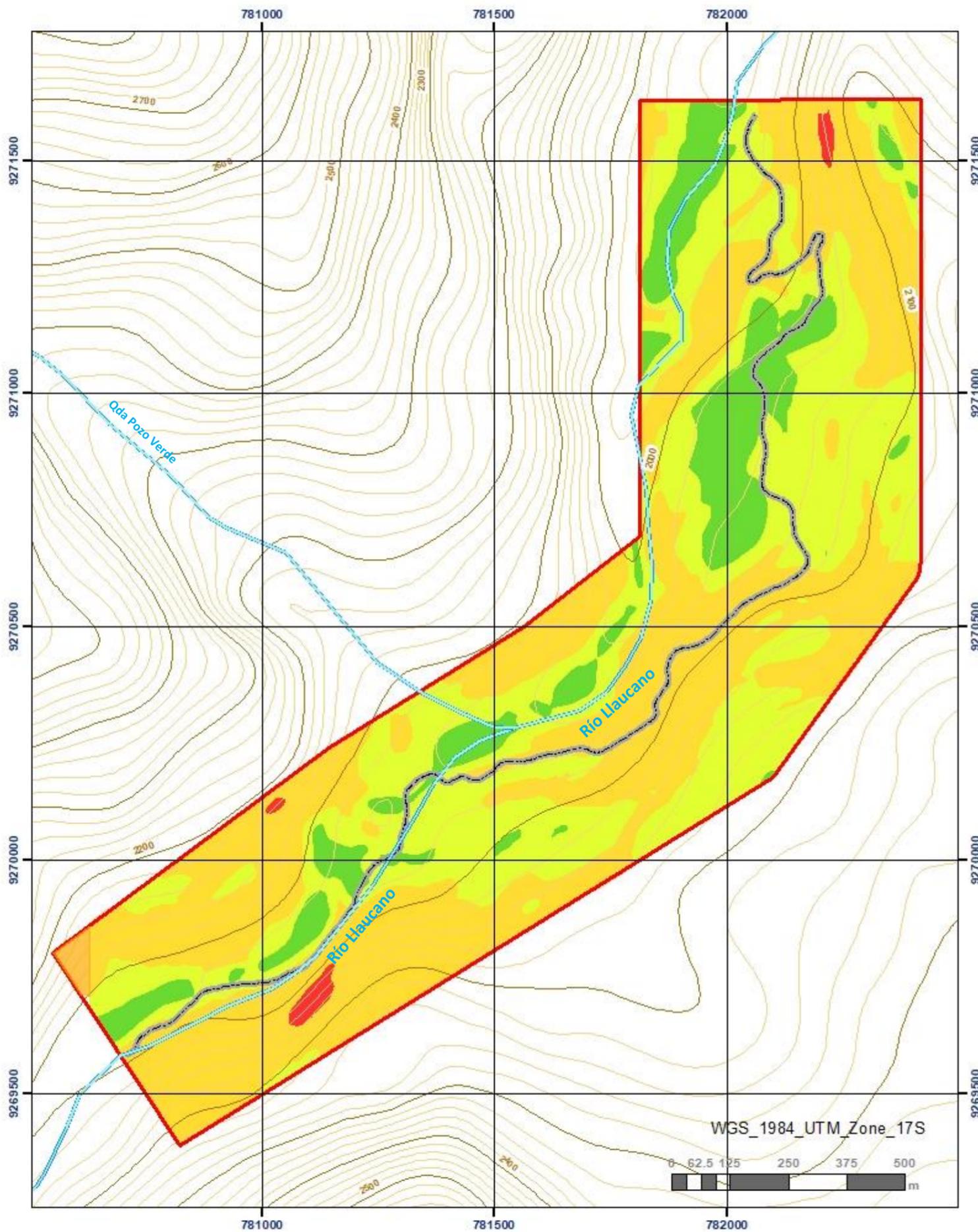
GEOLOGÍA

- Depósitos Fluviales (Qh - Flu)
- Depósitos Coluvioaluviales (Qh - Co-Al)
- Depósitos Coluviales (Qh - Co)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA	
"INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N. BAMBAMARCA - AMAZONAS"	
PLANO:	GEOLÓGICO
ESCALA:	1/10 000
TESISTA:	Bach. Dianela Yacori Medina Tasilla
ASESOR:	Dr. Reinaldo Rodríguez Cruzado
SISTEMA:	UTM-WGS84
FECHA:	Octubre 2022

P-03



SIMBOLOGÍA

- Zona de Estudio
- ~ Drenajes
- ~ Curvas 100 m
- Vías de Acceso
- ~ Curvas 20 m

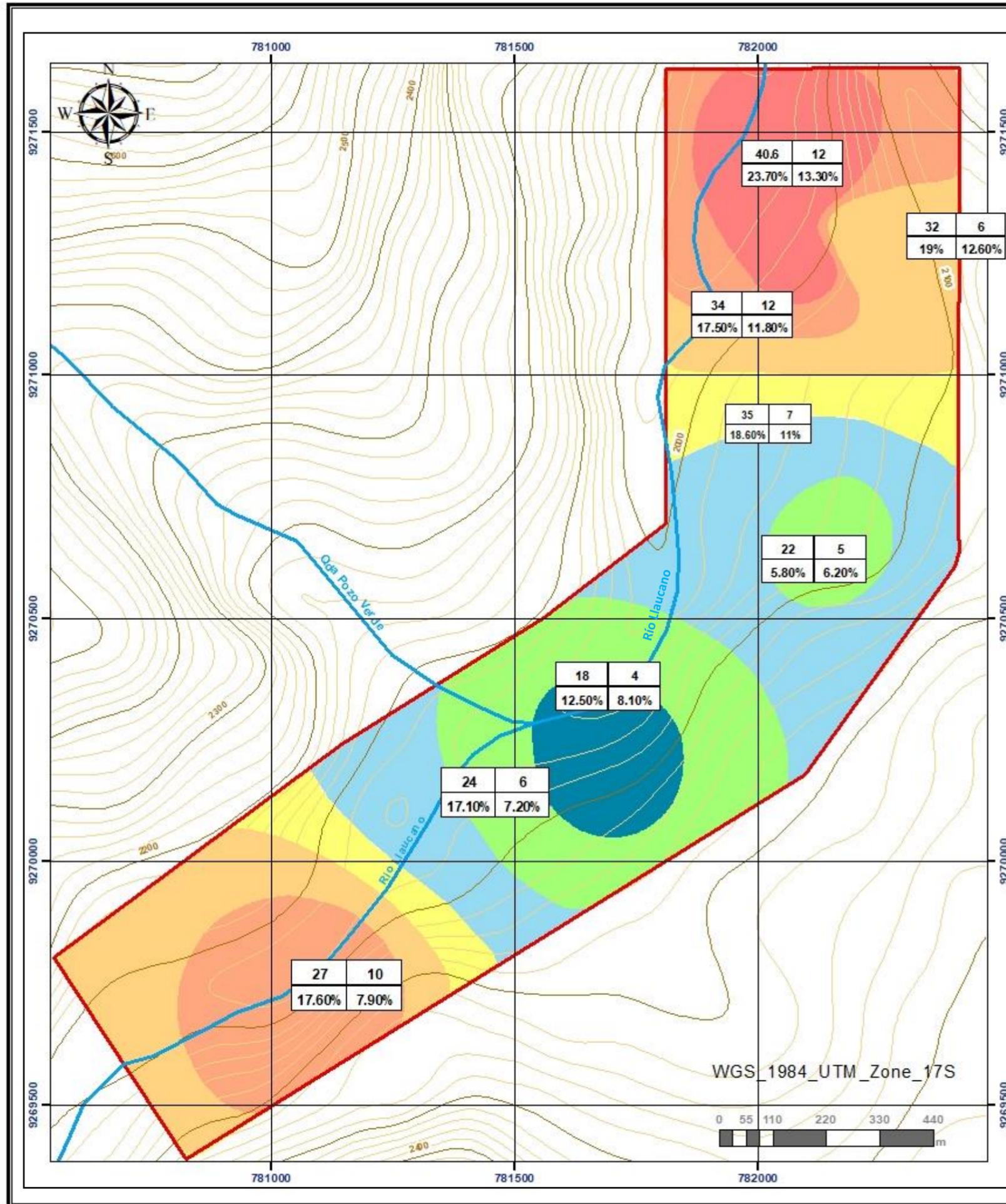
LEYENDA

- Planicie: 0° - 8°
- Lomada: 8° - 20°
- Ladera: 20° - 50°
- Escarpe: 50° - 90°



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	
	FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA	
"IN ESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N. BAMBAMARCA - AMAZONAS"		
PLANO:	UNIDADES MORFOMÉTRICAS	ESCALA: 1/10 000
TECNIISTA:	Bach. Dianela Yacori Medina Tasilla	
ASESOR:	Dr. Ing. Reinaldo Rodríguez Cruzado	
SISTEMA:	UTM-WGS84	FECHA: Octubre 2022

P-04



SIMBOLOGÍA

- Zona de Estudio
- Curvas 100 m
- Curvas 20 m
- Vías de Acceso

LEYENDA

- GC: Grava Arcillosa
- ML: Limo
- SC-SM: Arena arcillo-limosa
- SM-SC: Arena limo-arcillosa
- GC-GM: Grava arcillo-limosa
- SC: Arena Arcillosa
- SM: Arena limosa

LL	→	27	10	←	IP
%W _n	→	17.60%	7.90%	←	%W _b

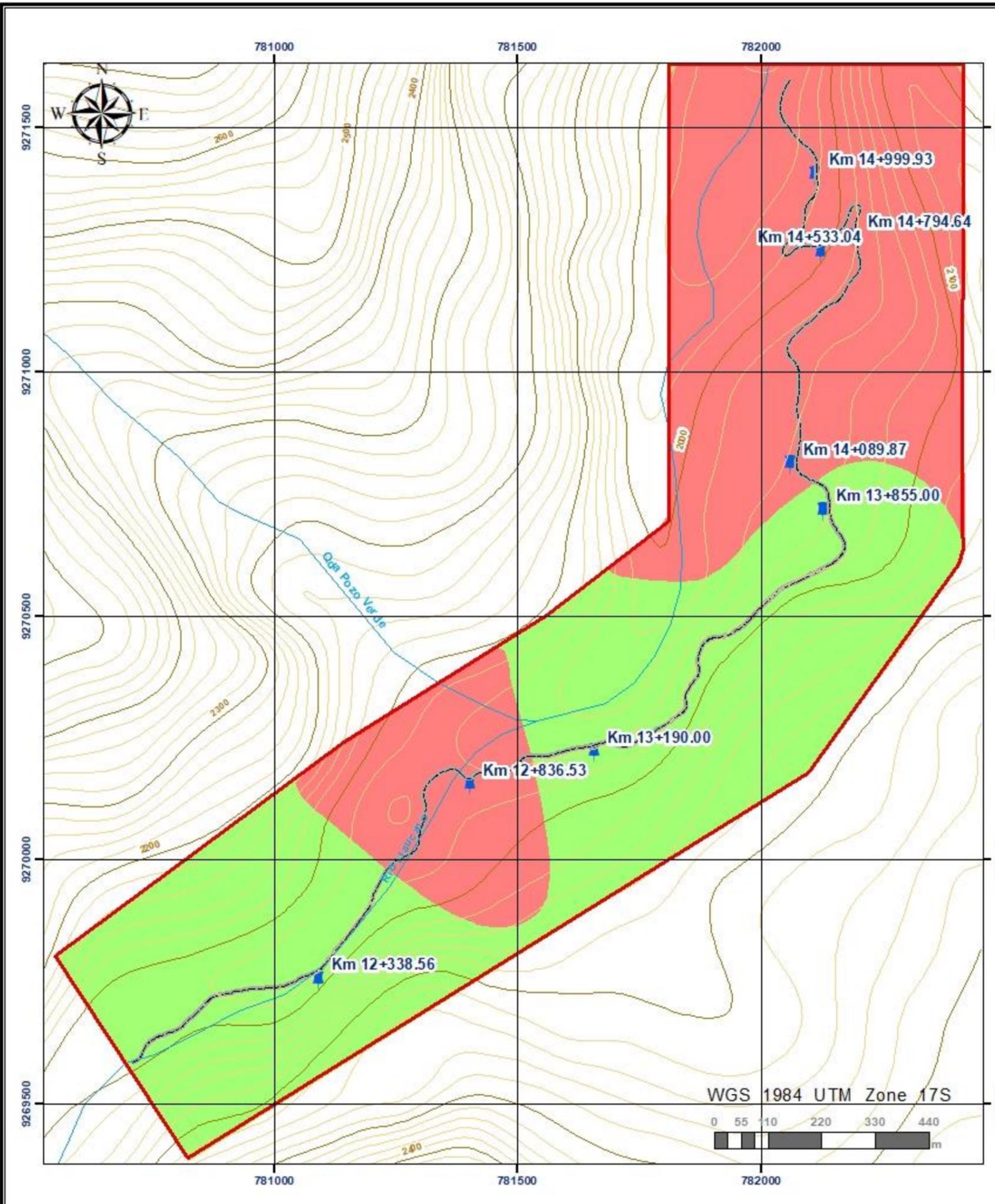


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

"IN ESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N. BAMBAMARCA - AMAZONAS"

PLANO:	GEOMECÁNICA DE SUELOS	ESCALA:	1/9 000
TECNIKA:	Bach. Dianela Yacori Medina Tasilla		
ASESOR:	Dr. Ing. Reinaldo Rodríguez Cruzado		
SISTEMA:	UTM-WGS84	FECHA:	Octubre 2022

P-05



SIMBOLOGÍA

- Zona de Estudio
- Drenajes
- Curvas 100 m
- Curvas 20 m
- Vías de Acceso
- Ubicación

LEYENDA

- Inestabilidad Alta
- Inestabilidad Baja

Tabla 4. 12. Inestabilidad geotécnica en la zona en evaluación.

Número	Progresiva	Potencial de Expansión (Según IP)	Potencial de Asentamiento	Inestabilidad
1	Km 12+338.56	Bajo	Admisible	Bajo
2	Km 12+836.53	Bajo	Inadmisible	Alto
3	Km 13+190.00	Bajo	Admisible	Bajo
4	Km 13+855.00	Bajo	Admisible	Bajo
5	Km 14+089.87	Bajo	Inadmisible	Alto
6	Km 14+533.04	Medio	Inadmisible	Alto
7	Km 14+794.64	Bajo	Inadmisible	Alto
8	Km 14+999.93	Medio	Inadmisible	Alto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

"INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N. BAMBAMARCA – AMAZONAS"

PLANO:	GEOTÉCNICO	ESCALA:	1/9 000
TE SISTA:	Bach. Dianaela Yacori Medina Tasilla		
ASESOR:	Dr. Ing. Reinaldo Rodríguez Cruzado		
SISTEMA:	UTM-WGS84	FECHA:	Octubre 2022

P-06



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

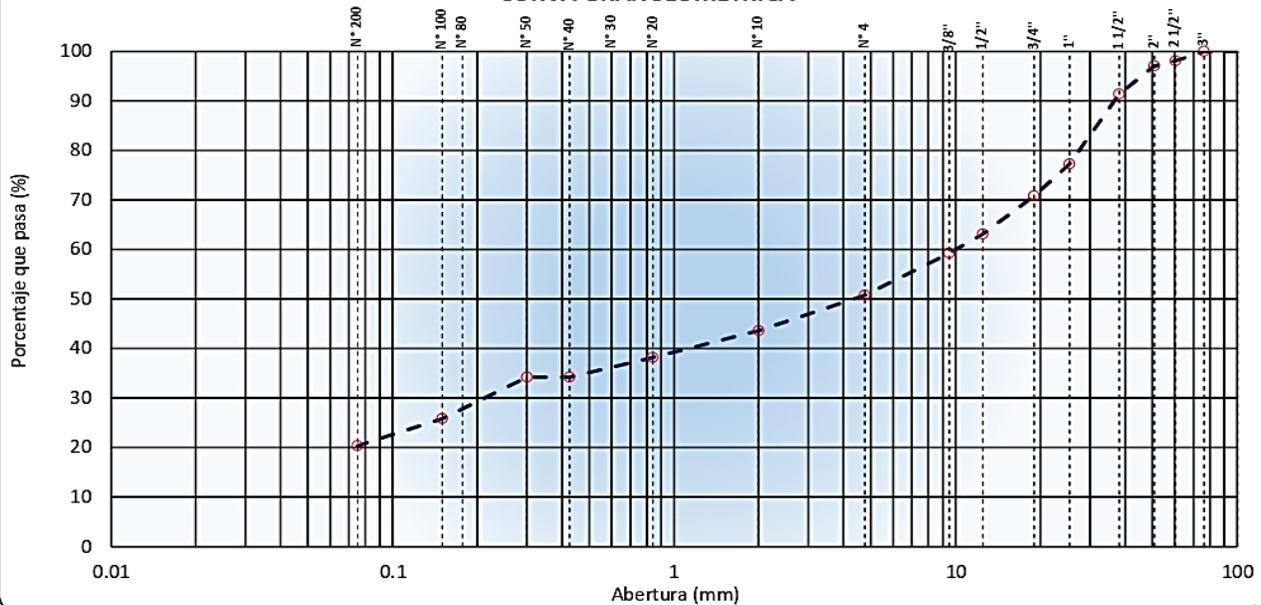
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PRO
TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA
PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m
UBICACIÓN : Km 12+338 HECHO POR : D.M.T.
MUESTRA : M 1 FECHA : 10/06/2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000						Peso de la Muestra
4"	101.600						Peso Total de la Muestra (gr.) : 14535.0
3"	76.200				100.0		Material Fino < N°4 (gr.) : 7380
2 1/2"	60.350	280.0	1.9	1.9	98.1		Material Grueso > N°4 (gr.) : 7155
2"	50.800	142.0	1.0	2.9	97.1		Fracción Material < N°4 (gr.) : 535.8
1 1/2"	38.100	828.0	5.7	8.6	91.4		Limites de Consistencia
1"	25.400	2053.0	14.1	22.7	77.3		Límite Líquido (%) : 27
3/4"	19.000	939.0	6.5	29.2	70.8		Límite Plástico (%) : 17
1/2"	12.500	1123.0	7.7	36.9	63.1		Índice Plástico (%) : 10
3/8"	9.500	561.0	3.9	40.8	59.2		Clasificación de Suelo
N°4	4.750	1229.0	8.5	49.2	50.8		Clasificación SUCS : GC
N°10	2.000	75.9	7.2	56.4	43.6		Clasificación AASHTO : A-2-6 (0)
N°20	0.840	57.0	5.4	61.8	38.2		Abrasión (%) : 26.9
N°40	0.425	41.8	4.0	65.8	34.2		Humedad Natural (%) : 17.8
N°50	0.300						
N°100	0.150	88.5	8.4	74.2	25.8		Máxima Dens. Seca (gr/cm3) : 2.074
N°200	0.075	57.9	5.5	79.7	20.3		Óptimo Cont. Humedad (%) : 10.1
< N°200	FONDO	214.7	20.3	100.0	0.0		CBR 0.1" al 100% M.D.S. (%) : 209.4

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones :

[Handwritten Signature]
ING. VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP N° 88839

**Proyecto:**

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL**

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PR
TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA
PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m
UBICACIÓN : Km 12+338 HECHO POR : D.M.T.
MUESTRA : M 1 FECHA : 10/06/2021

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	589.40	590.60	652.40
PESO TARA + SUELO SECO (gr)	501.10	500.40	554.10
PESO DE LA TARA (gr)			
PESO DEL AGUA (gr)	88.30	90.20	98.30
PESO DE L SUELO SECO (gr)	501.10	500.40	554.10
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.6	18.0	17.7
HUMEDAD NATURAL PROMEDIK (%)	17.8		

Observaciones:

ING. VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP: N° 86839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PRC
 TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA
 PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m
 UBICACIÓN : Km 12+338 HECHO POR : D.M.T.
 MUESTRA : M 1 FECHA : 10/06/2021

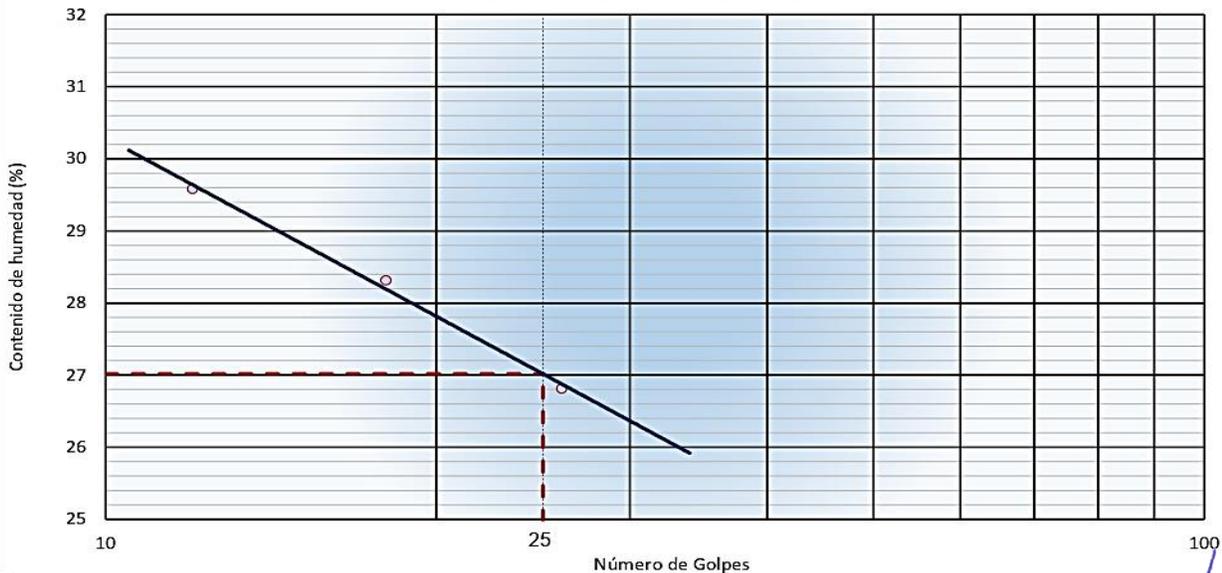
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA		T-10	T-11	T-12
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	35.33	31.27	38.68
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	29.97	26.87	32.45
PESO DEL AGUA	(gr)	5.36	4.40	6.23
PESO DE LA TARA	(gr)	9.98	11.33	11.39
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	19.99	15.54	21.06
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.81	28.31	29.58
NÚMERO DE GOLPES		26	18	12

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA		T-09	T-10
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	10.34	11.30
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	9.66	10.50
PESO DE LA TARA	(gr)	5.63	5.79
PESO DEL AGUA	(gr)	0.68	0.80
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	4.03	4.71
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	16.87	16.99

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	(%)	27
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	17
INDICE DE PLASTICIDAD	(%)	10

OBSERVACIONES

MALLA N° 40

[Handwritten Signature]
 ING VARGAS VIGO
 UBALDO FERENK
 CIP N° 86839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N. (BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N (BAMBAMARCA - CHOTA)

TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA

PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m

UBICACIÓN : Km 12+338 HECHO POR : D.M.T.

MUESTRA : M 1 FECHA : 10/06/2021

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	2183.0	2053.0	2089.0	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	1314.0	1237.0	1263.0	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	869.0	816.0	826.0	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	2100.0	1989.0	2018.0	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	786.0	752.0	755.0	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.417	2.438	2.443	2.432
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.512	2.516	2.529	2.519
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.672	2.645	2.673	2.663
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	3.952	3.218	3.518	3.56%

OBSERVACIONES:


 ING VARGAS VIGO
 UBALDO FERENK
 CIP- N° 88838



Proyecto:
INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

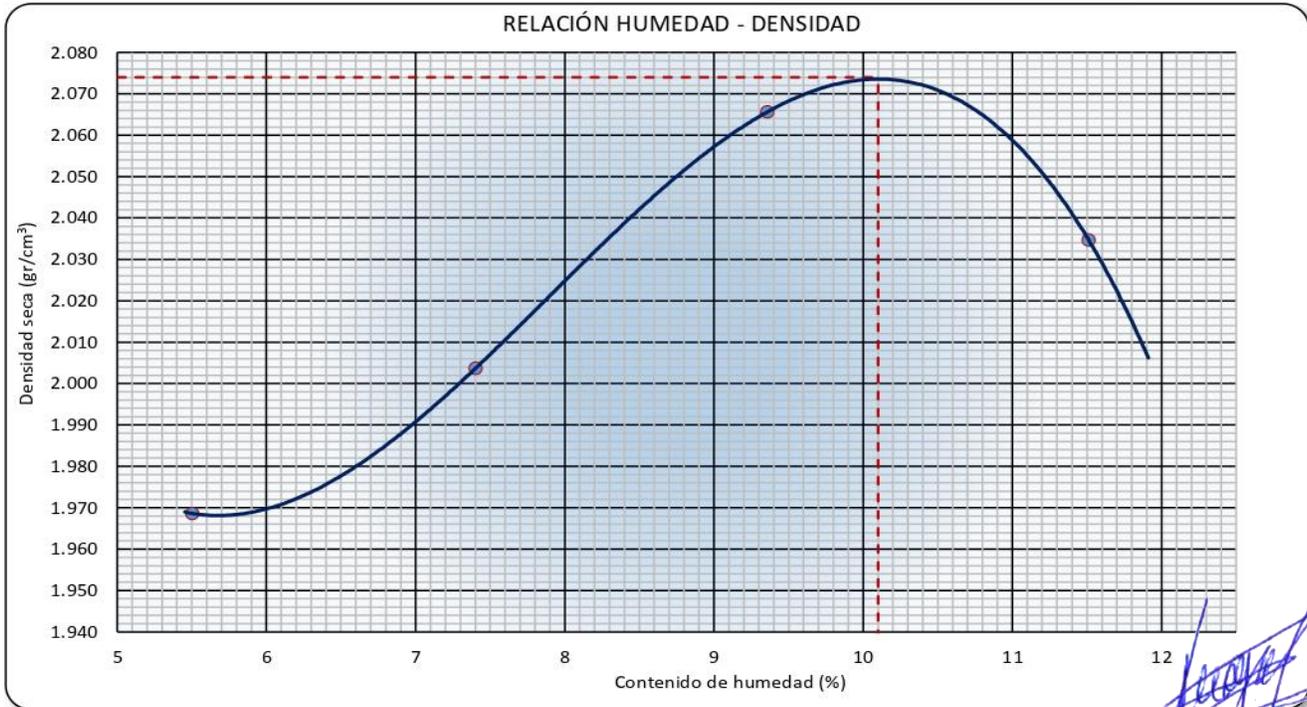
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROCTOR MODIFICADO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS
TRAMO : I **LADO :** PLATAFORMA COMPLETA
PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 **PROFUNDIDAD :** 1.50 m
UBICACIÓN : Km 12+338 **HECHO POR :** D.M.T.
MUESTRA : M 1 **FECHA :** 10/06/2021

Ensayo N°		1	2	3	4		
Número de Capas		5	5	5	5		
Golpes de Pisón por Capa		56	56	56	56		
Peso suelo húmedo + molde	(gr)	10860	11018	11243	11264		
Peso molde + base	(gr)	6488	6488	6488	6488		
Peso suelo húmedo compactado	(gr)	4372	4530	4755	4776		
Volumen del molde	(cm ³)	2105	2105	2105	2105		
Peso volumétrico húmedo	(gr/cm ³)	2.077	2.152	2.259	2.269		
Tara N°		T-20	T-22	T-19	T-14		
Peso del suelo húmedo + tara	(gr)	621.1	632.6	645.1	559.9		
Peso del suelo seco + tara	(gr)	588.7	589.0	589.9	502.1		
Peso de Tara	(gr)						
Peso de agua	(gr)	32.4	43.6	55.2	57.8		
Peso del suelo seco	(gr)	588.7	589.0	589.9	502.1		
Contenido de agua	(%)	5.5	7.4	9.4	11.5		
Peso volumétrico seco	(gr/cm ³)	1.969	2.004	2.066	2.035		
					Densidad máxima	(gr/cm³)	2.074
					Húmedad óptima	(%)	10.1



Observaciones :

ING. VARGAS VIGO
 UBALDO FERENK
 CIP N° 88839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS
KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

MATERIAL FINO QUE PASA POR TAMIZ N° 200
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 202, ASTM C 117, AASHTO T 11

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N (BAMBAMARCA - CHOTA)

TRAMO : I LADO: PLATAF.COMPLETA

PROGRESIVA: Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD: 1.50 m

UBICACIÓN : Km 12+338 HECHO POR: D.M.T.

MUESTRA : M 1 FECHA: 10/06/2021

ENSAYO	1	2	PROMEDIO
Peso del Material seco	931.8		
Peso del Material lavado seco	704.7		
Peso del Material < N° 200	227.10		
% Material < 200	24.37		24.4

OBSERV.:


ING. VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP. N° 85838



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

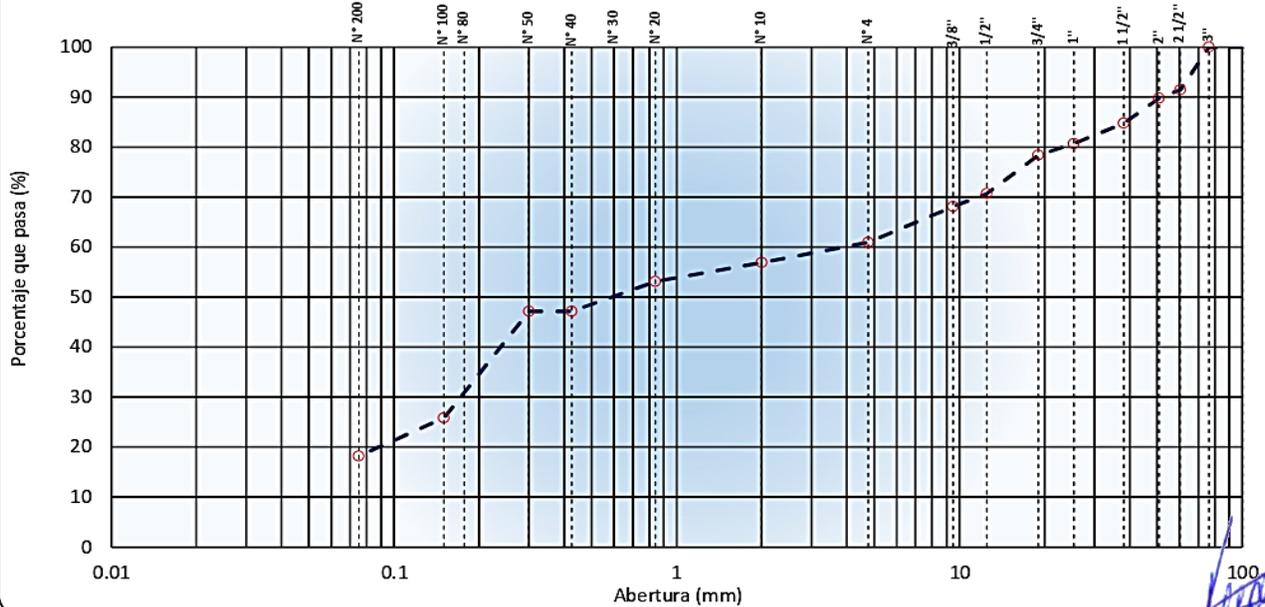
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PRO
TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA
PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m
UBICACIÓN : Km 12+836 HECHO POR : D.M.T.
MUESTRA : M 1 FECHA : 10/06/2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
Peso de la Muestra							
5"	127.000						Peso Total de la Muestra (gr.) : 17738.0
4"	101.600						Material Fino < N°4 (gr.) : 10805
3"	76.200				100.0		Material Grueso > N°4 (gr.) : 6933
2 1/2"	60.350	1507.0	8.5	8.5	91.5		Fracción Material < N°4 (gr.) : 746.5
2"	50.800	303.0	1.7	10.2	89.8		
1 1/2"	38.100	885.0	5.0	15.2	84.8		
1"	25.400	727.0	4.1	19.3	80.7		Límites de Consistencia
3/4"	19.000	409.0	2.3	21.6	78.4		Límite Líquido (%) : 25
1/2"	12.500	1367.0	7.7	29.3	70.7		Límite Plástico (%) : 19
3/8"	9.500	458.0	2.6	31.9	68.1		Índice Plástico (%) : 6
Clasificación de Suelo							
N°4	4.750	1277.0	7.2	39.1	60.9		Clasificación SUCS : SC-SM
N°10	2.000	49.0	4.0	43.1	56.9		Clasificación AASHTO : A-1-b (0)
N°20	0.840	46.8	3.8	46.9	53.1		Abrasión (%) : 26.9
N°40	0.425	73.0	6.0	52.9	47.1		Humedad Natural (%) : 17.0
N°50	0.300						
N°100	0.150	261.3	21.3	74.2	25.8		Máxima Dens. Seca (gr/cm3) : 2.051
N°200	0.075	93.5	7.6	81.8	18.2		Óptimo Cont. Humedad (%) : 8.5
< N°200	FONDO	222.9	18.2	100.0	0.0		CBR 0.1" al 100% M.D.S. (%) : 173.3

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones :

[Signature]
ING. VIRGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP N° 85839



Proyecto:

**INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS
PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-
3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

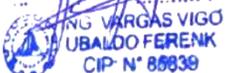
**DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216**

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PR		LADO : PLATAF.COMPLETA
TRAMO : I		PROFUNDIDAD : 1.50 m
PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000		HECHO POR : D.M.T.
UBICACIÓN : Km 12+836		FECHA : 10/06/2021
MUESTRA : M 1		

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	634.80	587.40	695.40
PESO TARA + SUELO SECO (gr)	542.10	502.10	595.40
PESO DE LA TARA (gr)			
PESO DEL AGUA (gr)	92.70	85.30	100.00
PESO DE L SUELO SECO (gr)	542.10	502.10	595.40
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.1	17.0	16.8
HUMEDAD NATURAL PROMEDIK (%)	17.0		

Observaciones: _____



 ING VARGAS VIGO
 UBALDO FERENK
 CIP N° 88839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PRO
 TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA
 PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m
 UBICACIÓN : Km 12+836 HECHO POR : D.M.T.
 MUESTRA : M 1 FECHA : 10/06/2021

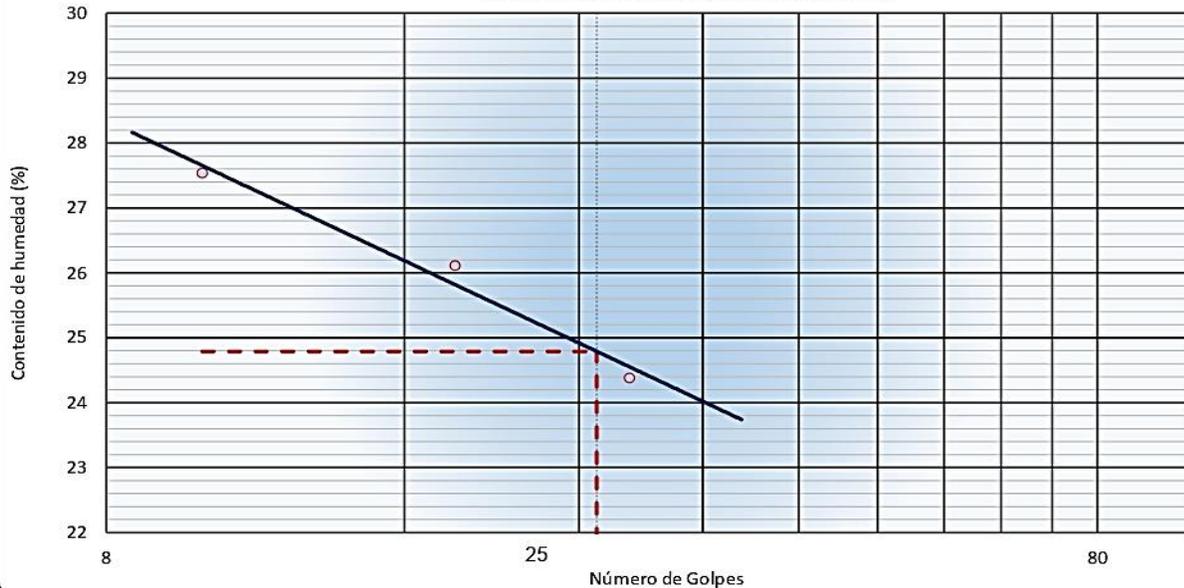
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA		T-10	T-11	T-12
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	38.61	37.92	37.91
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	33.13	32.50	32.15
PESO DEL AGUA	(gr)	5.48	5.42	5.76
PESO DE LA TARA	(gr)	10.65	11.74	11.23
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	22.48	20.76	20.92
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.38	26.11	27.53
NÚMERO DE GOLPES		27	18	10

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA		T-01	T-02
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	11.89	12.71
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	10.82	11.58
PESO DE LA TARA	(gr)	5.25	5.75
PESO DEL AGUA	(gr)	1.07	1.13
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	5.57	5.83
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.21	19.38

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	(%)	25
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	19
INDICE DE PLASTICIDAD	(%)	6

OBSERVACIONES

MALLA N° 40

[Handwritten signature]
 ING. VARGAS VIGO
 UBA DO FERENK
 CIP N° 85039



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS
KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

MATERIAL FINO QUE PASA POR TAMIZ N° 200
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 202, ASTM C 117, AASHTO T 11

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N (BAMBAMARCA - CHOTA)

TRAMO : I LADO: PLATAF.COMPLETA

PROGRESIVA: Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD: 1.50 m

UBICACIÓN : Km 12+836 HECHO POR: D.M.T.

MUESTRA : M 1 FECHA: 10/06/2021

ENSAYO	1	2	PROMEDIO
Peso del Material seco	978.3		
Peso del Material lavado seco	796.4		
Peso del Material < N° 200	181.90		
% Material < 200	18.59		18.6

OBSERV.:

ING. VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP N° 88830



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N. (BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N (BAMBAMARCA - CHOTA)

TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA

PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m

UBICACIÓN : Km 12+836 HECHO POR : D.M.T.

MUESTRA : M 1 FECHA : 10/06/2021

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	2638.0	2699.0	2926.0	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	1603.0	1636.0	1782.0	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	1035.0	1063.0	1144.0	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	2597.0	2653.0	2872.0	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	994.0	1017.0	1090.0	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.509	2.496	2.510	2.505
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.549	2.539	2.558	2.549
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.613	2.609	2.635	2.619
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	1.579	1.734	1.880	1.73%

OBSERVACIONES:


 ING. VARGAS VIGO
 UBALDO FERENK
 CIP- N° 85839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROCTOR MODIFICADO

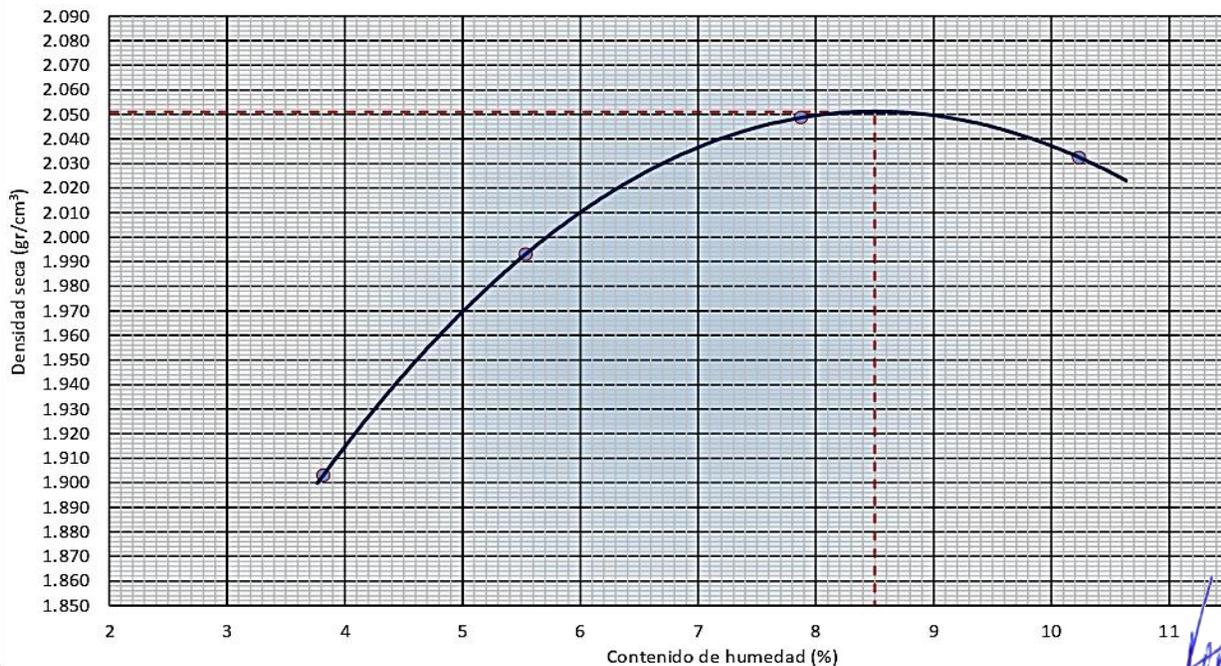
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS
 TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA
 PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m
 UBICACIÓN : Km 12+836 HECHO POR : D.M.T.
 MUESTRA : M 1 FECHA : 10/06/2021

Ensayo N°	1	2	3	4	
Número de Capas	5	5	5	5	
Golpes de Pisón por Capa	56	56	56	56	
Peso suelo húmedo + molde (gr)	5603	5724	5825	5854	
Peso molde + base (gr)	3730	3730	3730	3730	
Peso suelo húmedo compactado (gr)	1873	1994	2095	2124	
Volumen del molde (cm ³)	948	948	948	948	
Peso volumétrico húmedo (gr/cm ³)	1.976	2.103	2.210	2.241	
Tara N°	T-11	T-12	T-13	T-14	
Peso del suelo húmedo + tara (gr)	459.5	499.5	516.6	505.2	
Peso del suelo seco + tara (gr)	442.6	473.3	478.9	458.3	
Peso de Tara (gr)					
Peso de agua (gr)	16.9	26.2	37.7	46.9	
Peso del suelo seco (gr)	442.6	473.3	478.9	458.3	
Contenido de agua (%)	3.8	5.5	7.9	10.2	
Peso volumétrico seco (gr/cm ³)	1.903	1.993	2.049	2.033	
				Densidad máxima (gr/cm ³)	2.051
				Húmedad óptima (%)	8.5

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



Observaciones :

[Signature]
 ING. VARGAS VIGO
 UBALDO FERENK
 CIP- N° 85839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

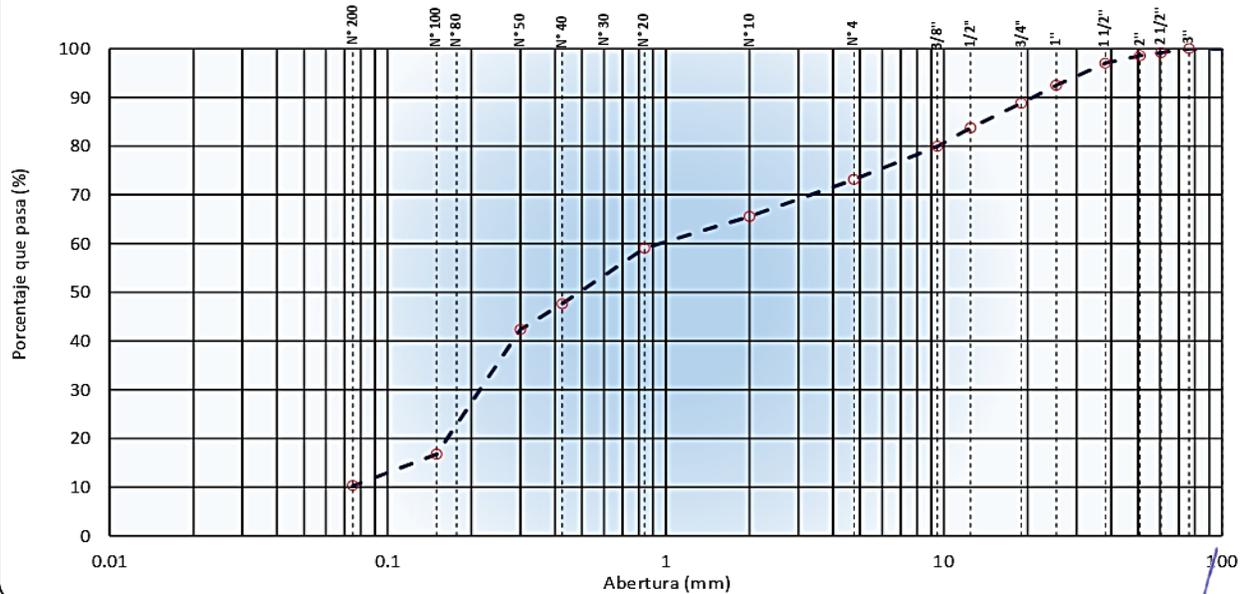
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PRO
 TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA
 PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m
 UBICACIÓN : Km 13+190 HECHO POR : D.M.T.
 MUESTRA : M 1 FECHA : 10/06/2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000						Peso de la Muestra
4"	101.600						Peso Total de la Muestra (gr.) : 20843.0
3"	76.200				100.0		Material Fino < N°4 (gr.) : 15245
2 1/2"	60.350	174.0	0.8	0.8	99.2		Material Grueso > N°4 (gr.) : 5598
2"	50.800	119.0	0.6	1.4	98.6		Fracción Material < N°4 (gr.) : 619.6
1 1/2"	38.100	327.0	1.6	3.0	97.0		Limites de Consistencia
1"	25.400	940.0	4.5	7.5	92.5		Límite Líquido (%) : 18
3/4"	19.000	771.0	3.7	11.2	88.8		Límite Plástico (%) : 14
1/2"	12.500	1058.0	5.1	16.3	83.7		Índice Plástico (%) : 4
3/8"	9.500	791.0	3.8	20.1	79.9		Clasificación de Suelo
N°4	4.750	1418.0	6.8	26.9	73.1		Clasificación SUCS : SP-SM
N°10	2.000	64.1	7.6	34.4	65.6		Clasificación AASHTO : A-1-b (0)
N°20	0.840	55.5	6.6	41.0	59.0		Abrasión (%) : 26.9
N°40	0.425	96.1	11.3	52.3	47.7		Humedad Natural (%) : 12.5
N°50	0.300						
N°100	0.150	217.2	25.6	83.3	16.7		Máxima Dens. Seca (gr/cm3) : 2.118
N°200	0.075	54.8	6.5	89.7	10.3		Óptimo Cont. Humedad (%) : 8.7
< N°200	FONDO	86.9	10.3	100.0	0.0		CBR 0.1" al 100% M.D.S. (%) : 292.0

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones :

ING. VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP N° 85839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PR
TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA
PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m
UBICACIÓN : Km 13+190 HECHO POR : D.M.T.
MUESTRA : M 1 FECHA : 10/06/2021

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	619.60	620.30	695.40
PESO TARA + SUELO SECO (gr)	550.80	551.20	619.10
PESO DE LA TARA (gr)			
PESO DEL AGUA (gr)	68.80	69.10	76.30
PESO DE L SUELO SECO (gr)	550.80	551.20	619.10
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.5	12.5	12.3
HUMEDAD NATURAL PROMEDIK (%)	12.5		

Observaciones:

ING. VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP. N° 86839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO	: INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PRO		LADO	: PLATAF.COMPLETA
TRAMO	: I		PROFUNDIDAD	: 1.50 m
PROGRESIVA	: Km 12+000 al Km 15+000		HECHO POR	: D.M.T.
UBICACIÓN	: Km 13+190		FECHA	: 10/06/2021
MUESTRA	: M 1			

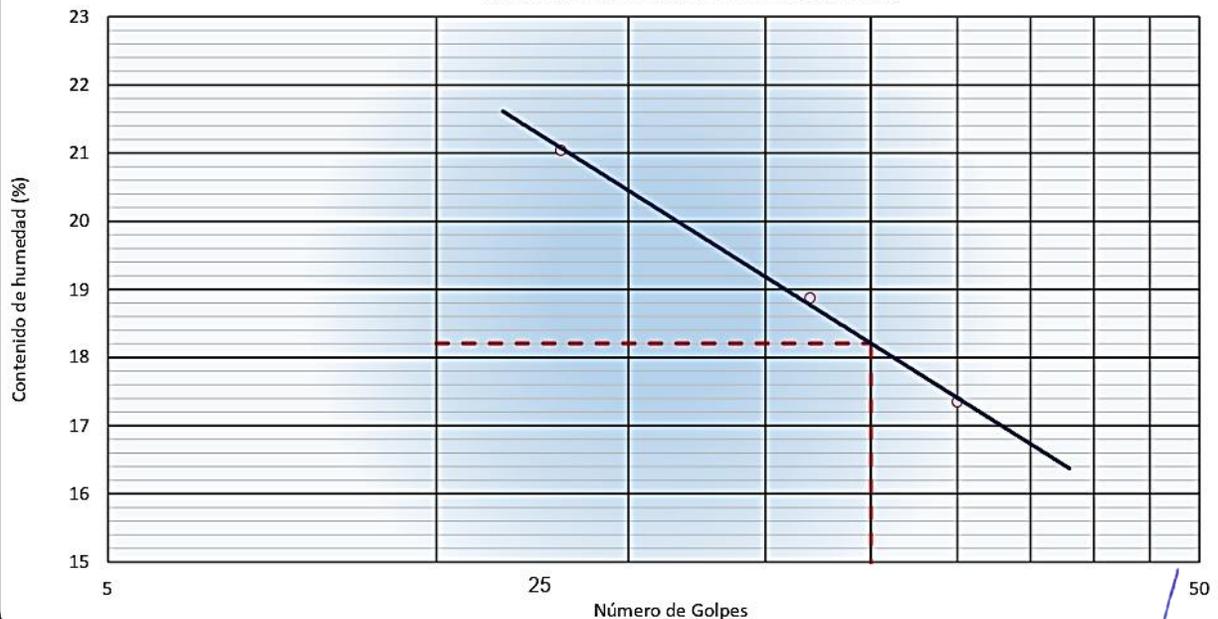
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA		T-10	T-11	T-12
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	40.34	42.66	37.58
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	35.95	37.75	33.00
PESO DEL AGUA	(gr)	4.39	4.91	4.58
PESO DE LA TARA	(gr)	10.64	11.73	11.23
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	25.31	26.02	21.77
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	17.34	18.87	21.04
NÚMERO DE GOLPES		30	22	13

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA		T-01	T-02
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	8.51	9.37
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	8.15	8.96
PESO DE LA TARA	(gr)	5.63	5.79
PESO DEL AGUA	(gr)	0.36	0.41
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	2.52	3.17
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	14.29	12.93

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	(%)	18
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	14
INDICE DE PLASTICIDAD	(%)	4

OBSERVACIONES

MALLA N° 40
ING. VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP N° 88839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROCTOR MODIFICADO

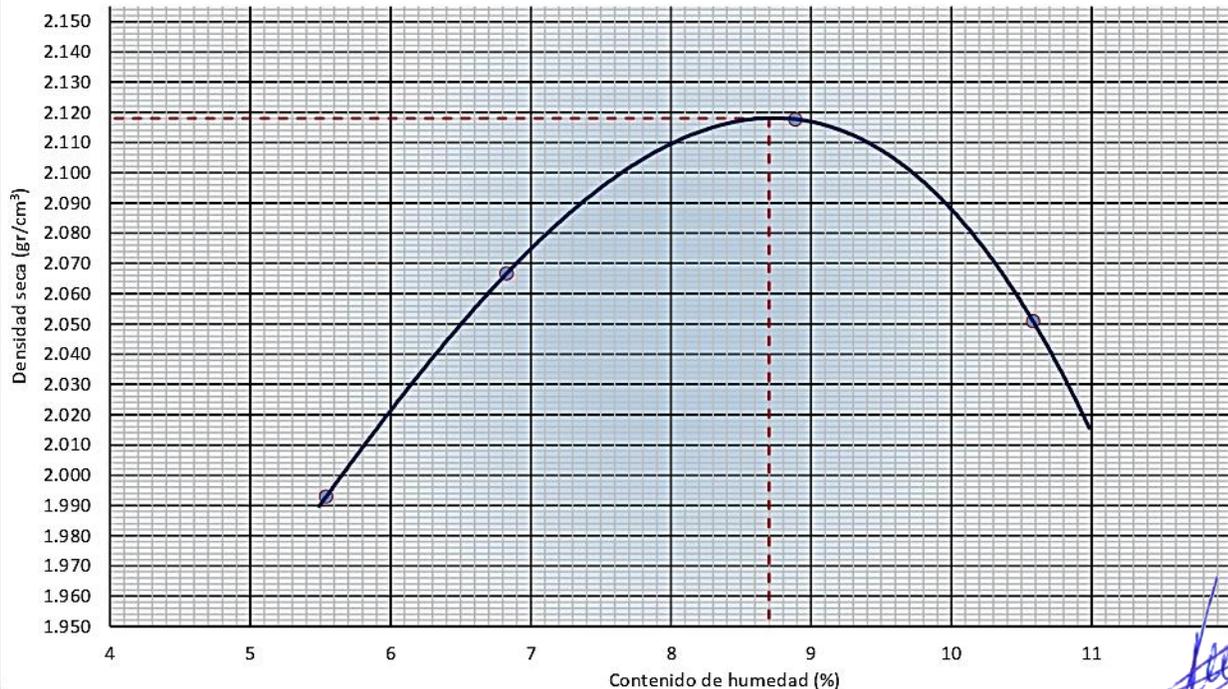
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO	: INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGR	LADO	: PLATAF.COMPLETA
TRAMO	: I	PROFUNDIDAD	: 1.50 m
PROGRESIVA	: Km 12+000 al Km 15+000	HECHO POR	: D.M.T.
UBICACIÓN	: Km 13+190	FECHA	: 10/06/2021
MUESTRA	: M 1		

Ensayo N°	1	2	3	4	
Número de Capas	5	5	5	5	
Golpes de Pisón por Capa	56	56	56	56	
Peso suelo húmedo + molde (gr)	5724	5823	5916	5880	
Peso molde + base (gr)	3730	3730	3730	3730	
Peso suelo húmedo compactado (gr)	1994	2093	2186	2150	
Volumen del molde (cm ³)	948	948	948	948	
Peso volumétrico húmedo (gr/cm ³)	2.103	2.208	2.306	2.268	
Tara N°	T-11	T-12	T-13	T-14	
Peso del suelo húmedo + tara (gr)	569.4	519.4	575.8	622.8	
Peso del suelo seco + tara (gr)	539.5	486.2	528.8	563.2	
Peso de Tara (gr)					
Peso de agua (gr)	29.9	33.2	47.0	59.6	
Peso del suelo seco (gr)	539.5	486.2	528.8	563.2	
Contenido de agua (%)	5.5	6.8	8.9	10.6	
Peso volumétrico seco (gr/cm ³)	1.993	2.067	2.118	2.051	
				Densidad máxima (gr/cm ³)	2.118
				Húmedad óptima (%)	8.7

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



Observaciones :

ING. VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP N° 88839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N. (BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N (BAMBAMARCA - CHOTA)

TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA

PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m

UBICACIÓN : Km 13+190 HECHO POR : D.M.T.

MUESTRA : M 1 FECHA : 10/06/2021

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	1592.0	1813.0	1806.0	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	965.0	1099.0	1088.0	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	627.0	714.0	718.0	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1571.0	1788.0	1783.0	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	606.0	689.0	695.0	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.506	2.504	2.483	2.498
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.539	2.539	2.515	2.531
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.592	2.595	2.565	2.584
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	1.337	1.398	1.290	1.34%

OBSERVACIONES:


 ING. VARGAS VIGO
 UBALDO FERENK
 CIP- N° 85838



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS
KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

MATERIAL FINO QUE PASA POR TAMIZ N° 200
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 202, ASTM C 117, AASHTO T 11

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N (BAMBAMARCA - CHOTA)

TRAMO : I LADO: PLATAF.COMPLETA

PROGRESIVA: Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD: 1.50 m

UBICACIÓN : Km 13+190 HECHO POR: D.M.T.

MUESTRA : M 1 FECHA: 10/06/2021

ENSAYO	1	2	PROMEDIO
Peso del Material seco	945.2		
Peso del Material lavado seco	830.7		
Peso del Material < N° 200	114.50		
% Material < 200	12.11		12.1

OBSERV.:


ING VARGAS VIGO
UBALOO FERENK
CIP: N° 85839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

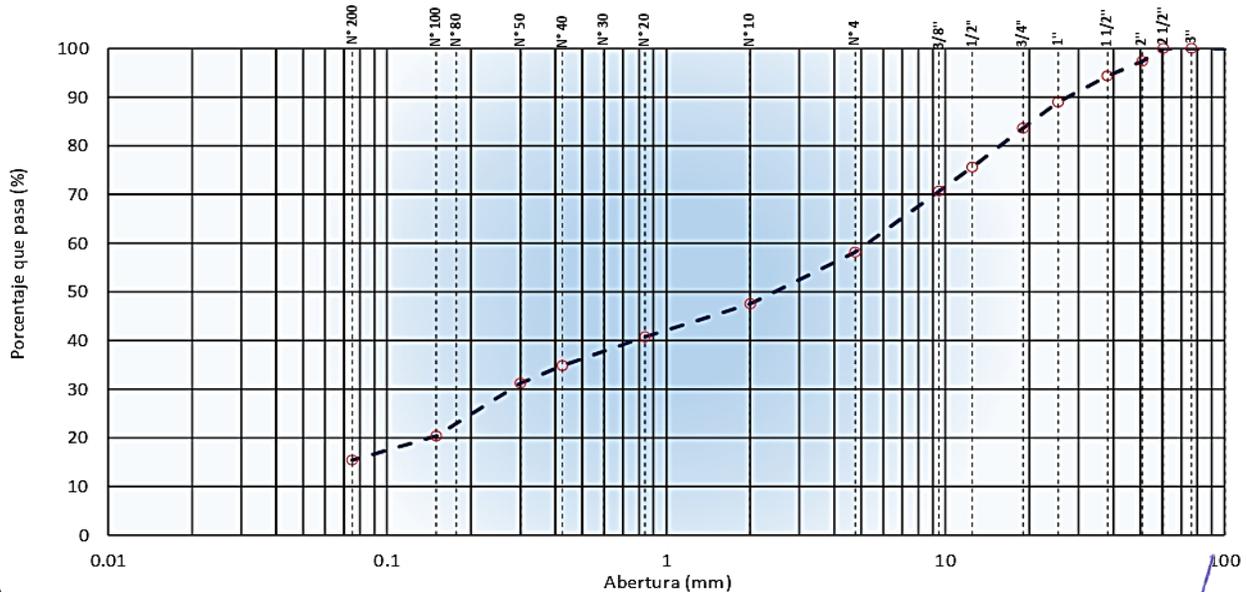
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PRO
 TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA
 PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m
 UBICACIÓN : Km 13+855 HECHO POR : D.M.T.
 MUESTRA : M 1 FECHA : 12/06/2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000						Peso de la Muestra
4"	101.600						Peso Total de la Muestra (gr.): 10690.0
3"	76.200						Material Fino < N°4 (gr.): 6218
2 1/2"	60.350				100.0		Material Grueso > N°4 (gr.): 4472
2"	50.800	282.0	2.6	2.6	97.4		Fracción Material < N°4 (gr.): 953.2
1 1/2"	38.100	319.0	3.0	5.6	94.4		Límites de Consistencia
1"	25.400	575.0	5.4	11.0	89.0		Límite Líquido (%): 21
3/4"	19.000	571.0	5.3	16.3	83.7		Límite Plástico (%): 17
1/2"	12.500	857.0	8.0	24.4	75.6		Índice Plástico (%): 4
3/8"	9.500	533.0	5.0	29.3	70.7		Clasificación de Suelo
N°4	4.750	1335.0	12.5	41.8	58.2		Clasificación SUCS : GM
N°10	2.000	174.6	10.7	52.5	47.5		Clasificación AASHTO : A-1-b (0)
N°20	0.840	111.5	6.8	59.3	40.7		Abrasión (%): 26.9
N°40	0.425	96.2	5.9	65.2	34.8		Humedad Natural (%): 5.6
N°50	0.300						
N°100	0.150	177.0	10.8	79.6	20.4		Máxima Dens. Seca (gr/cm3): 2.214
N°200	0.075	81.7	5.0	84.6	15.4		Óptimo Cont. Humedad (%): 6.6
< N°200	FONDO	252.2	15.4	100.0	0.0		CBR 0.1" al 100% M.D.S. (%): 537.7

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones :

[Signature]
 ING. VARGAS VIGO
 UBALDO FERENK
 CIP: N° 85839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PR
TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA
PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m
UBICACIÓN : Km 13+855 HECHO POR : D.M.T.
MUESTRA : M 1 FECHA : 12/06/2021

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	716.40	740.30	699.90
PESO TARA + SUELO SECO (gr)	677.30	702.10	662.50
PESO DE LA TARA (gr)			
PESO DEL AGUA (gr)	39.10	38.20	37.40
PESO DE L SUELO SECO (gr)	677.30	702.10	662.50
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.8	5.4	5.6
HUMEDAD NATURAL PROMEDIK (%)	5.6		

Observaciones:


ING. VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP. N° 85839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PRO
TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA
PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m
UBICACIÓN : Km 13+855 HECHO POR : D.M.T.
MUESTRA : M 1 FECHA : 12/06/2021

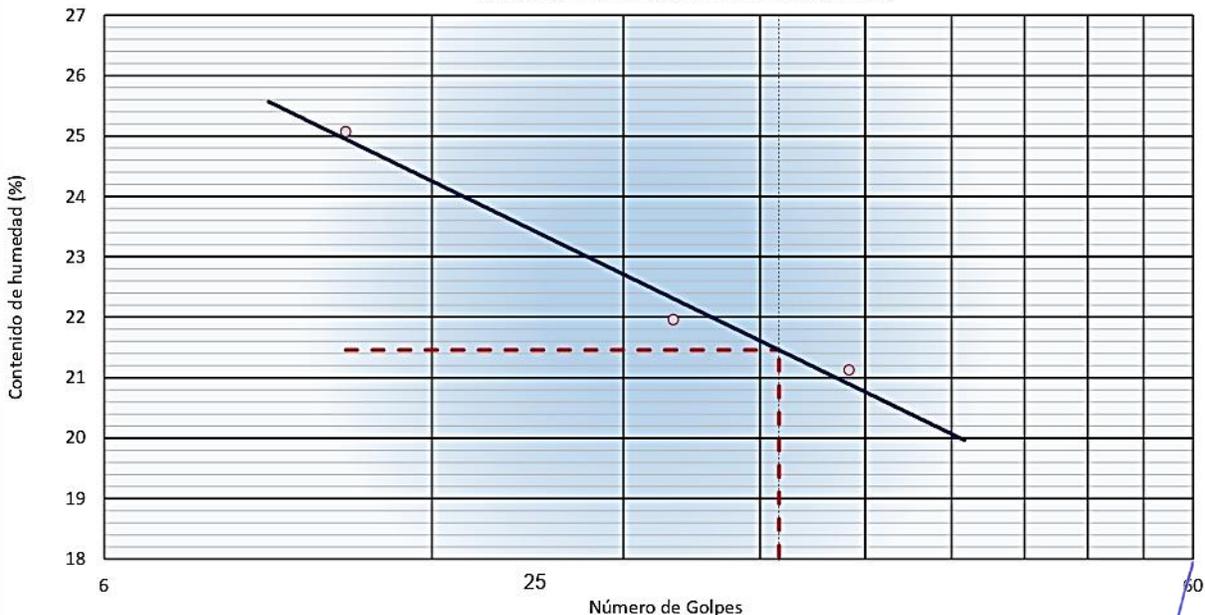
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA		T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	36.93	37.95	41.89
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	32.49	33.21	35.69
PESO DEL AGUA	(gr)	4.44	4.74	6.20
PESO DE LA TARA	(gr)	11.47	11.62	10.96
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	21.02	21.59	24.73
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.12	21.95	25.07
NÚMERO DE GOLPES		29	20	10

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA		T-01	T-02
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	11.14	11.08
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	10.37	10.31
PESO DE LA TARA	(gr)	5.80	5.76
PESO DEL AGUA	(gr)	0.77	0.77
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	4.57	4.55
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	16.85	16.92

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	(%)	21
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	17
INDICE DE PLASTICIDAD	(%)	4

OBSERVACIONES

MALLA N° 40
ING. VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP N° 86639



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N. (BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N (BAMBAMARCA - CHOTA)

TRAMO : I

LADO : PLATAF.COMPLETA

PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000

PROFUNDIDAD : 1.50 m

UBICACIÓN : Km 13+855

HECHO POR : D.M.T.

MUESTRA : M 1

FECHA : 10/06/2021

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	3096.0	2749.0	2148.0	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	1912.0	1693.0	1325.0	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	1184.0	1056.0	823.0	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	3058.0	2711.0	2110.0	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	1146.0	1018.0	785.0	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.583	2.567	2.564	2.571
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.615	2.603	2.610	2.609
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.668	2.663	2.688	2.673
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	1.243	1.402	1.801	1.48%

OBSERVACIONES:

ING VARGAS VIGO
 UBALDO FERENK
 CIP N° 88839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROCTOR MODIFICADO

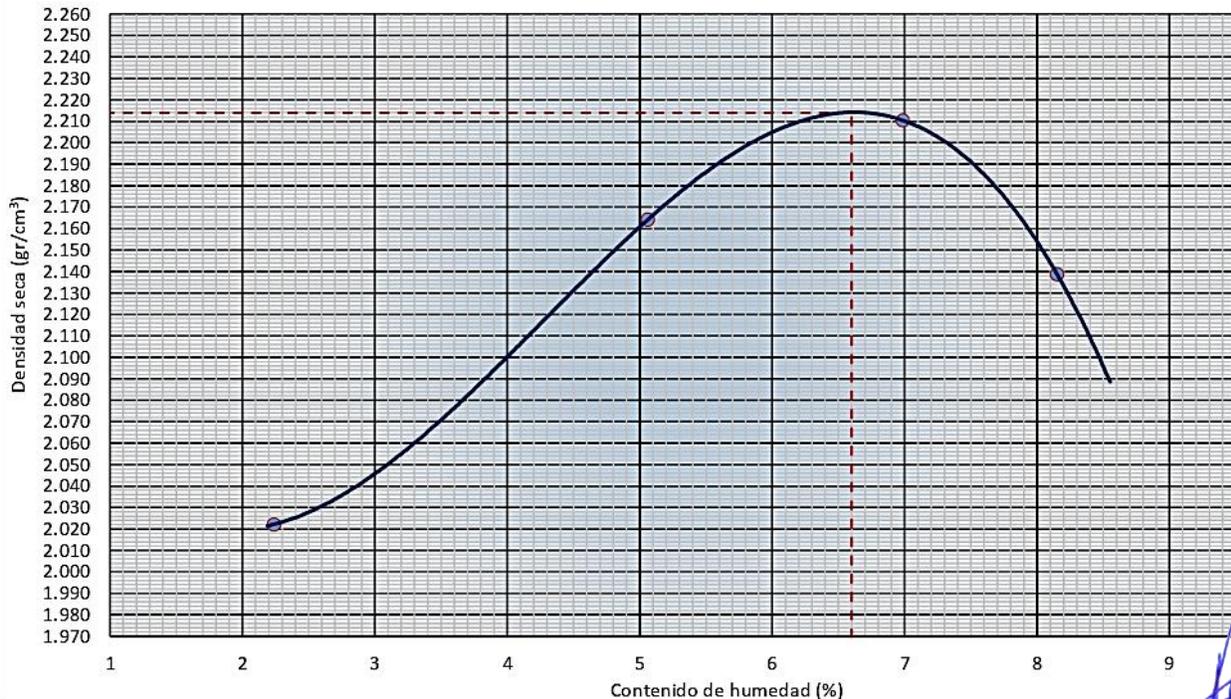
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS
 TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA
 PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m
 UBICACIÓN : Km 13+855 HECHO POR : D.M.T.
 MUESTRA : M 1 FECHA : 12/06/2021

Ensayo N°	1	2	3	4	
Número de Capas	5	5	5	5	
Golpes de Pisón por Capa	56	56	56	56	
Peso suelo húmedo + molde (gr)	10840	11274	11466	11357	
Peso molde + base (gr)	6488	6488	6488	6488	
Peso suelo húmedo compactado (gr)	4352	4786	4978	4869	
Volumen del molde (cm³)	2105	2105	2105	2105	
Peso volumétrico húmedo (gr/cm³)	2.067	2.274	2.365	2.313	
Tara N°	T-11	T-12	T-13	T-14	
Peso del suelo húmedo + tara (gr)	726.0	708.0	659.9	705.9	
Peso del suelo seco + tara (gr)	710.1	673.9	616.8	652.7	
Peso de Tara (gr)					
Peso de agua (gr)	15.9	34.1	43.1	53.2	
Peso del suelo seco (gr)	710.1	673.9	616.8	652.7	
Contenido de agua (%)	2.2	5.1	7.0	8.2	
Peso volumétrico seco (gr/cm³)	2.022	2.164	2.210	2.139	
				Densidad máxima (gr/cm³)	2.214
				Húmedad óptima (%)	6.6

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



Observaciones :

ING. VARGAS VIGO
 UBALDO FERENK
 CIP. N° 85839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS
KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

MATERIAL FINO QUE PASA POR TAMIZ N° 200
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 202, ASTM C 117, AASHTO T 11

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N (BAMBAMARCA - CHOTA)

TRAMO : I LADO: PLATAF.COMPLETA

PROGRESIVA: Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD: 1.50 m

UBICACIÓN : Km 13+855 HECHO POR: D.M.T.

MUESTRA : M 1 FECHA: 12/06/2021

ENSAYO	1	2	PROMEDIO
Peso del Material seco	911.9		
Peso del Material lavado seco	746.3		
Peso del Material < N° 200	165.60		
% Material < 200	18.16		18.2

OBSERV.:


ING VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP N° 86839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROG

TRAMO : I

LADO : PLATAF.COMPLETA

PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000

PROFUNDIDAD : 1.50 m

UBICACIÓN : Km 14+089

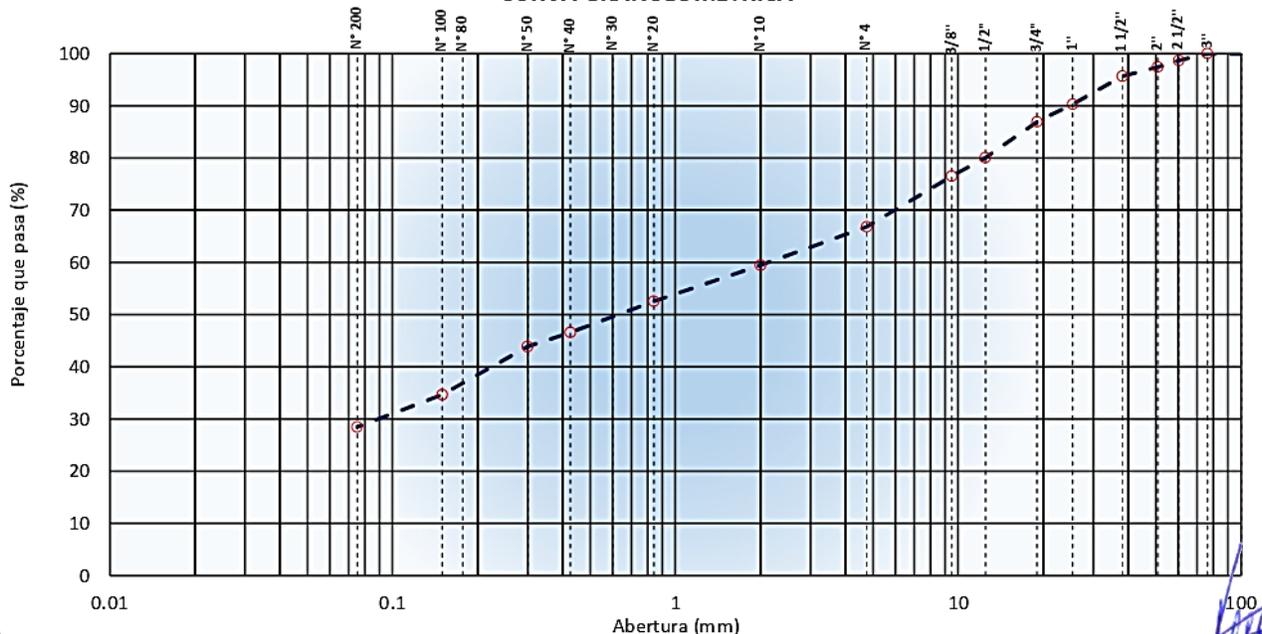
HECHO POR : D.M.T.

MUESTRA : M 1

FECHA : 14/06/2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000						Peso de la Muestra
4"	101.600						Peso Total de la Muestra (gr.): 23802.0
3"	76.200				100.0		Material Fino < N°4 (gr.): 15906
2 1/2"	60.350	303.0	1.3	1.3	98.7		Material Grueso > N°4 (gr.): 7896
2"	50.800	312.0	1.3	2.6	97.4		Fracción Material < N°4 (gr.): 749.5
1 1/2"	38.100	417.0	1.8	4.3	95.7		Límites de Consistencia
1"	25.400	1266.0	5.3	9.7	90.3		Límite Líquido (%): 35
3/4"	19.000	812.0	3.4	13.1	86.9		Límite Plástico (%): 28
1/2"	12.500	1634.0	6.9	19.9	80.1		Índice Plástico (%): 7
3/8"	9.500	839.0	3.5	23.5	76.5		Clasificación de Suelo
N°4	4.750	2313.0	9.7	33.2	66.8		Clasificación SUCS : SM
N°10	2.000	82.5	7.4	40.5	59.5		Clasificación AASHTO : A-2-4 (0)
N°20	0.840	77.5	6.9	47.4	52.6		Abrasión (%): 26.9
N°40	0.425	67.3	6.0	53.4	46.6		Humedad Natural (%): 18.0
N°50	0.300						
N°100	0.150	104.0	9.3	65.4	34.6		Máxima Dens. Seca (gr/cm3): 1.996
N°200	0.075	69.2	6.2	71.6	28.4		Óptimo Cont. Humedad (%): 12.2
< N°200	FONDO	319.0	28.4	100.0	0.0		CBR 0.1" al 100% M.D.S. (%): 105.6

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones :

[Firma]
ING. VARGAS VIGO
LUBALDO FERENK
CIP- N° 66839

**Proyecto:**

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS
PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-
3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL**
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216**DATOS DE LA MUESTRA**

CONCEPTO	: INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PR	LADO	: PLATAF.COMPLETA
TRAMO	: I	PROFUNDIDAD	: 1.50 m
PROGRESIVA	: Km 12+000 al Km 15+000	HECHO POR	: D.M.T.
UBICACIÓN	: Km 14+089	FECHA	: 14/06/2021
MUESTRA	: M 1		

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	693.10	650.10	599.80
PESO TARA + SUELO SECO (gr)	584.40	551.30	510.00
PESO DE LA TARA (gr)			
PESO DEL AGUA (gr)	108.70	98.80	89.80
PESO DE L SUELO SECO (gr)	584.40	551.30	510.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.6	17.9	17.6
HUMEDAD NATURAL PROMEDIK (%)	18.0		

Observaciones:

ING VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP N° 88839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N° 40
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PRO
 TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA
 PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m
 UBICACIÓN : Km 14+089 HECHO POR : D.M.T.
 MUESTRA : M 1 FECHA : 14/06/2021

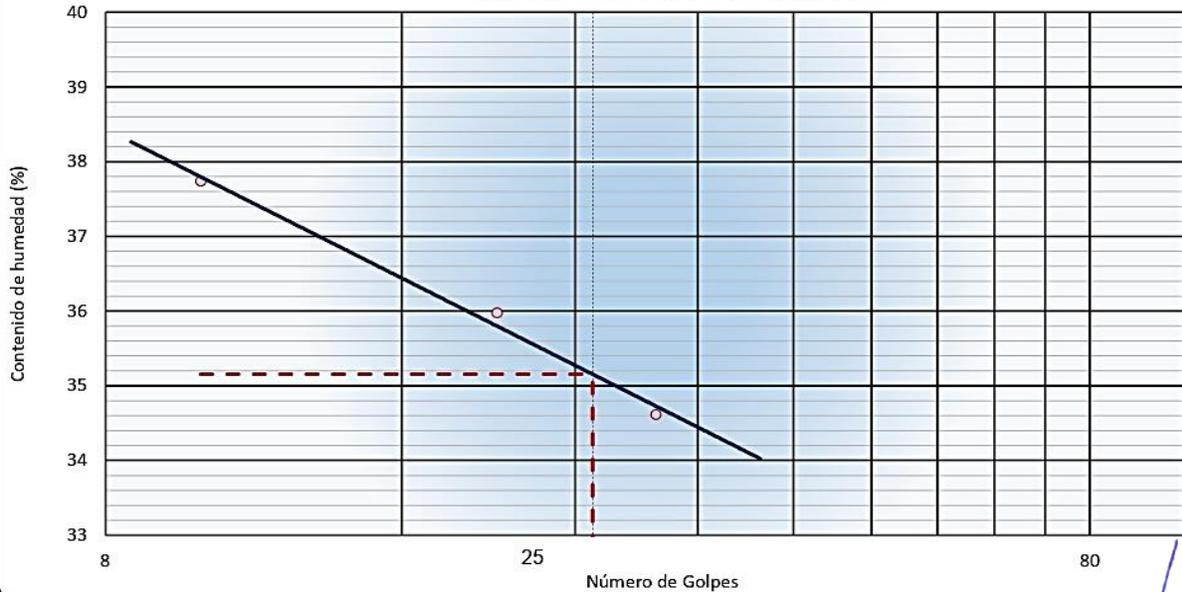
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA		T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	35.60	39.32	34.60
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	29.38	32.05	28.17
PESO DEL AGUA	(gr)	6.22	7.27	6.43
PESO DE LA TARA	(gr)	11.41	11.84	11.13
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	17.97	20.21	17.04
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	34.61	35.97	37.73
NÚMERO DE GOLPES		29	20	10

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA		T-01	T-02
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	11.73	12.00
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	10.35	10.59
PESO DE LA TARA	(gr)	5.45	5.64
PESO DEL AGUA	(gr)	1.38	1.41
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	4.90	4.95
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.16	28.48

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	(%)	35
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	28
INDICE DE PLASTICIDAD	(%)	7

OBSERVACIONES

MALLA N° 40
 ING VARGAS VIGO
 UBALDO FERENK
 CIP N° 88839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N. (BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N (BAMBAMARCA - CHOTA)

TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA

PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m

UBICACIÓN : Km 14+089 HECHO POR : D.M.T.

MUESTRA : M 1 FECHA : 15/06/2021

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	2088.0	2171.0	2335.0	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	1264.0	1316.0	1418.0	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	824.0	855.0	917.0	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	2044.0	2128.0	2284.0	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	780.0	812.0	866.0	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.481	2.489	2.491	2.487
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.534	2.539	2.546	2.540
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.621	2.621	2.637	2.626
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	2.153	2.021	2.233	2.14%

OBSERVACIONES:


 ING. VARGAS VIGO
 UBALDO FERENK
 CIP N° 88839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROCTOR MODIFICADO

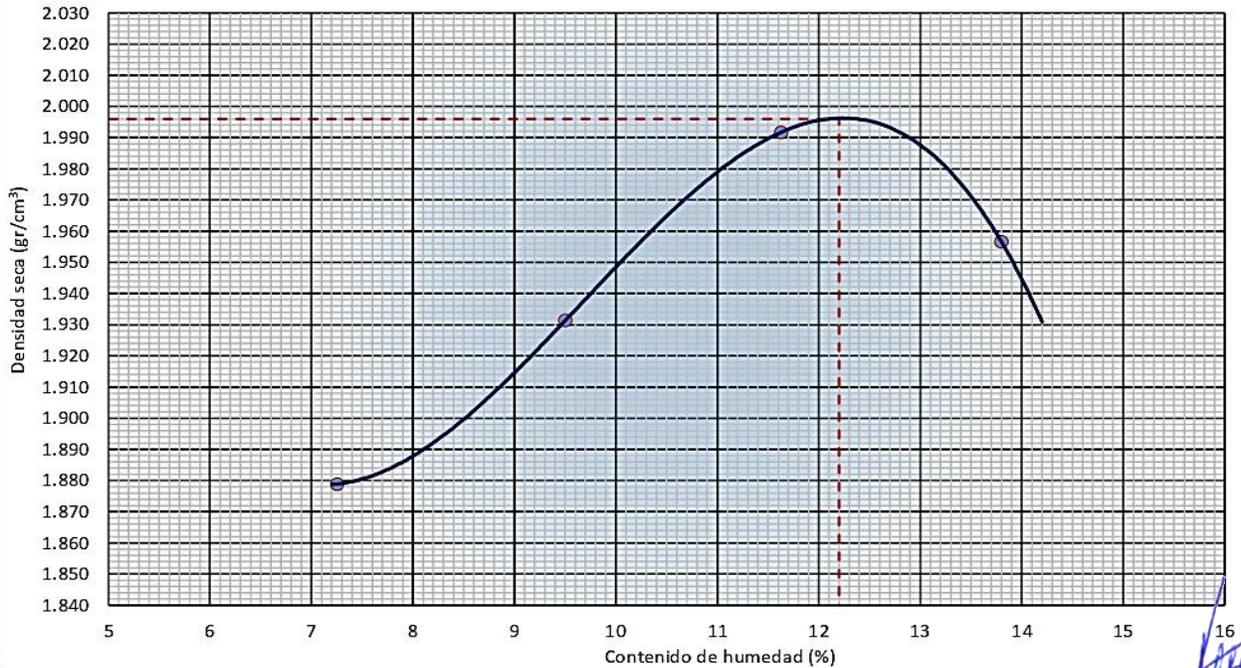
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGR
 TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA
 PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m
 UBICACIÓN : Km 14+089 HECHO POR : D.M.T.
 MUESTRA : M 1 FECHA : 14/06/2021

Ensayo N°	1	2	3	4	
Número de Capas	5	5	5	5	
Golpes de Pisón por Capa	56	56	56	56	
Peso suelo húmedo + molde (gr)	10730	10940	11168	11175	
Peso molde + base (gr)	6488	6488	6488	6488	
Peso suelo húmedo compactado (gr)	4242	4452	4680	4687	
Volumen del molde (cm³)	2105	2105	2105	2105	
Peso volumétrico húmedo (gr/cm³)	2.015	2.115	2.223	2.227	
Tara N°	T-01	T-02	T-03	T-04	
Peso del suelo húmedo + tara (gr)	779.1	684.4	782.4	608.6	
Peso del suelo seco + tara 726.4	726.4	625.0	700.9	534.8	
Peso de Tara (gr)					
Peso de agua (gr)	52.7	59.4	81.5	73.8	
Peso del suelo seco (gr)	726.4	625.0	700.9	534.8	
Contenido de agua (%)	7.3	9.5	11.6	13.8	
Peso volumétrico seco (gr/cm³)	1.879	1.931	1.992	1.957	
				Densidad máxima (gr/cm³)	1.996
				Húmedad óptima (%)	12.2

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



Observaciones :

ING. VARGAS VIGO
 UBALDO FERENK
 CIP N° 86839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS
KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

MATERIAL FINO QUE PASA POR TAMIZ N° 200
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 202, ASTM C 117, AASHTO T 11

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA
CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N (BAMBAMARCA - CHOTA)
TRAMO : I LADO: PLATAF.COMPLETA
PROGRESIVA: Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN : Km 14+089 HECHO POR: D.M.T.
MUESTRA : M 1 FECHA: 14/06/2021

ENSAYO	1	2	PROMEDIO
Peso del Material seco	936.7		
Peso del Material lavado seco	668.6		
Peso del Material < N° 200	268.10		
% Material < 200	28.62		28.6

OBSERV.:


ING. VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP N° 88839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

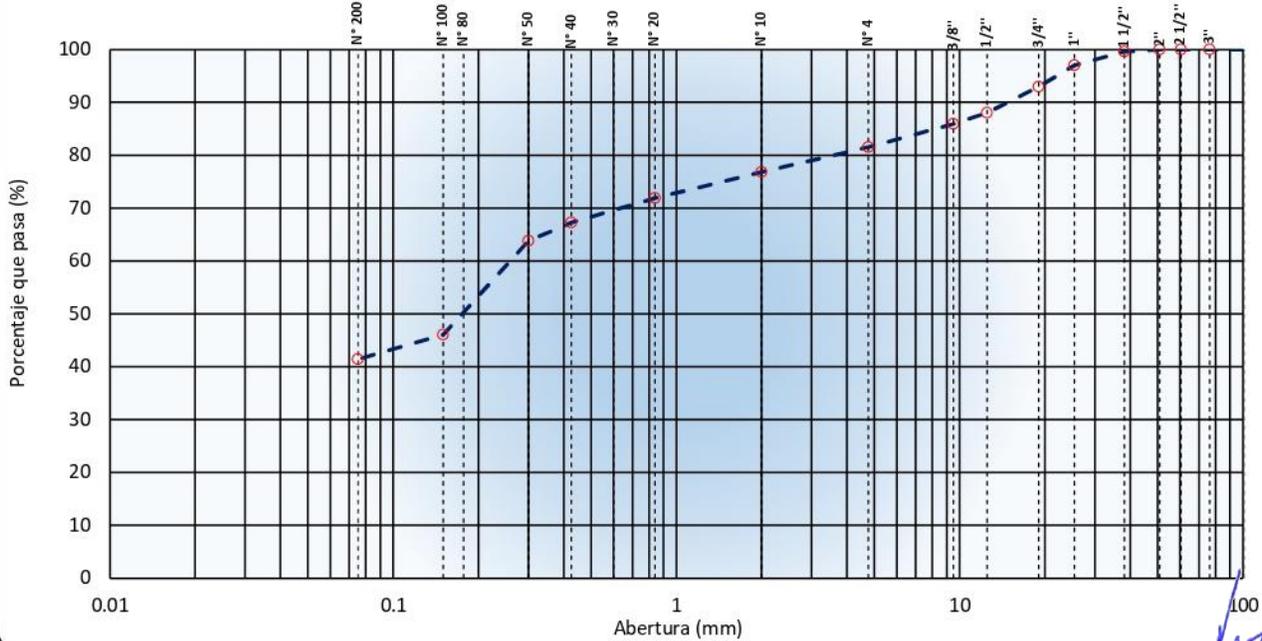
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PRO
 TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA
 PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m
 UBICACIÓN : Km 14+533 HECHO POR : D.M.T.
 MUESTRA : M 1 FECHA : 14/06/2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
Peso de la Muestra							
5"	127.000						Peso Total de la Muestra (gr.) : 12911.0
4"	101.600						Material Fino < N°4 (gr.) : 10524
3"	76.200				100.0		Material Grueso > N°4 (gr.) : 2387
2 1/2"	60.350	0.0	0.0	0.0	100.0		Fracción Material < N°4 (gr.) : 708.9
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.100	52.0	0.4	0.4	99.6		Limites de Consistencia
1"	25.400	332.0	2.6	3.0	97.0		Límite Líquido (%) : 34
3/4"	19.000	526.0	4.1	7.0	93.0		Límite Plástico (%) : 22
1/2"	12.500	635.0	4.9	12.0	88.0		Índice Plástico (%) : 12
3/8"	9.500	269.0	2.1	14.1	85.9		Clasificación de Suelo
N°4	4.750	573.0	4.4	18.5	81.5		Clasificación SUCS : SC
N°10	2.000	40.8	4.7	23.2	76.8		Clasificación AASHTO : A-6 (2)
N°20	0.840	43.0	4.9	28.1	71.9		Abrasión (%) :
N°40	0.425	40.0	4.6	32.7	67.3		Humedad Natural (%) : 17.5
N°50	0.300						
N°100	0.150	154.6	17.8	53.9	46.1		Máxima Dens. Seca (gr/cm3) 1.998
N°200	0.075	40.2	4.6	58.6	41.4		Óptimo Cont. Humedad (%) : 12.5
< N°200	FONDO	360.3	41.4	100.0	0.0		CBR 0.1" al 100% M.D.S. (%) : 107.6

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones :

[Signature]
 ING. VARGAS VIGO
 UBALDO FERENK
 CIP- N° 86839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PR
TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA
PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m
UBICACIÓN : Km 14+533 HECHO POR : D.M.T.
MUESTRA : M 1 FECHA : 14/06/2021

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA	T-01		
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	539.10		
PESO TARA + SUELO SECO (gr)	458.80		
PESO DE LA TARA (gr)			
PESO DEL AGUA (gr)	80.30		
PESO DE L SUELO SECO (gr)	458.80		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.5		
HUMEDAD NATURAL PROMEDIK (%)	17.5		

Observaciones:

ING. VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP: N° 85839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PRO
TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA
PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m
UBICACIÓN : Km 14+533 HECHO POR : D.M.T.
MUESTRA : M 1 FECHA : 14/06/2021

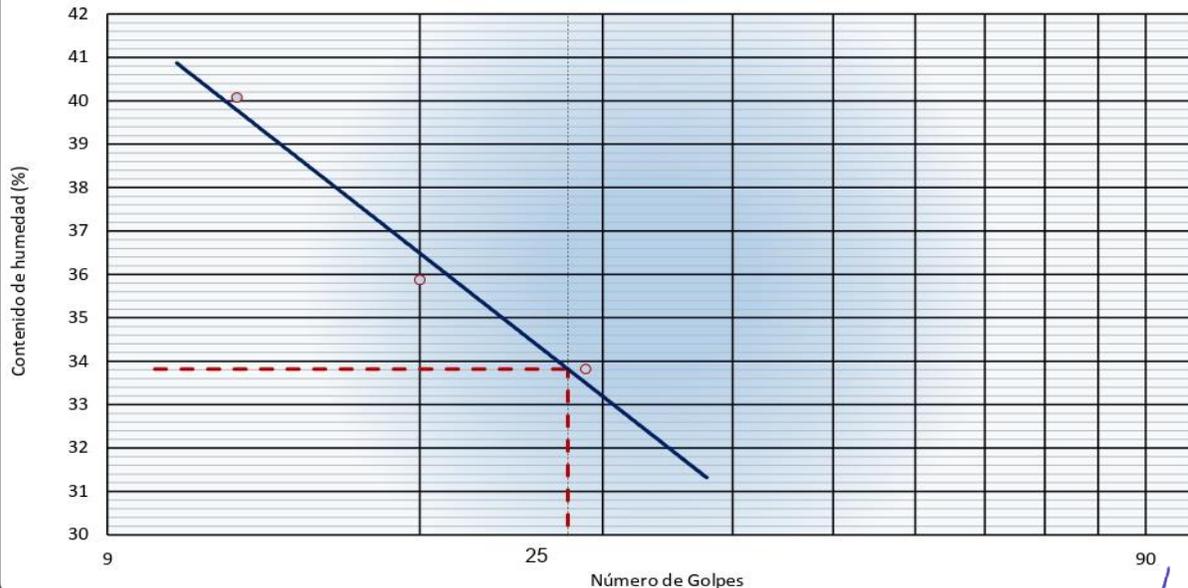
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	34.47	37.04	37.48
PESO TARA + SUELO SECO (gr)	28.45	30.36	29.97
PESO DEL AGUA (gr)	6.02	6.68	7.51
PESO DE LA TARA (gr)	10.65	11.74	11.23
PESO DE L SUELO SECO (gr)	17.80	18.62	18.74
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	33.82	35.88	40.07
NÚMERO DE GOLPES	26	18	12

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA	T-01	T-02
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	9.79	10.04
PESO TARA + SUELO SECO (gr)	8.95	9.26
PESO DE LA TARA (gr)	5.25	5.75
PESO DEL AGUA (gr)	0.84	0.78
PESO DE L SUELO SECO (gr)	3.70	3.51
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	22.70	22.22

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	34
LÍMITE PLÁSTICO (%)	22
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	12

OBSERVACIONES

MALLA N° 40

[Signature]
ING. VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP N° 88039



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N. (BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N (BAMBAMARCA - CHOTA)

TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA

PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m

UBICACIÓN : Km 14+533 HECHO POR : D.M.T.

MUESTRA : M 1 FECHA : 10/06/2021

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	1917.0	2000.0	1488.0	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	1172.0	1214.0	907.0	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	745.0	786.0	581.0	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1770.0	1848.0	1369.0	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	598.0	634.0	462.0	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.376	2.351	2.356	2.361
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.573	2.545	2.561	2.560
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.960	2.915	2.963	2.946
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	8.305	8.225	8.692	8.41%

OBSERVACIONES:


 ING VARGAS VIGO
 UBALDO FERENK
 CIP- N° 88839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROCTOR MODIFICADO

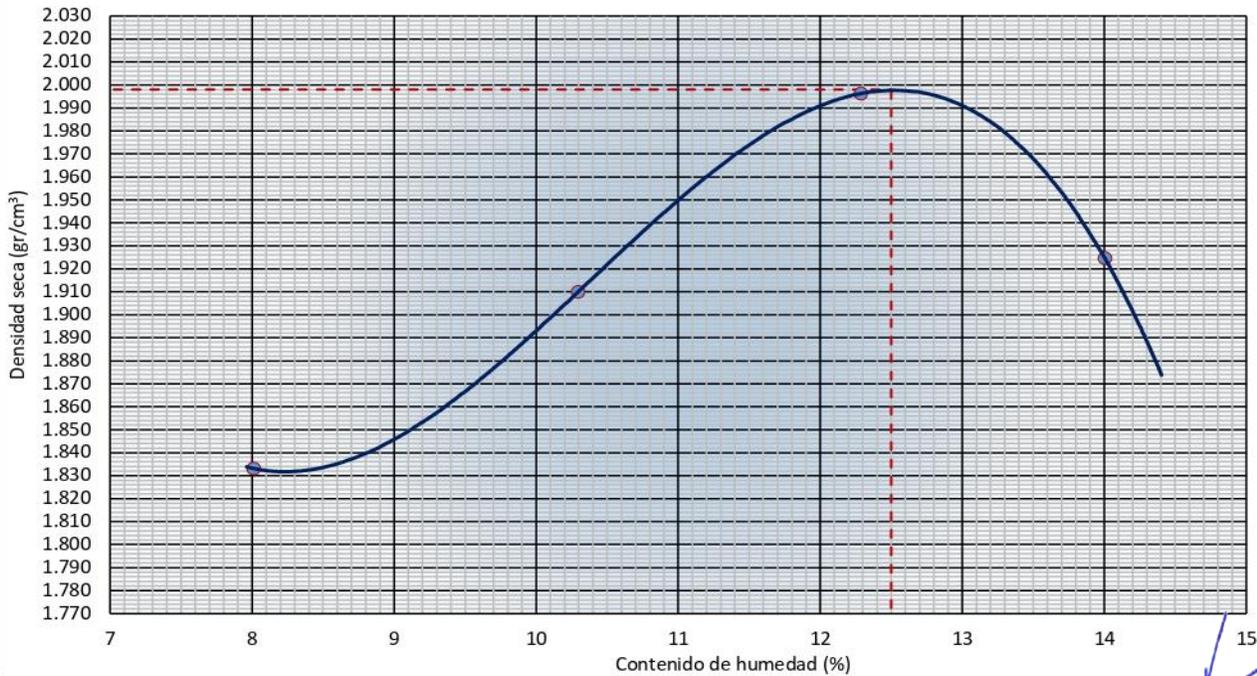
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROG F
 TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA
 PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m
 UBICACIÓN : Km 14+533 HECHO POR : D.M.T.
 MUESTRA : M 1 FECHA : 14/06/2021

Ensayo N°	1	2	3	4
Número de Capas	5	5	5	5
Golpes de Pisón por Capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde (gr)	5607	5727	5855	5810
Peso molde + base (gr)	3730	3730	3730	3730
Peso suelo húmedo compactado (gr)	1877	1997	2125	2080
Volumen del molde (cm ³)	948	948	948	948
Peso volumétrico húmedo (gr/cm ³)	1.980	2.107	2.242	2.194
Tara N°	T-01	T-02	T-03	T-04
Peso del suelo húmedo + tara (gr)	740.2	681.4	475.2	687.1
Peso del suelo seco + tara (gr)	726.4	685.3	423.2	602.7
Peso de Tara (gr)				
Peso de agua (gr)	54.9	63.6	52.0	84.4
Peso del suelo seco (gr)	685.3	617.8	423.2	602.7
Contenido de agua (%)	8.0	10.3	12.3	14.0
Peso volumétrico seco (gr/cm ³)	1.833	1.910	1.996	1.925
Densidad máxima (gr/cm ³)				1.998
Húmedad óptima (%)				12.5

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



Observaciones :

[Signature]
 ING. VARGAS VIGO
 UBALDO FERENK
 CIP- N° 88839

Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N. (BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N (BAMBAMARCA - CHOTA)

TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA

PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m

UBICACIÓN : Km 14+533 HECHO POR : D.M.T.

MUESTRA : M 1 FECHA : 10/06/2021

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	1917.0	2000.0	1488.0	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	1172.0	1214.0	907.0	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	745.0	786.0	581.0	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1770.0	1848.0	1369.0	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	598.0	634.0	462.0	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.376	2.351	2.356	2.361
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.573	2.545	2.561	2.560
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.960	2.915	2.963	2.946
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	8.305	8.225	8.692	8.41%

OBSERVACIONES:


ING VARGAS VIGO
UBALDO FERENC
CIP- N° 85839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

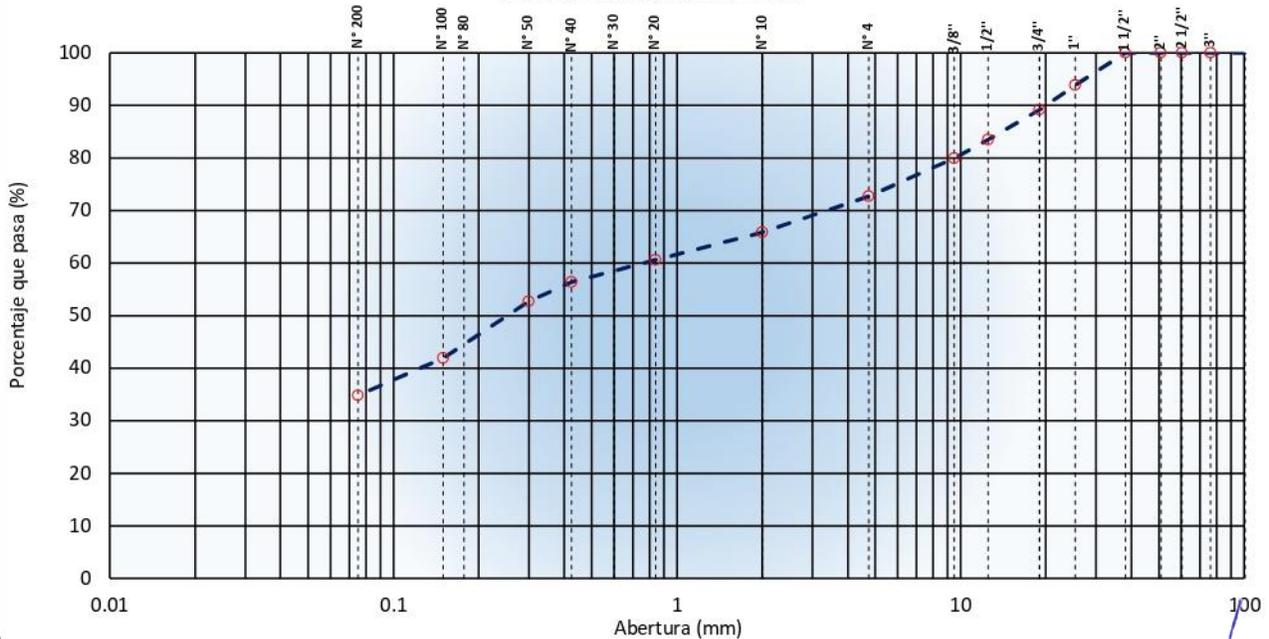
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PRO
TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA
PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m
UBICACIÓN : Km 14+794 HECHO POR : D.M.T.
MUESTRA : M 1 FECHA : 14/06/2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000						Peso de la Muestra
4"	101.600						Peso Total de la Muestra (gr.) : 9968.0
3"	76.200						Material Fino < N°4 (gr.) : 7250
2 1/2"	60.350						Material Grueso > N°4 (gr.) : 2718
2"	50.800						Fracción Material < N°4 (gr.) : 589.6
1 1/2"	38.100				100.0		Limites de Consistencia
1"	25.400	611.0	6.1	6.1	93.9		Límite Líquido (%) : 32
3/4"	19.000	469.0	4.7	10.8	89.2		Límite Plástico (%) : 26
1/2"	12.500	568.0	5.7	16.5	83.5		Índice Plástico (%) : 6
3/8"	9.500	349.0	3.5	20.0	80.0		Clasificación de Suelo
N°4	4.750	721.0	7.2	27.3	72.7		Clasificación SUCS : SM
N°10	2.000	56.0	6.9	34.2	65.8		Clasificación AASHTO : A-4 (1)
N°20	0.840	42.2	5.2	39.4	60.6		Abrasión (%) : 26.9
N°40	0.425	34.2	4.2	43.6	56.4		Humedad Natural (%) : 19.6
N°50	0.300						
N°100	0.150	87.5	10.8	58.1	41.9		Máxima Dens. Seca (gr/cm3) : 1.934
N°200	0.075	57.3	7.1	65.2	34.8		Óptimo Cont. Humedad (%) : 13.8
< N°200	FONDO	282.4	34.8	100.0	0.0		CBR 0.1" al 100% M.D.S. (%) : 59.0

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones :

[Signature]
ING VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP N° 85839

**Proyecto:**

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS
PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-
3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL**

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO	: INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PR	LADO	: PLATAF.COMPLETA
TRAMO	: I	PROFUNDIDAD	: 1.50 m
PROGRESIVA	: Km 12+000 al Km 15+000	HECHO POR	: D.M.T.
UBICACIÓN	: Km 14+794	FECHA	: 14/06/2021
MUESTRA	: M 1		

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	732.50	666.20	564.90
PESO TARA + SUELO SECO (gr)	615.60	551.30	475.10
PESO DE LA TARA (gr)			
PESO DEL AGUA (gr)	116.90	114.90	89.80
PESO DE L SUELO SECO (gr)	615.60	551.30	475.10
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.0	20.8	18.9
HUMEDAD NATURAL PROMEDIK (%)	19.6		

Observaciones:

ING. VARGAS VIGÓ
UBALDO FERENK
CIP: N° 85839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO	: INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PRO	LADO	: PLATAF.COMPLETA
TRAMO	: I	PROFUNDIDAD	: 1.50 m
PROGRESIVA	: Km 12+000 al Km 15+000	HECHO POR	: D.M.T.
UBICACIÓN	: Km 14+794	FECHA	: 14/06/2021
MUESTRA	: M 1		

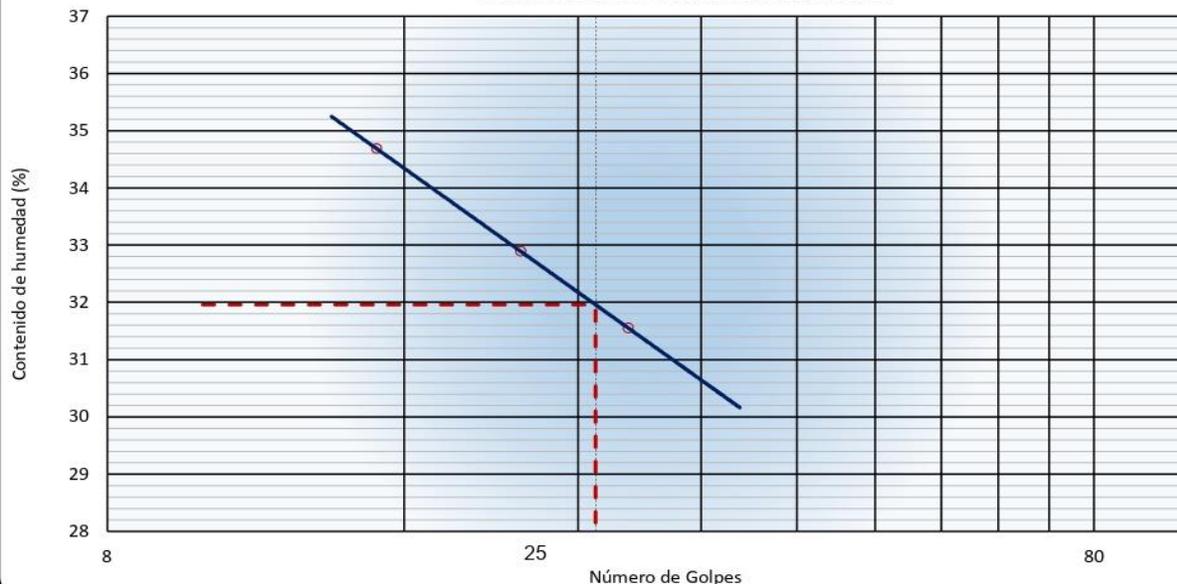
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA		T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	32.08	36.48	34.30
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	26.78	30.27	28.40
PESO DEL AGUA	(gr)	5.30	6.21	5.90
PESO DE LA TARA	(gr)	9.98	11.39	11.39
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	16.80	18.88	17.01
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.55	32.89	34.69
NÚMERO DE GOLPES		27	21	15

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA		T-01	T-02
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	10.94	10.29
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	9.87	9.29
PESO DE LA TARA	(gr)	5.79	5.46
PESO DEL AGUA	(gr)	1.07	1.00
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	4.08	3.83
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.23	26.11

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	(%)	32
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	26
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	6

OBSERVACIONES

MALLA N° 40

[Handwritten Signature]
ING VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP N° 88838



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N. (BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N (BAMBAMARCA - CHOTA)

TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA

PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m

UBICACIÓN : Km 14+794 HECHO POR : D.M.T.

MUESTRA : M 1 FECHA : 10/06/2021

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	3610.0	3330.0	2570.0	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	2210.0	2047.0	1571.0	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	1400.0	1283.0	999.0	
D	Peso material seco en estufa (105 °C) (gr)	3536.0	3277.0	2513.0	
E	Volumen de masa = C - (A - D) (cm ³)	1326.0	1230.0	942.0	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.526	2.554	2.516	2.532
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.579	2.595	2.573	2.582
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.667	2.664	2.668	2.666
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	2.093	1.617	2.268	1.99%

OBSERVACIONES:


 ING VARGAS VIGO
 UBALDO FERENK
 CIP N° 88839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROCTOR MODIFICADO

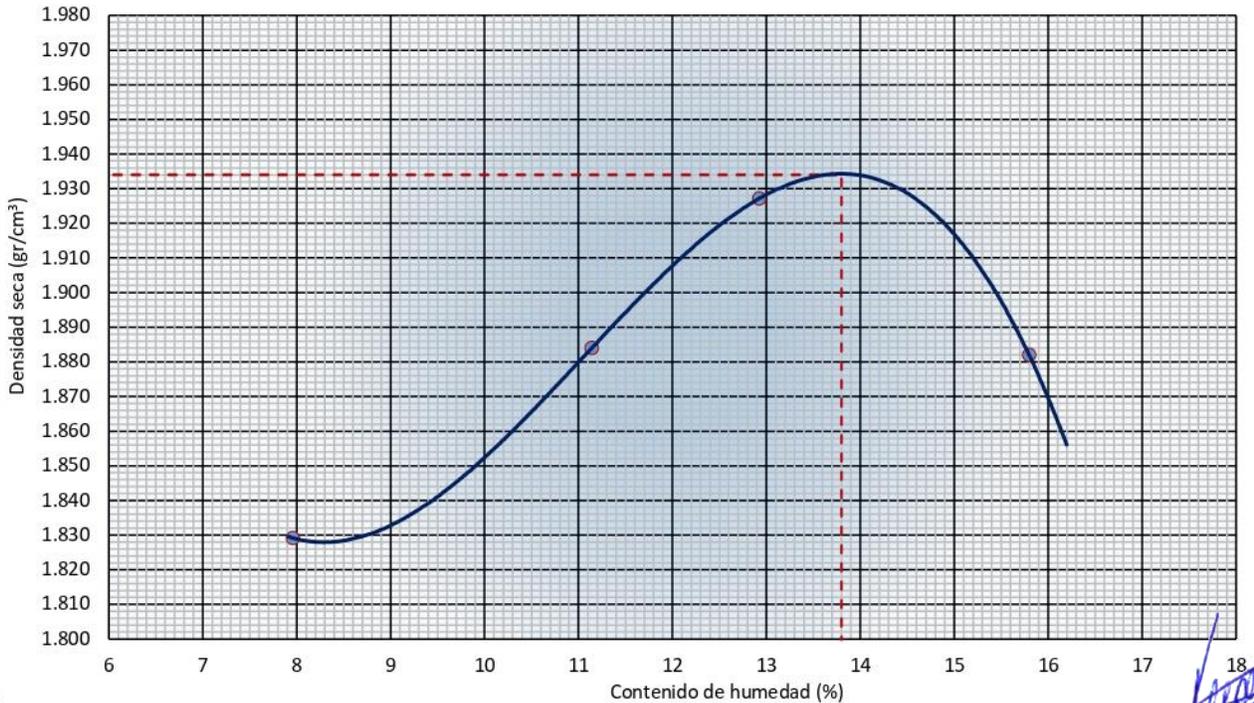
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO	: INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROG	LADO	: PLATAF.COMPLETA
TRAMO	: I	PROFUNDIDAD	: 1.50 m
PROGRESIVA	: Km 12+000 al Km 15+000	HECHO POR	: D.M.T.
UBICACIÓN	: Km 14+794	FECHA	: 14/06/2021
MUESTRA	: M 1		

Ensayo N°		1	2	3	4		
Número de Capas		5	5	5	5		
Golpes de Pisón por Capa		56	56	56	56		
Peso suelo húmedo + molde	(gr)	5602	5715	5793	5796		
Peso molde + base	(gr)	3730	3730	3730	3730		
Peso suelo húmedo compactado	(gr)	1872	1985	2063	2066		
Volumen del molde	(cm ³)	948	948	948	948		
Peso volumétrico húmedo	(gr/cm ³)	1.975	2.094	2.176	2.179		
Tara N°		T-01	T-02	T-03	T-04		
Peso del suelo húmedo + tara	(gr)	506.0	534.7	474.5	519.0		
Peso del suelo seco + tara	726.4	468.7	481.1	420.2	448.2		
Peso de Tara	(gr)						
Peso de agua	(gr)	37.3	53.6	54.3	70.8		
Peso del suelo seco	(gr)	468.7	481.1	420.2	448.2		
Contenido de agua	(%)	8.0	11.1	12.9	15.8		
Peso volumétrico seco	(gr/cm ³)	1.829	1.884	1.927	1.882		
					Densidad máxima	(gr/cm ³)	1.934
					Húmedad óptima	(%)	13.8

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



Observaciones :

[Signature]
ING. VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP N° 88839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS
KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

MATERIAL FINO QUE PASA POR TAMIZ N° 200
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 202, ASTM C 117, AASHTO T 11

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA
CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N (BAMBAMARCA - CHOTA)

TRAMO : I LADO: PLATAF.COMPLETA

PROGRESIVA: Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD: 1.50 m

UBICACIÓN : Km 14+794 HECHO POR: D.M.T.

MUESTRA : M 1 FECHA: 14/06/2021

ENSAYO	1	2	PROMEDIO
Peso del Material seco	993.8		
Peso del Material lavado seco	613.7		
Peso del Material < N° 200	380.10		
% Material < 200	38.25		38.2

OBSERV.:

ING. VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP N° 85839

Proyecto:

**INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROG

TRAMO : I

LADO : PLATAF.COMPLETA

PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000

PROFUNDIDAD : 1.50 m

UBICACIÓN : Km 14+999

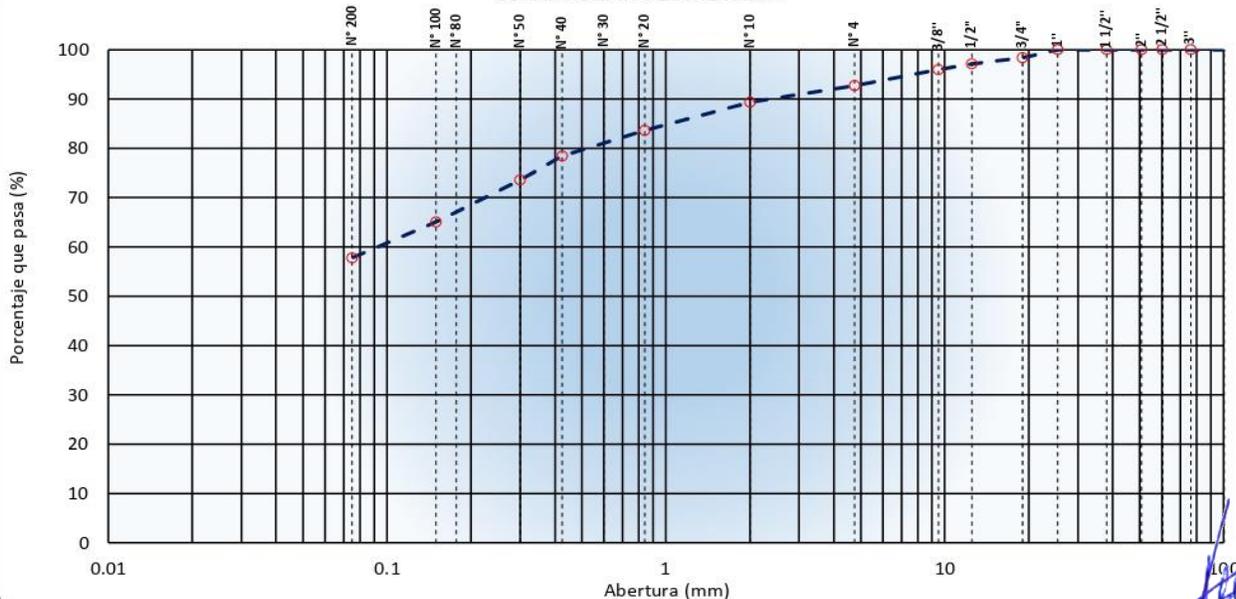
HECHO POR : D.M.T.

MUESTRA : M 1

FECHA : 14/06/2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000						Peso de la Muestra
4"	101.600						Peso Total de la Muestra (gr.) : 8089.0
3"	76.200						Material Fino < N°4 (gr.) : 7502
2 1/2"	60.350						Material Grueso > N°4 (gr.) : 587
2"	50.800						Fracción Material < N°4 (gr.) : 570.5
1 1/2"	38.100						Límites de Consistencia
1"	25.400				100.0		Límite Líquido (%) : 41
3/4"	19.000	128.0	1.6	1.6	98.4		Límite Plástico (%) : 29
1/2"	12.500	106.0	1.3	2.9	97.1		Índice Plástico (%) : 12
3/8"	9.500	90.0	1.1	4.0	96.0		Clasificación de Suelo
N°4	4.750	263.0	3.3	7.3	92.7		Clasificación SUCS : ML
N°10	2.000	20.8	3.4	10.6	89.4		Clasificación AASHTO : A-7-6 (6)
N°20	0.840	35.4	5.8	16.4	83.6		Abrasión (%) : 26.9
N°40	0.425	31.7	5.2	21.5	78.5		Humedad Natural (%) : 22.5
N°50	0.300						
N°100	0.150	52.5	8.5	35.0	65.0		Máxima Dens. Seca (gr/cm3) : 1.918
N°200	0.075	44.7	7.3	42.2	57.8		Óptimo Cont. Humedad (%) : 13.3
< N°200	FONDO	355.4	57.8	100.0	0.0		CBR 0.1" al 100% M.D.S. (%) : 51.8

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones :


ING. VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP N° 88639

**Proyecto:**

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS
PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-
3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL**
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216**DATOS DE LA MUESTRA**

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PR
TRAMO : I LADO : PLATAF.COMPLETA
PROGRESIVA : Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD : 1.50 m
UBICACIÓN : Km 14+999 HECHO POR : D.M.T.
MUESTRA : M 1 FECHA : 14/06/2021

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	530.60	660.40	547.10
PESO TARA + SUELO SECO (gr)	429.00	540.30	450.20
PESO DE LA TARA (gr)			
PESO DEL AGUA (gr)	101.60	120.10	96.90
PESO DE L SUELO SECO (gr)	429.00	540.30	450.20
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23.7	22.2	21.5
HUMEDAD NATURAL PROMEDIK (%)	22.5		

Observaciones:

ING. VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP: N° 85839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO	: INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PRO	LADO	: PLATAF.COMPLETA
TRAMO	: I	PROFUNDIDAD	: 1.50 m
PROGRESIVA	: Km 12+000 al Km 15+000	HECHO POR	: D.M.T.
UBICACIÓN	: Km 14+999	FECHA	: 14/06/2021
MUESTRA	: M 1		

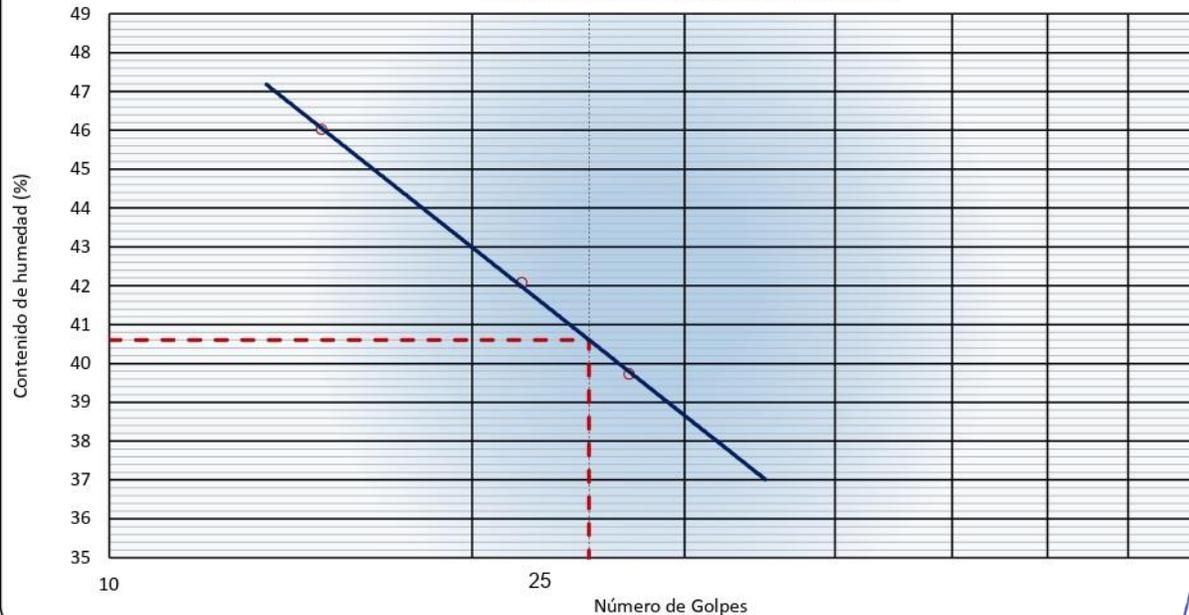
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA		T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	32.80	37.44	41.15
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	26.50	29.83	31.72
PESO DEL AGUA	(gr)	6.30	7.61	9.43
PESO DE LA TARA	(gr)	10.64	11.74	11.23
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	15.86	18.09	20.49
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	39.72	42.07	46.02
NÚMERO DE GOLPES		27	22	15

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA		T-01	T-02
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	9.98	10.41
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	8.92	9.38
PESO DE LA TARA	(gr)	5.25	5.75
PESO DEL AGUA	(gr)	1.06	1.03
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	3.67	3.63
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.88	28.37

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	(%)	41
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	29
INDICE DE PLASTICIDAD	(%)	12

OBSERVACIONES

MALLA N° 40
ING. VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP N° 89839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

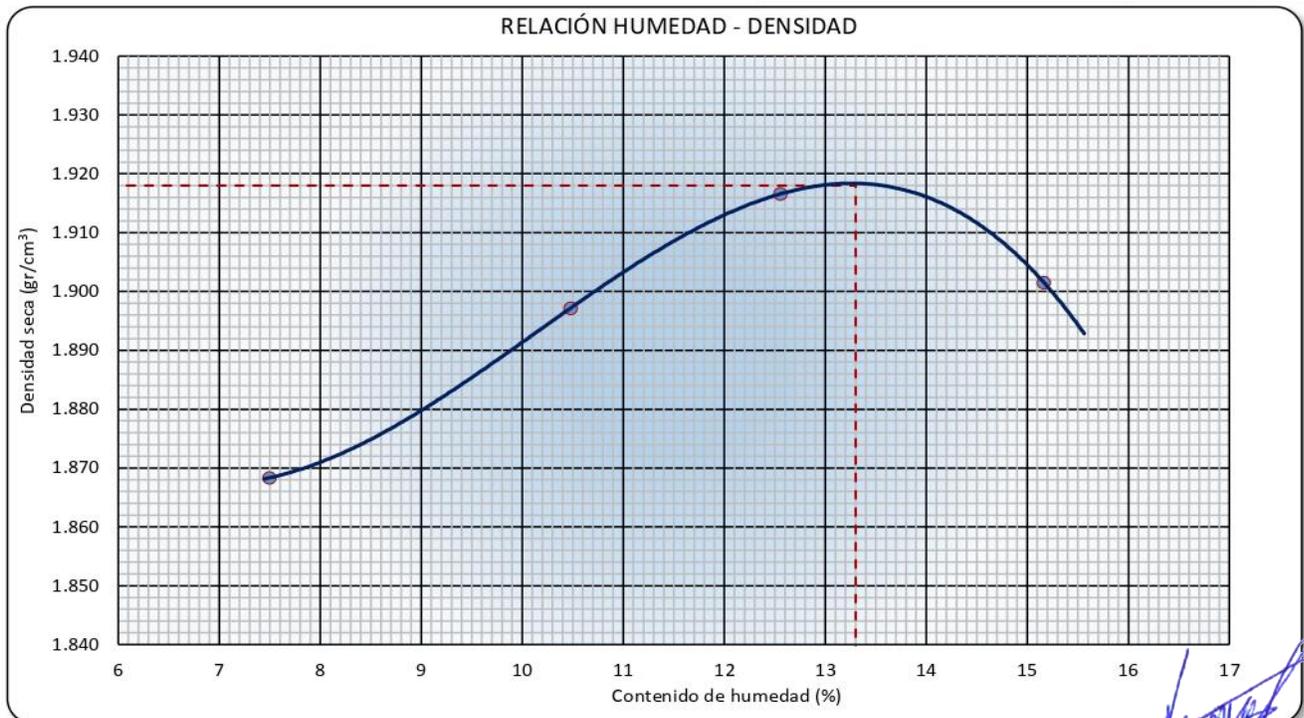
PROCTOR MODIFICADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO	: INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGF	LADO	: PLATAF.COMPLETA
TRAMO	: I	PROFUNDIDAD	: 1.50 m
PROGRESIVA	: Km 12+000 al Km 15+000	HECHO POR	: D.M.T.
UBICACIÓN	: Km 14+999	FECHA	: 14/06/2021
MUESTRA	: M 1		

Ensayo N°	1	2	3	4	
Número de Capas	5	5	5	5	
Golpes de Pisón por Capa	56	56	56	56	
Peso suelo húmedo + molde (gr)	5634	5717	5775	5806	
Peso molde + base (gr)	3730	3730	3730	3730	
Peso suelo húmedo compactado (gr)	1904	1987	2045	2076	
Volumen del molde (cm ³)	948	948	948	948	
Peso volumétrico húmedo (gr/cm ³)	2.008	2.096	2.157	2.190	
Tara N°	T-01	T-02	T-03	T-04	
Peso del suelo húmedo + tara (gr)	572.1	537.7	577.4	508.1	
Peso del suelo seco + tara (gr)	726.4	532.2	486.7	513.0	
Peso de Tara (gr)					
Peso de agua (gr)	39.9	51.0	64.4	66.9	
Peso del suelo seco (gr)	532.2	486.7	513.0	441.2	
Contenido de agua (%)	7.5	10.5	12.6	15.2	
Peso volumétrico seco (gr/cm ³)	1.868	1.897	1.917	1.902	
Densidad máxima (gr/cm³)				1.918	
Húmedad óptima (%)				13.3	



Observaciones :

ING. VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP N° 88839



Proyecto:

INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS
KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N.
(BAMBAMARCA - AMAZONAS)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

MATERIAL FINO QUE PASA POR TAMIZ N° 200
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 202, ASTM C 117, AASHTO T 11

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : INESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 12+000 AL KM 15+000, EN LA
CIMENTACIÓN DE LA CARRETERA PE-3N (BAMBAMARCA - CHOTA)

TRAMO : I LADO: PLATAF.COMPLETA

PROGRESIVA: Km 12+000 al Km 15+000 PROFUNDIDAD: 1.50 m

UBICACIÓN : Km 14+999 HECHO POR: D.M.T.

MUESTRA : M 1 FECHA: 14/06/2021

ENSAYO	1	2	PROMEDIO
Peso del Material seco	1115.3		
Peso del Material lavado seco	418.9		
Peso del Material < N° 200	696.40		
% Material < 200	62.44		62.4

OBSERV.:


ING VARGAS VIGO
UBALDO FERENK
CIP N° 88839

Gráfico 10. 1. Máximo asentamiento en 7 días – Km 12+338.56

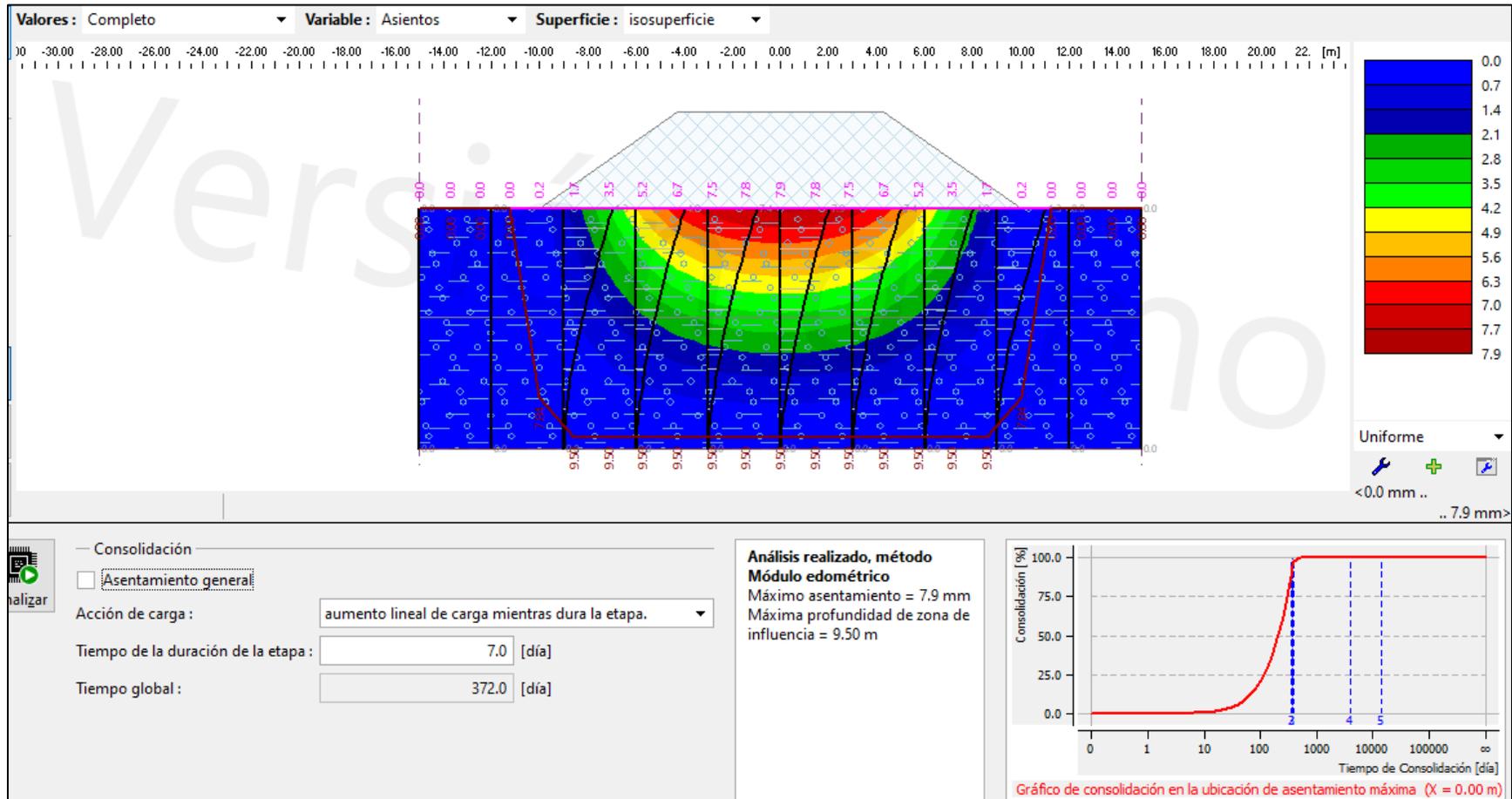


Gráfico 10. 2. Máximo asentamiento en 365 días – Km 12+338.56

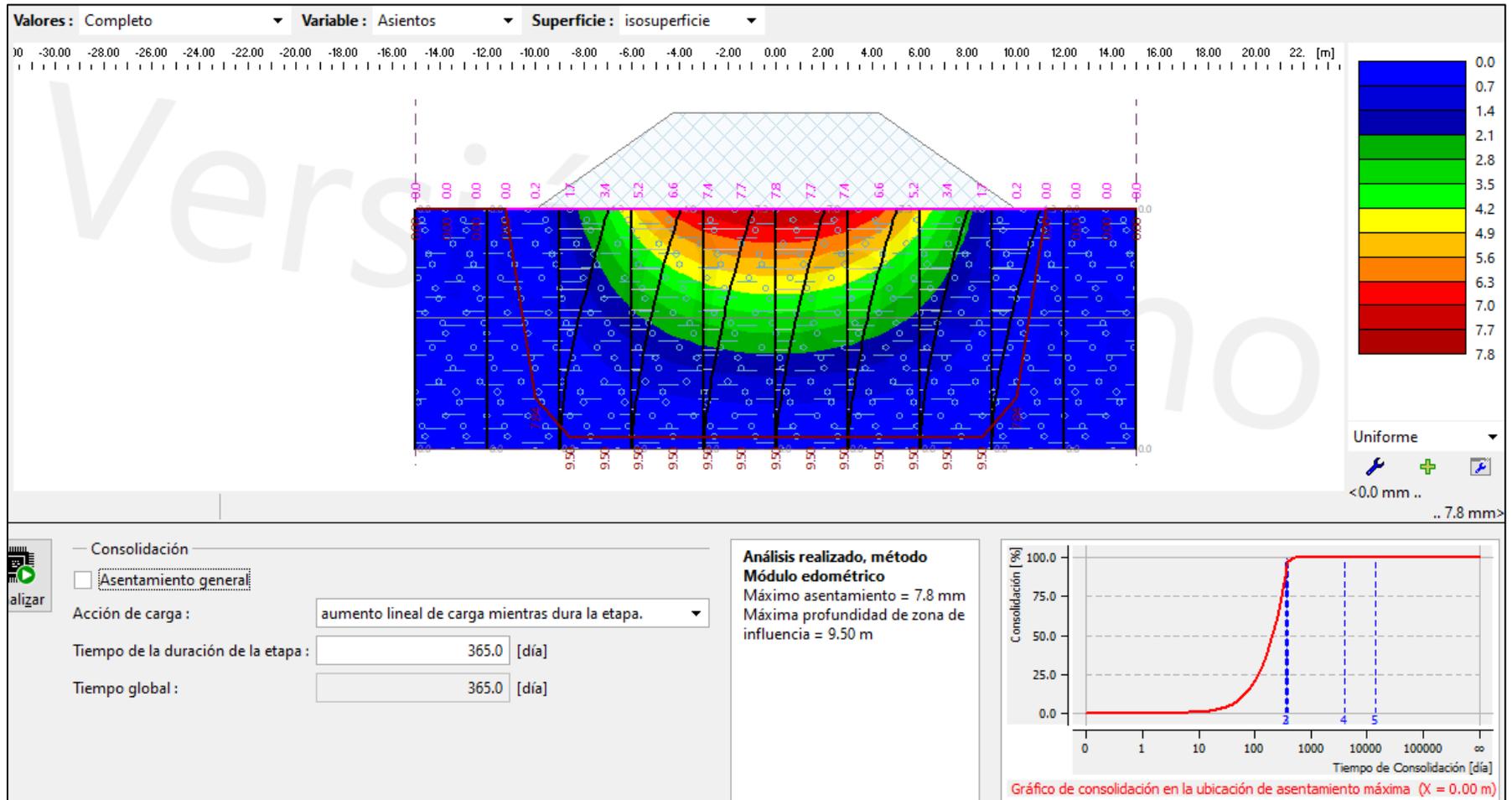


Gráfico 10. 3. Máximo asentamiento en 3650 días – Km 12+338.56

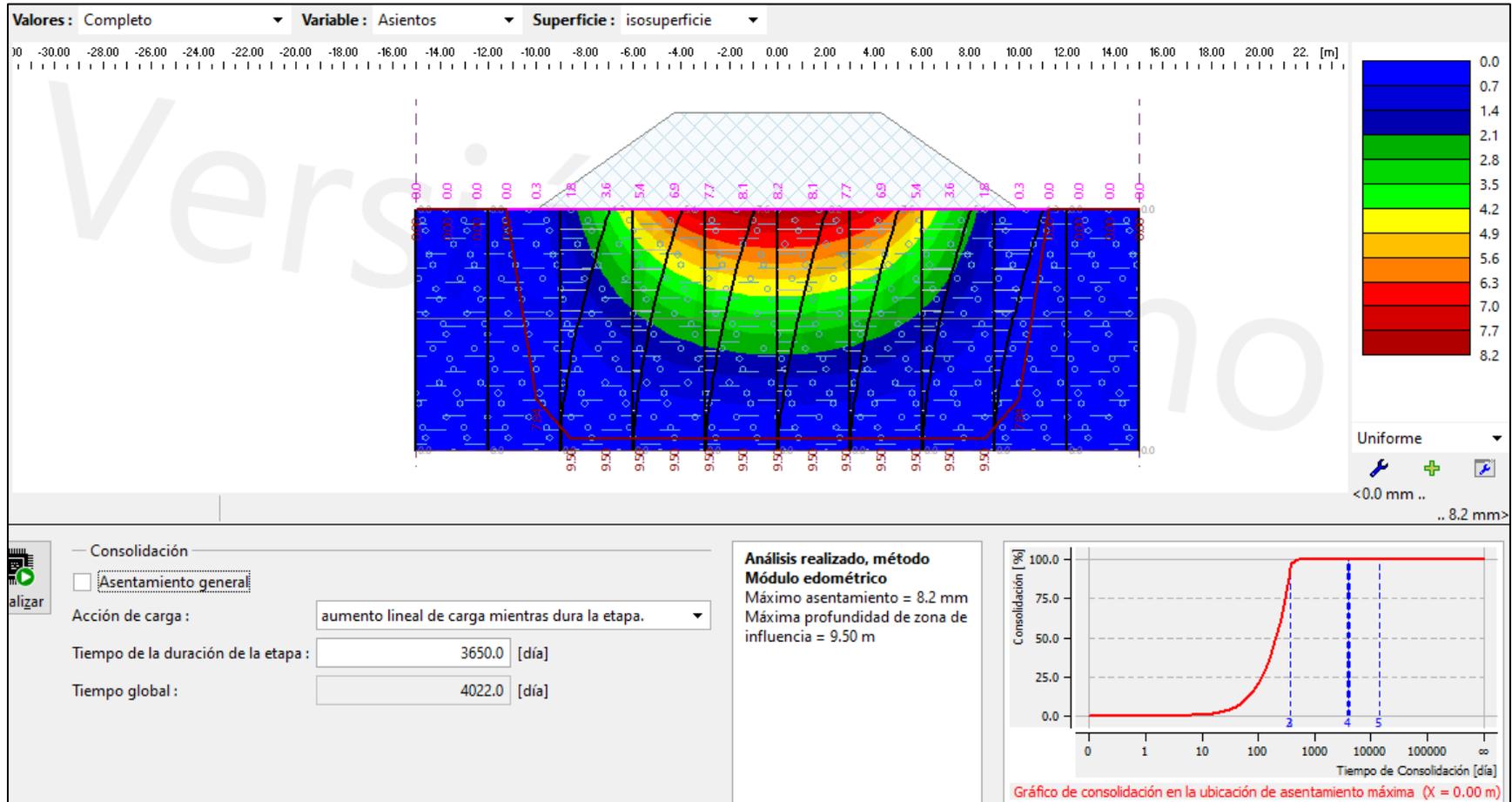


Gráfico 10. 4. Máximo asiento en 07 días – Km 12+836.33

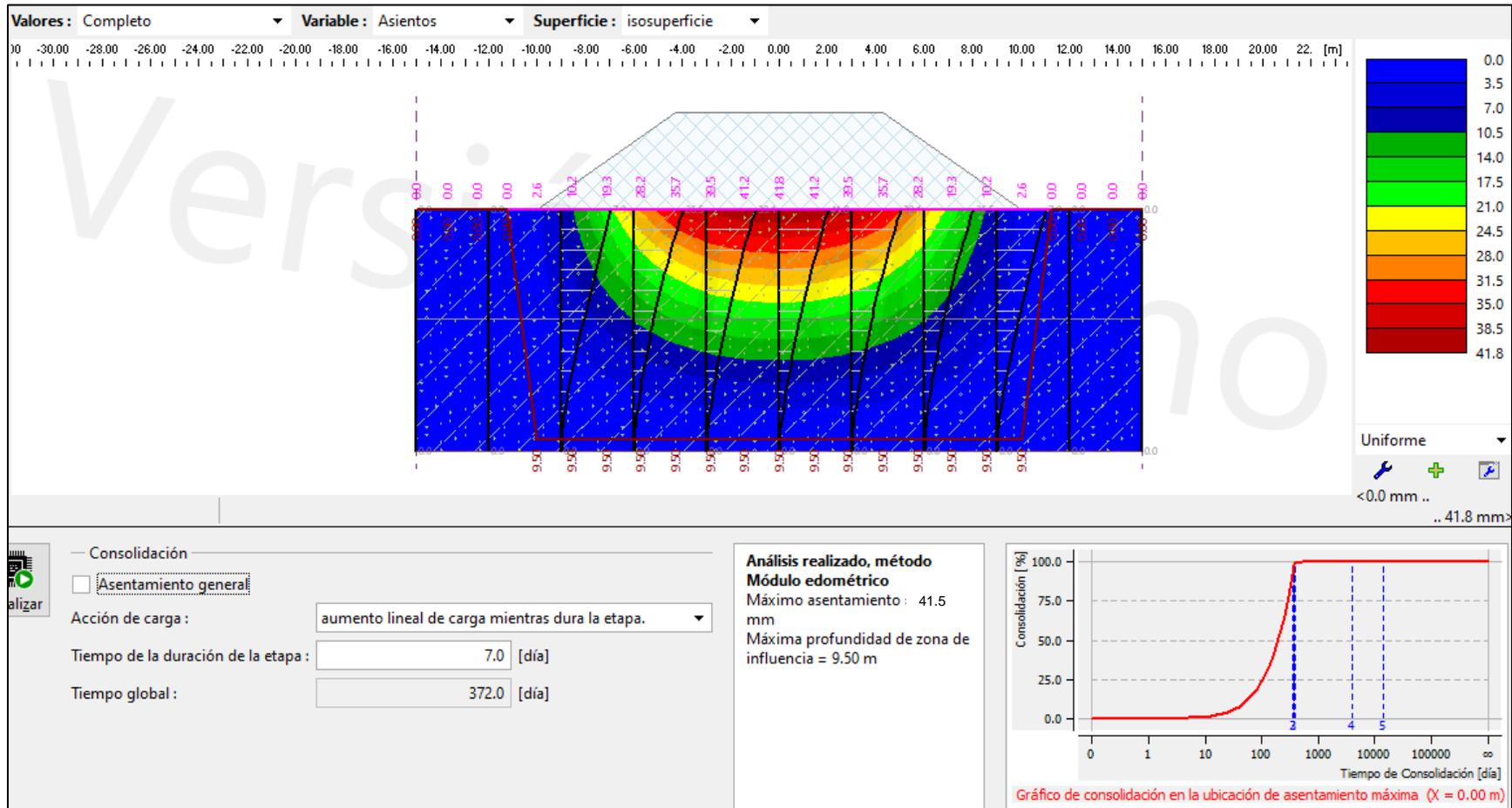


Gráfico 10. 5. Máximo asiento en 365 días - Km 12+836.33

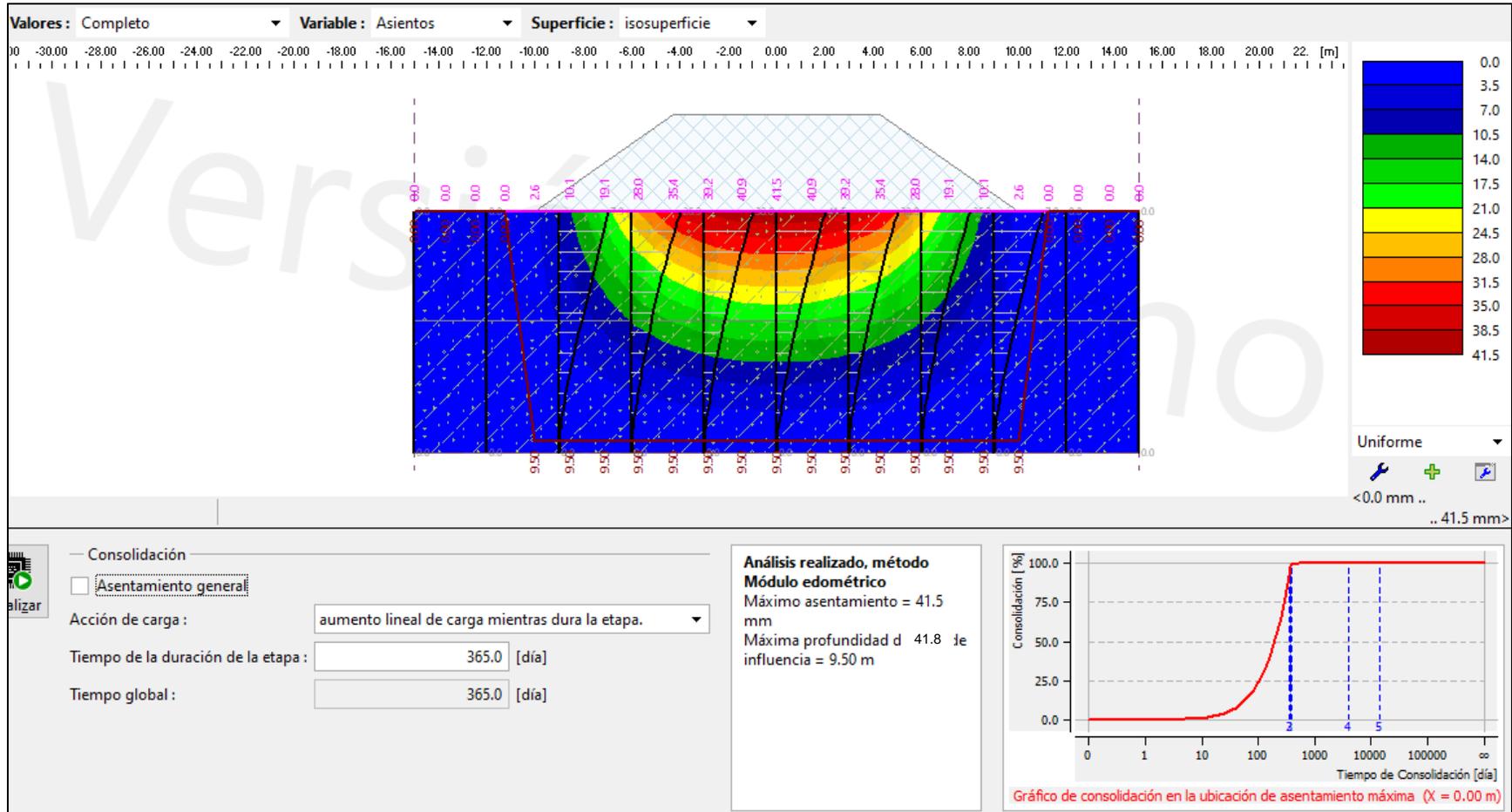


Gráfico 10. 6. Máximo asiento en 3650 días – Km 12+836.33

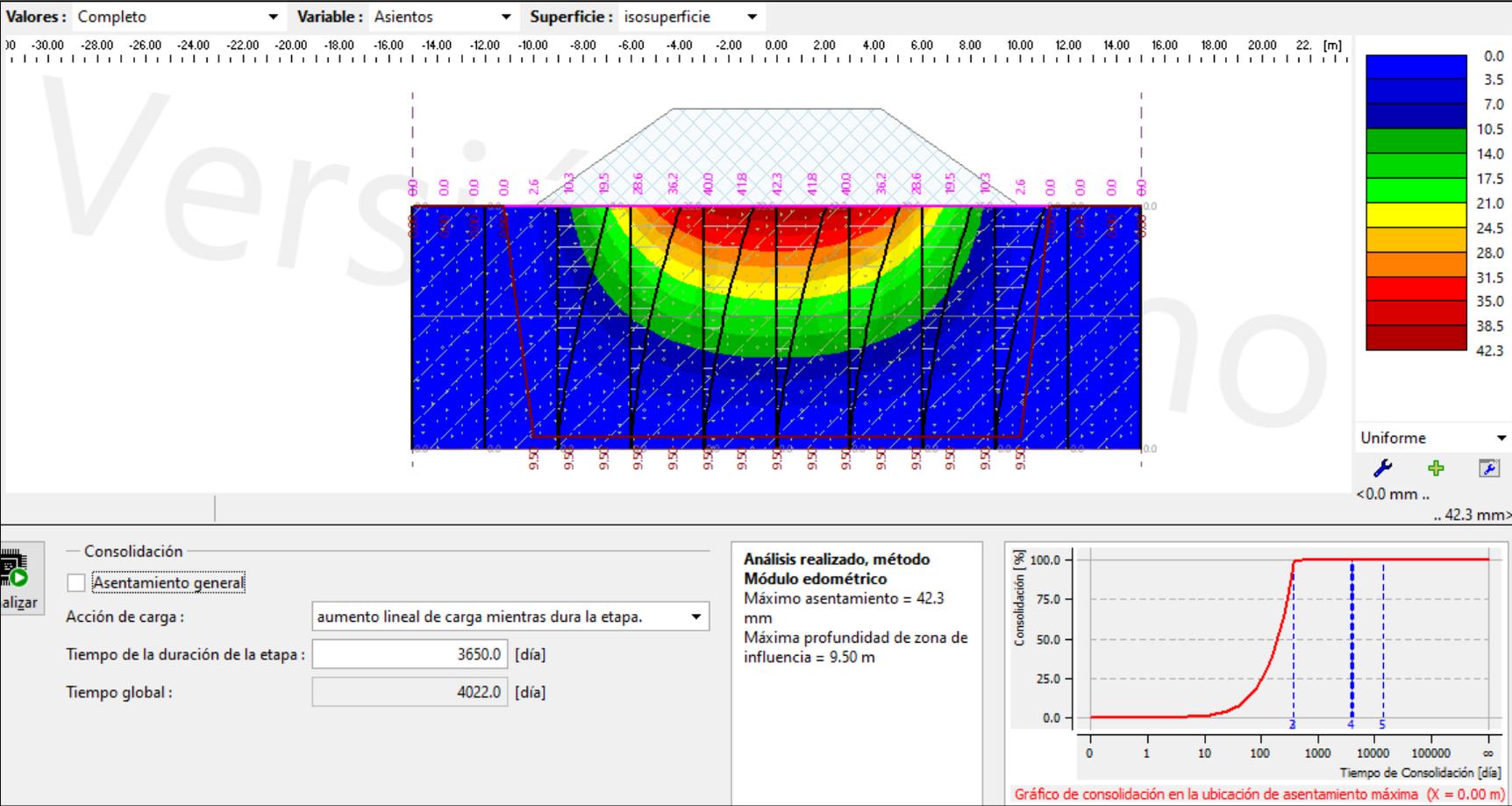


Gráfico 10. 7. Máximo asiento en 07 días – Km 13+190.00

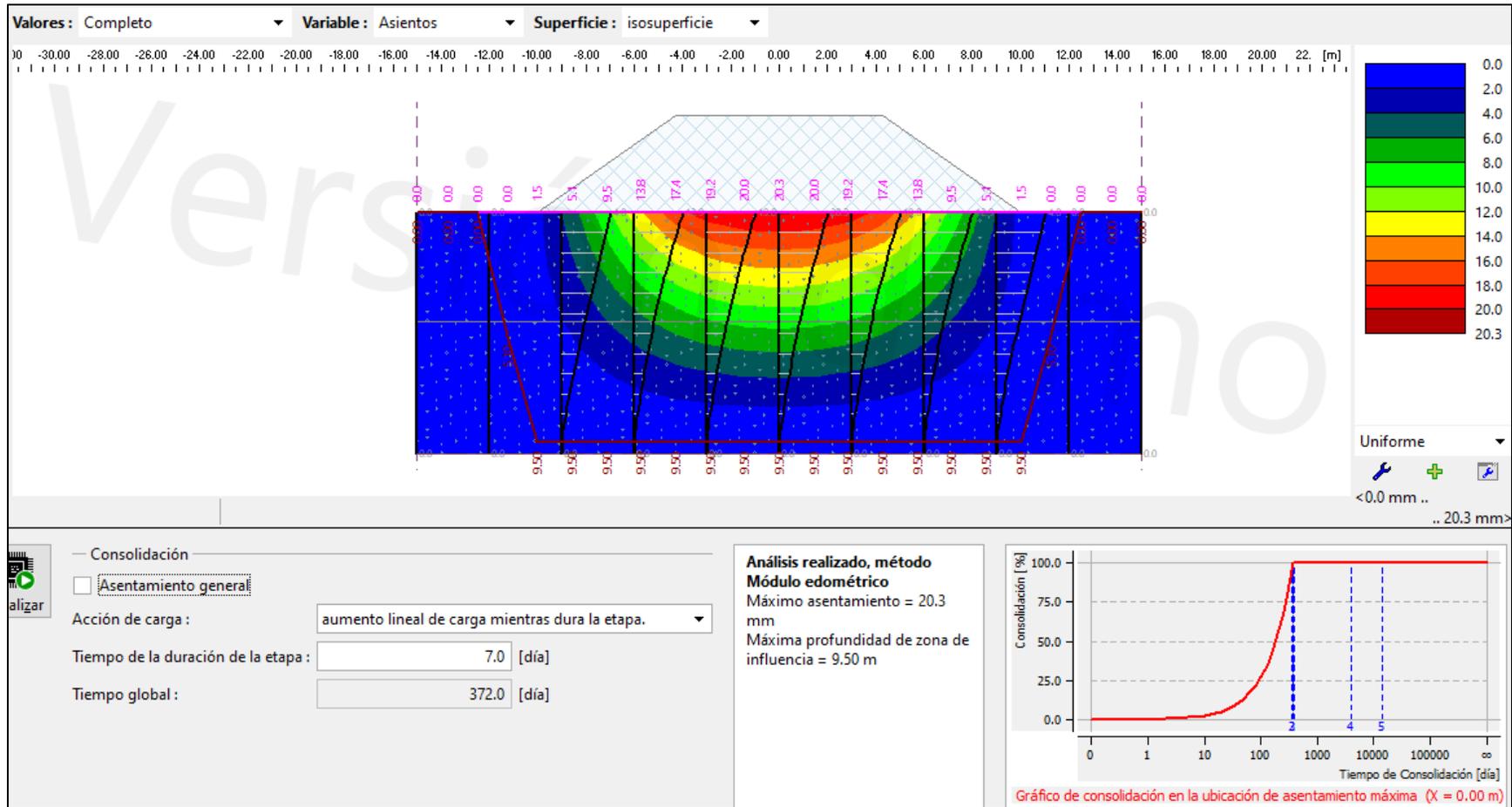


Gráfico 10. 8. Máximo asiento en 365 días – Km 13+190.00

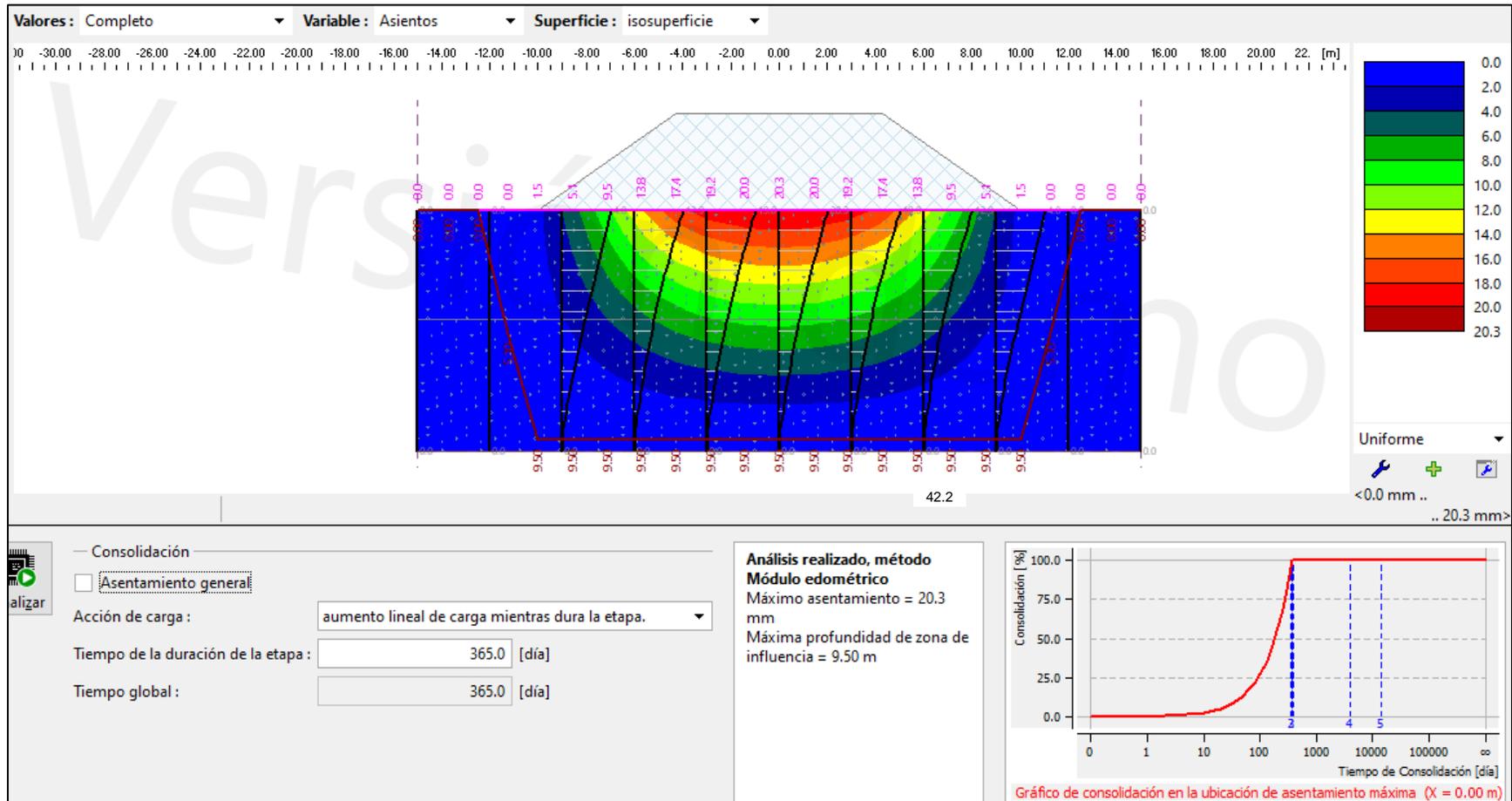


Gráfico 10. 9. Máximo asiento en 3650 días – Km 13+190.00

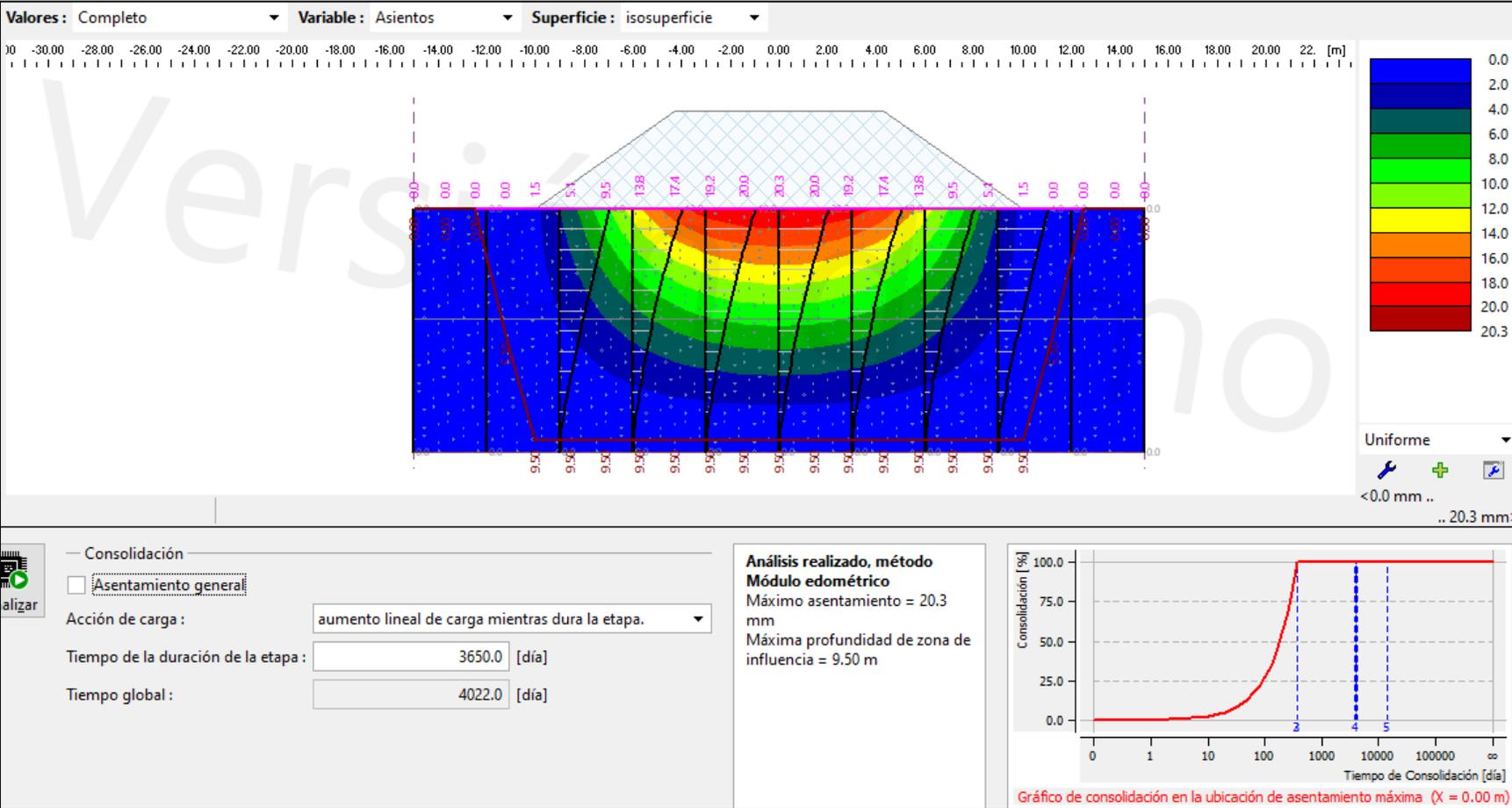


Gráfico 10. 10. Máximo asiento en 07 días – Km 13+855.00

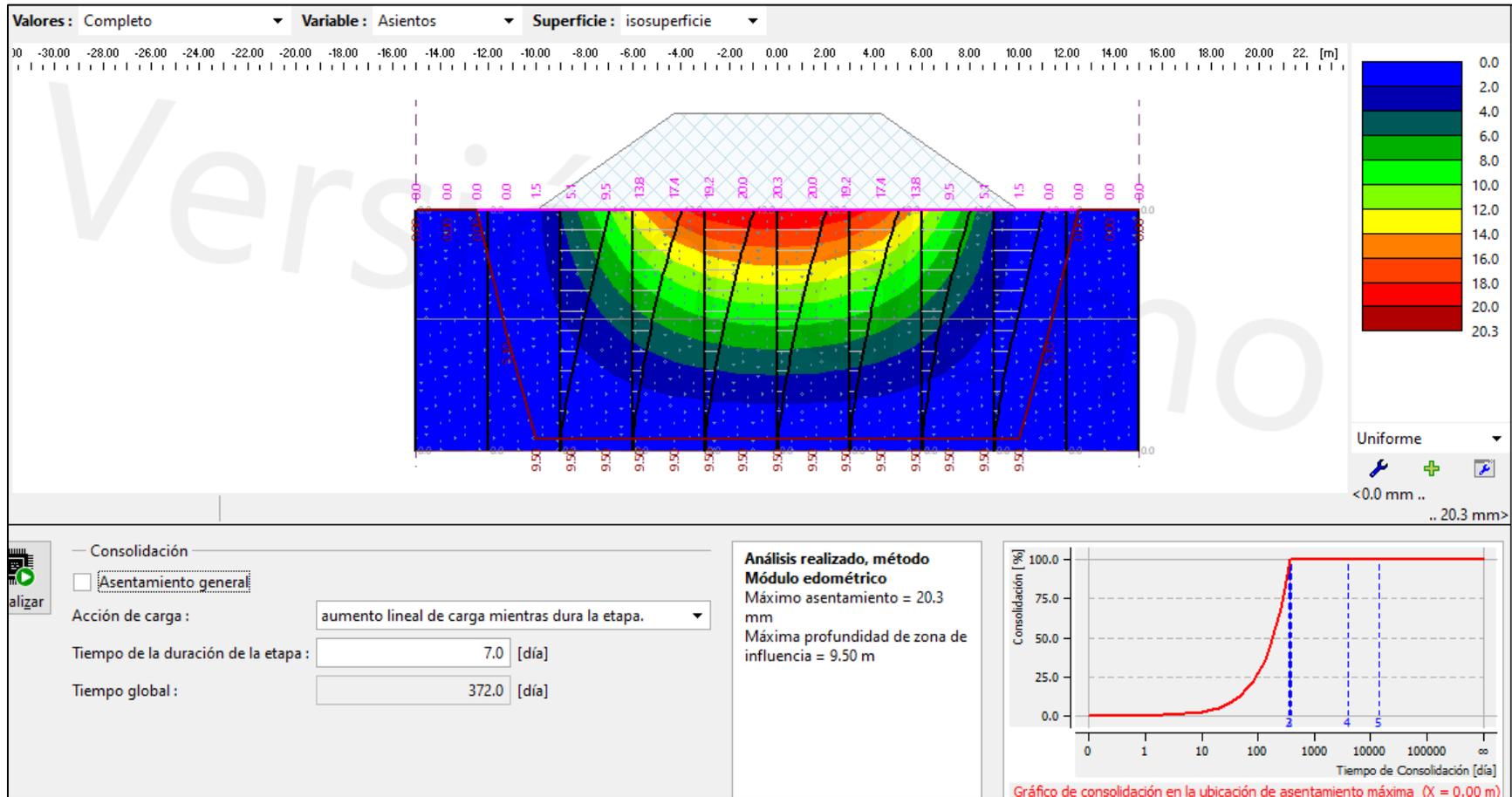


Gráfico 10. 11. Máximo asiento en 365 días – Km 13+855.00

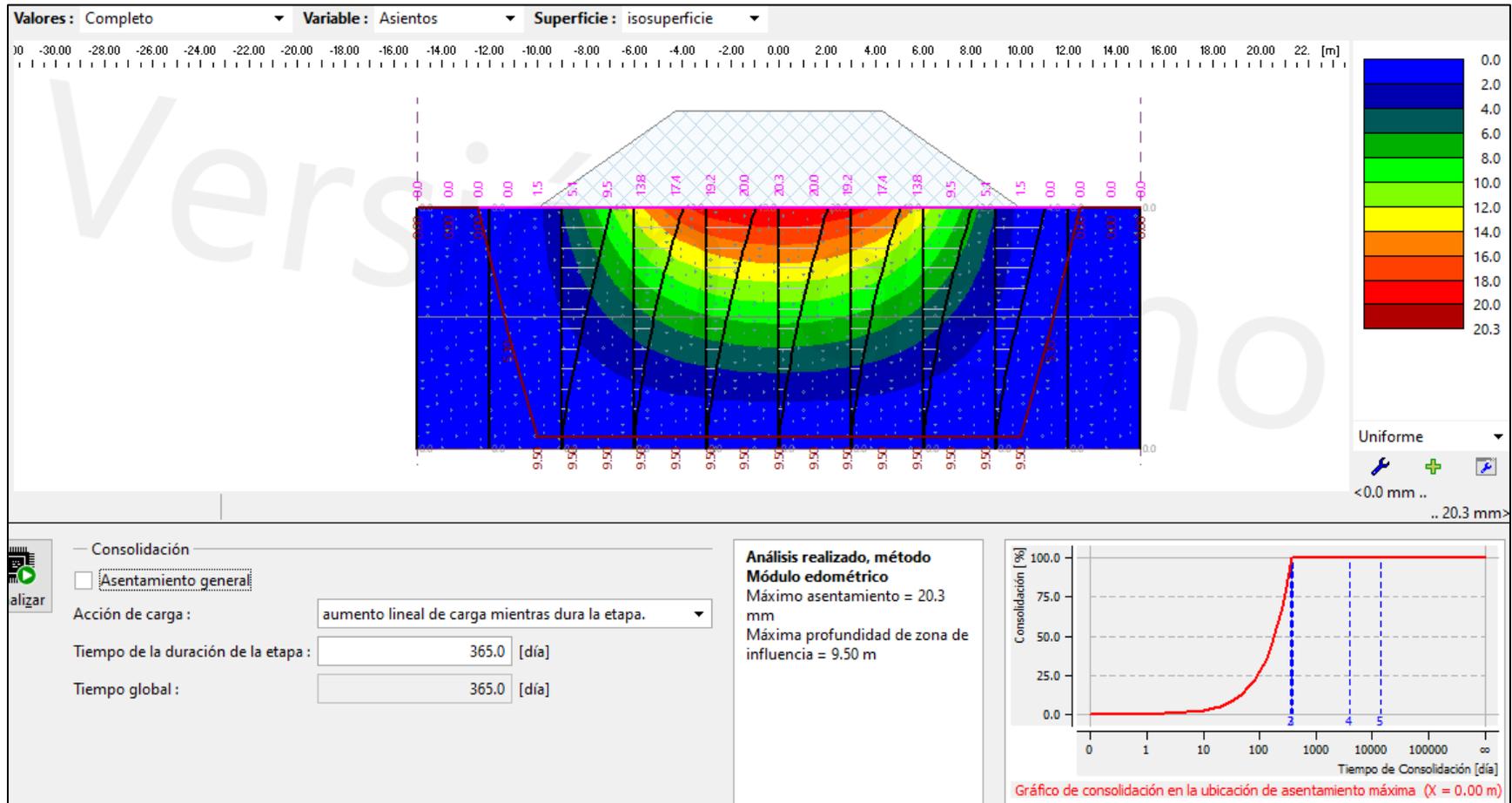


Gráfico 10. 12. Máximo asiento en 3650 días – Km 13+855.00

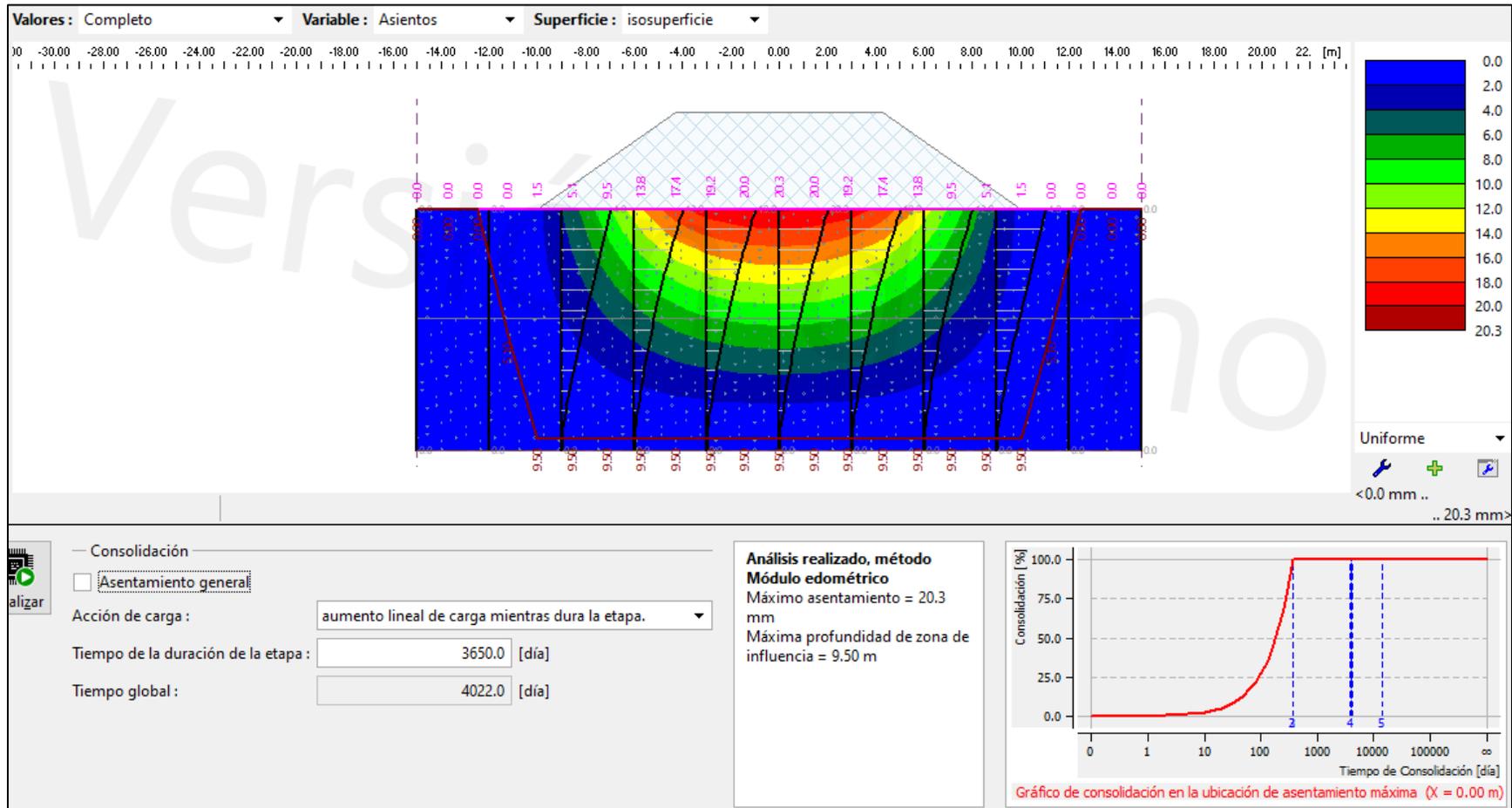


Gráfico 10. 13. Máximo asiento en 07 días – Km 14+089.87

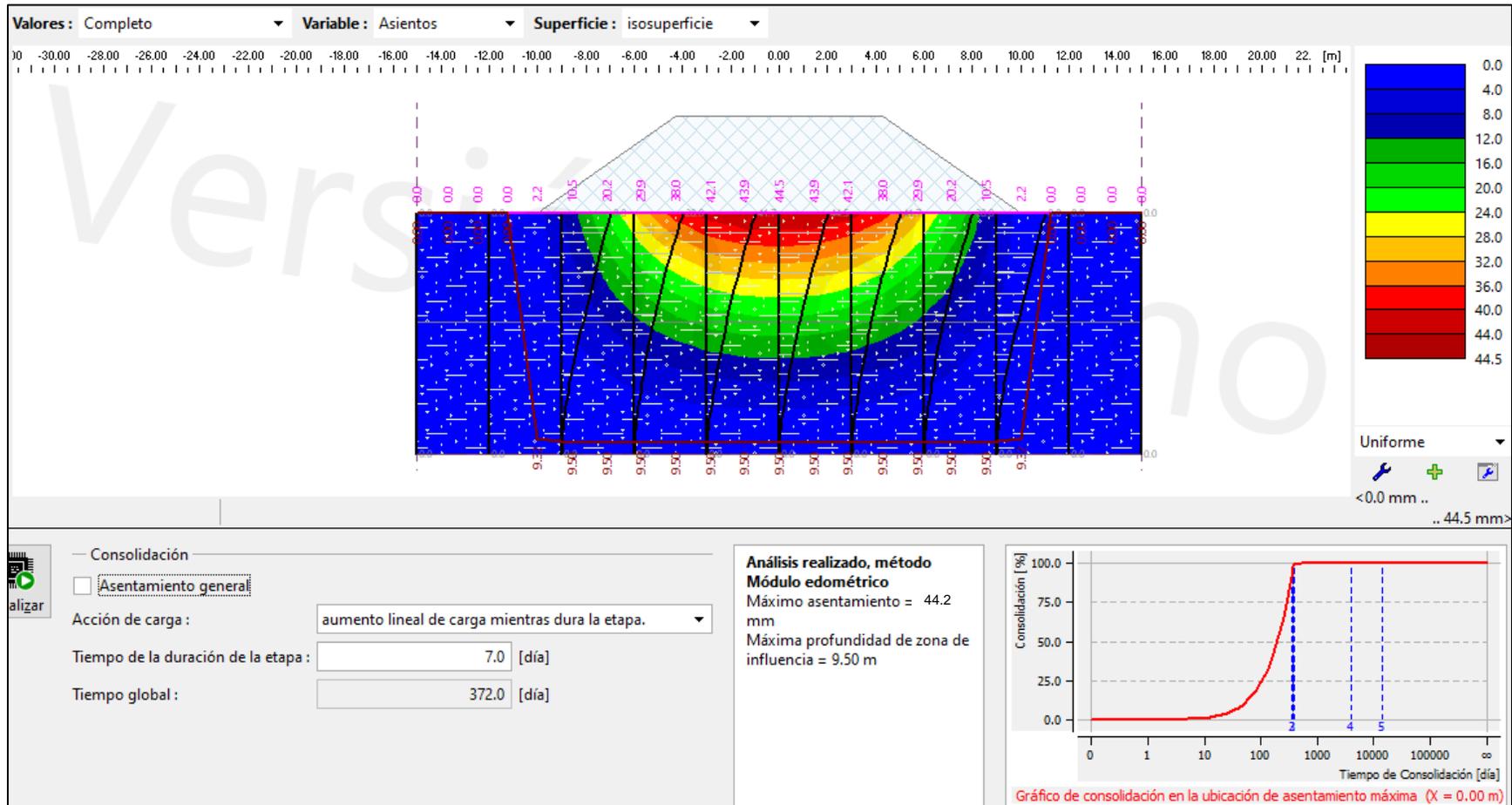


Gráfico 10. 15. Máximo asiento en 3650 días – Km 14+089.87

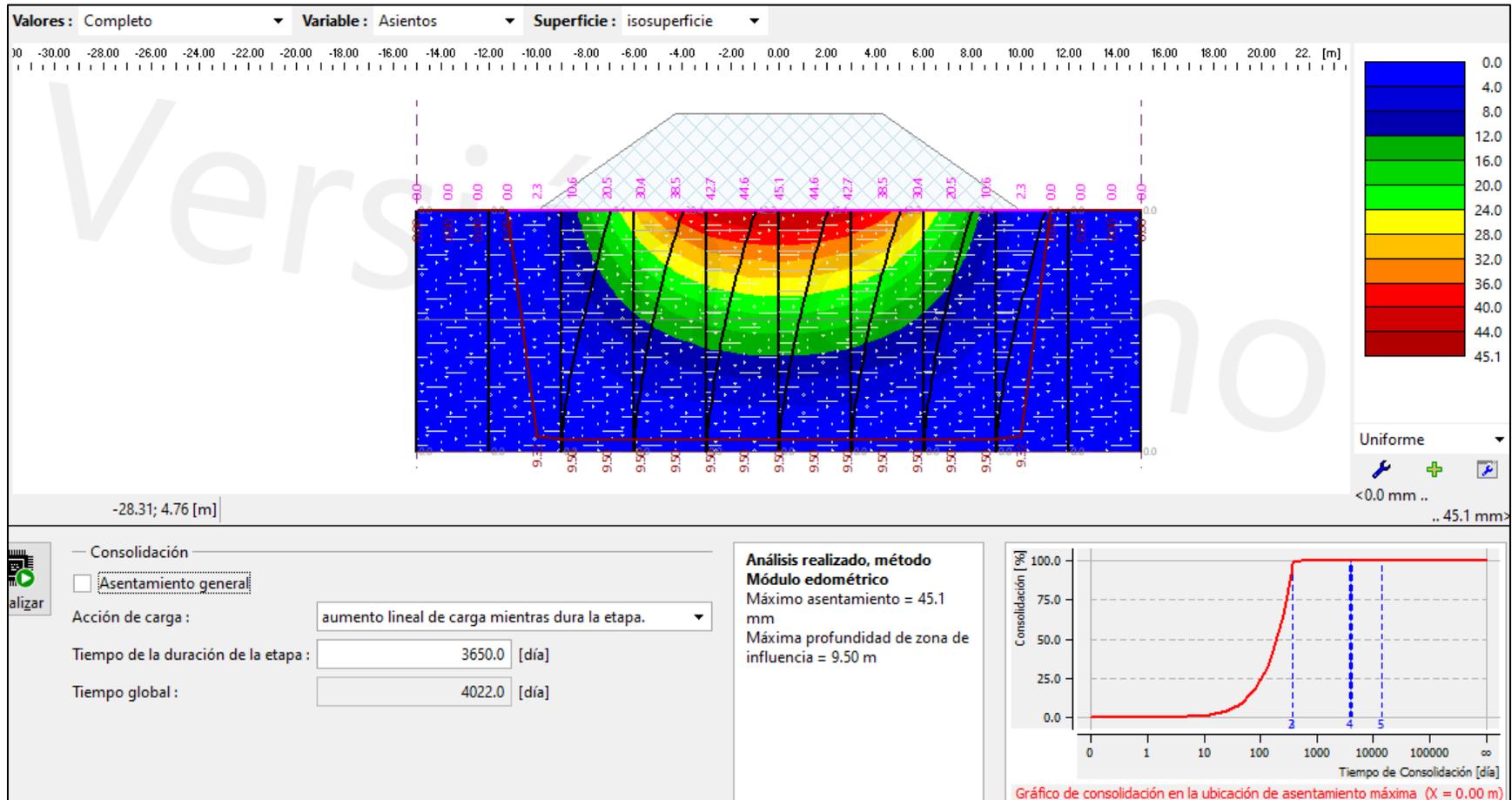


Gráfico 10. 16. Máximo asiento en 07 días – Km 14+533.04

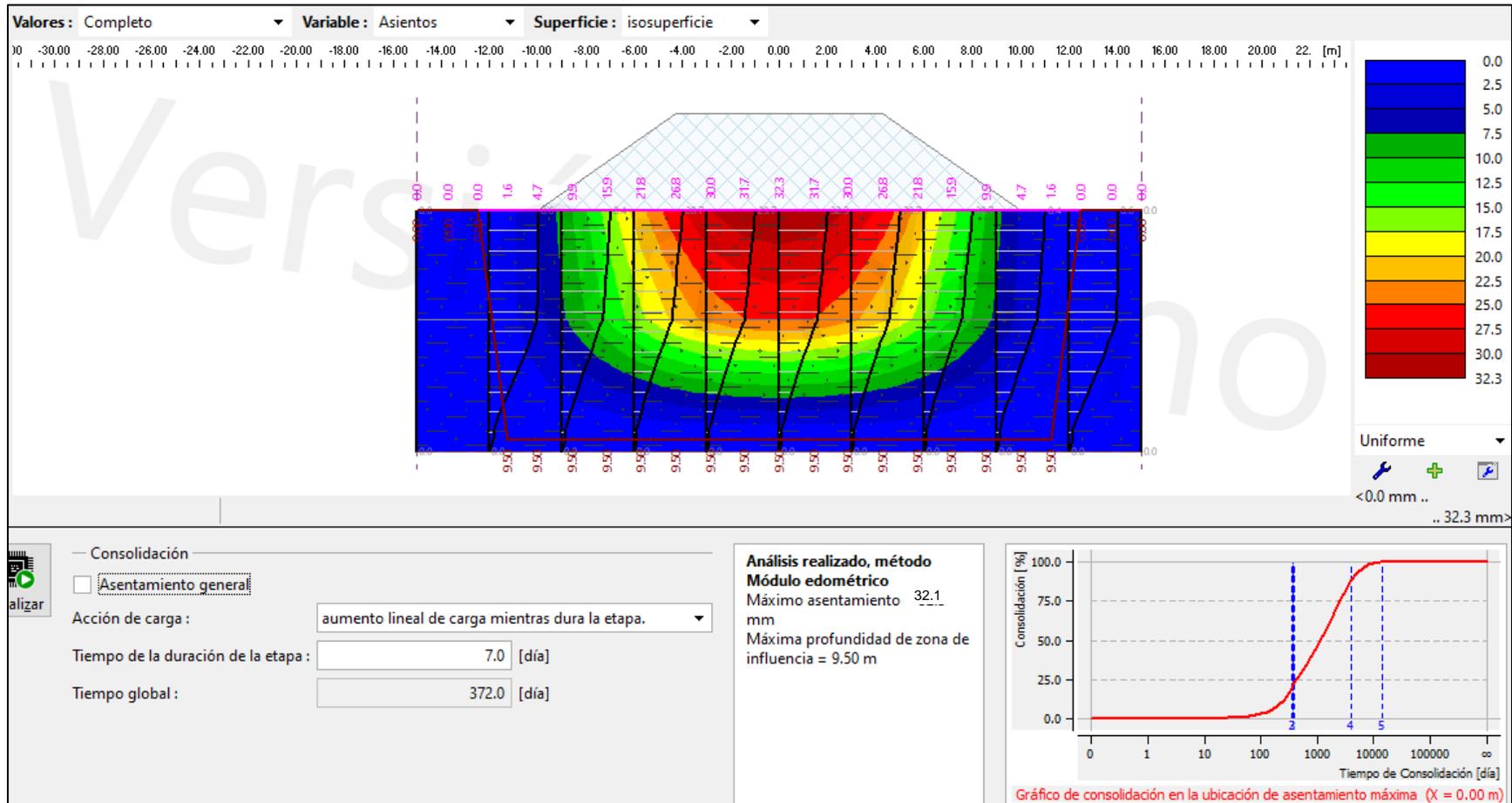


Gráfico 10. 17. Máximo asiento en 365 días – Km 14+533.04

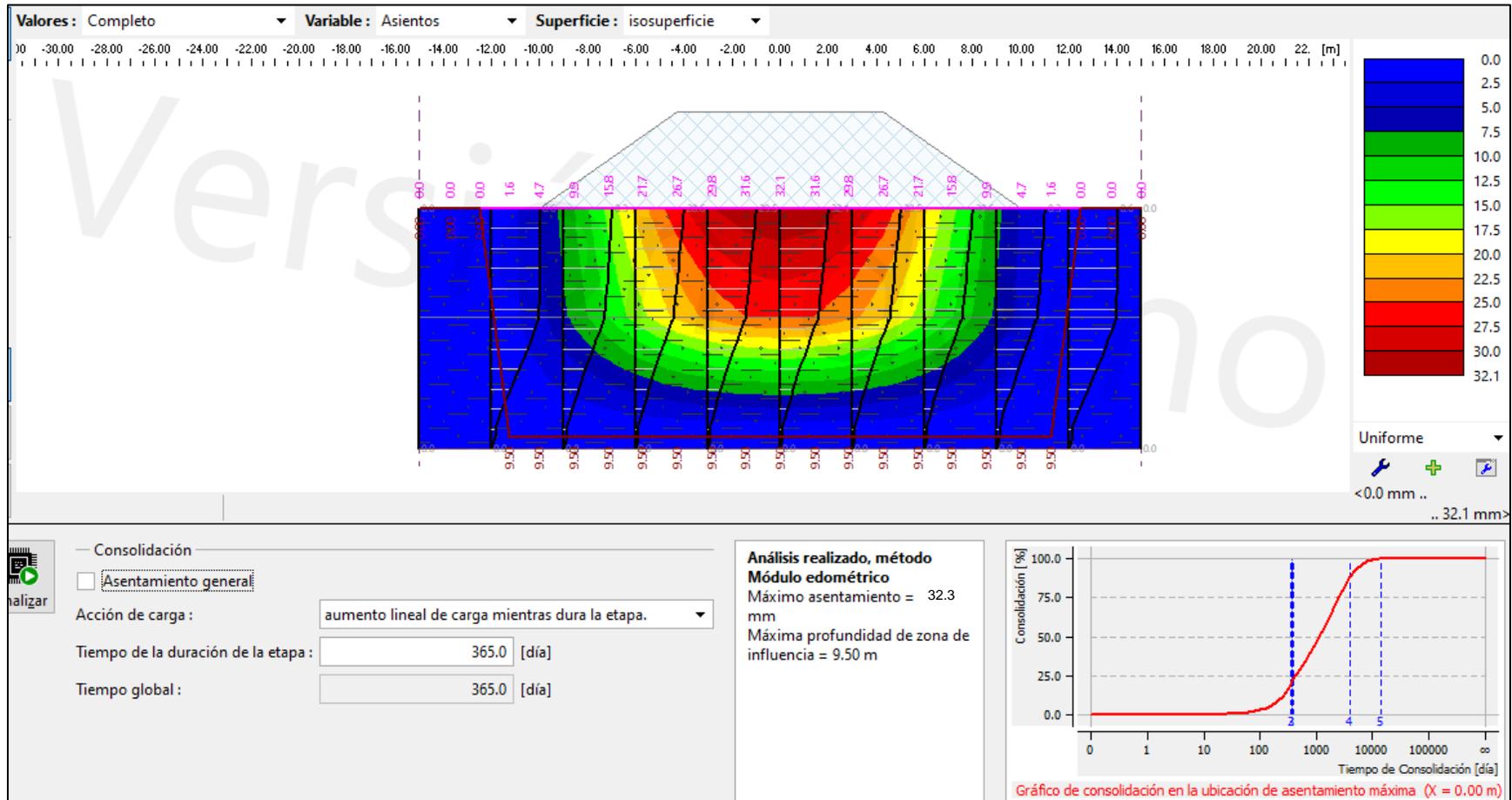


Gráfico 10. 18. Máximo asiento en 3650 días – Km 14+533.04

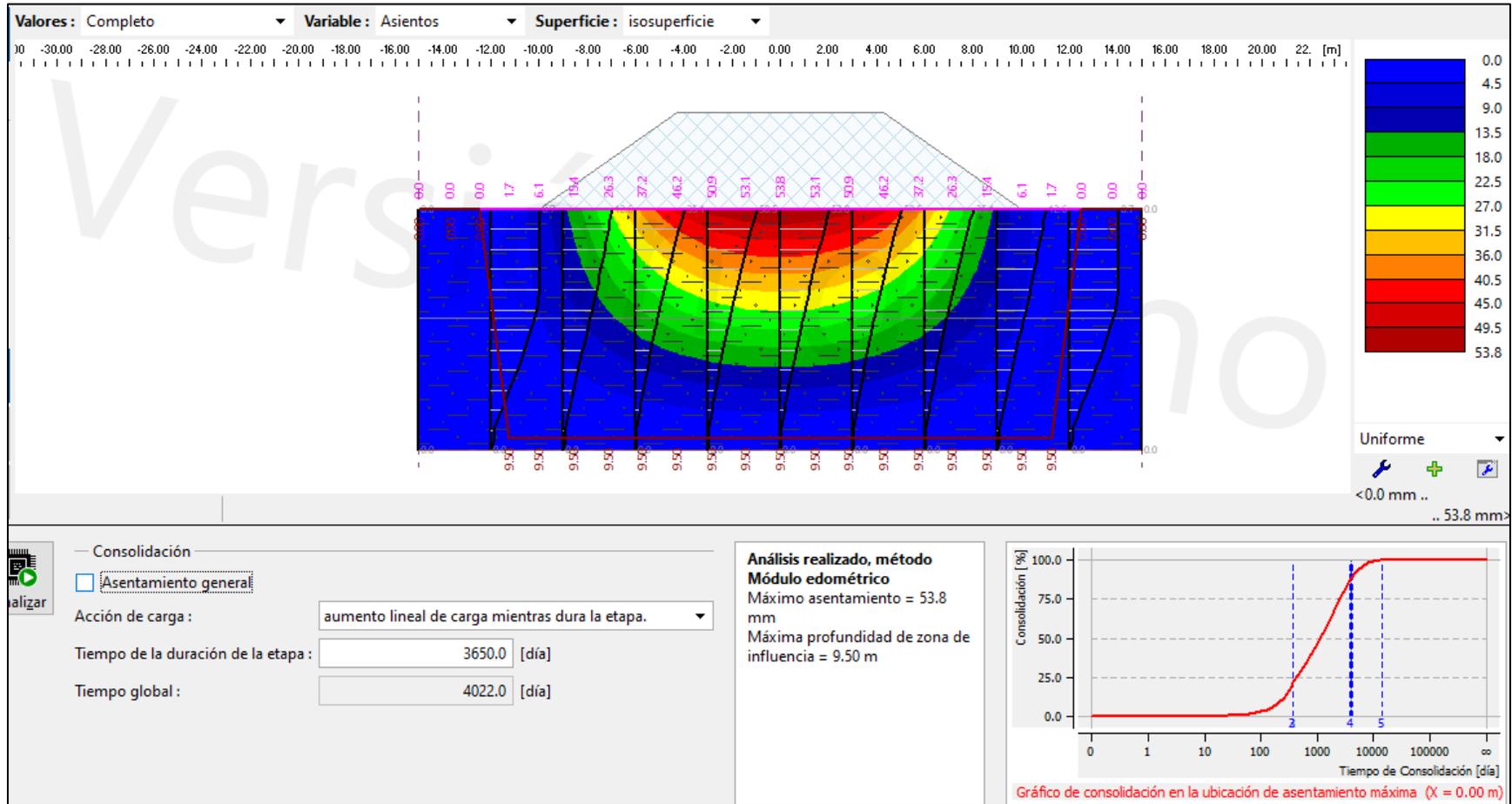


Gráfico 10. 19. Máximo asiento en 07 días – Km 14+794.64

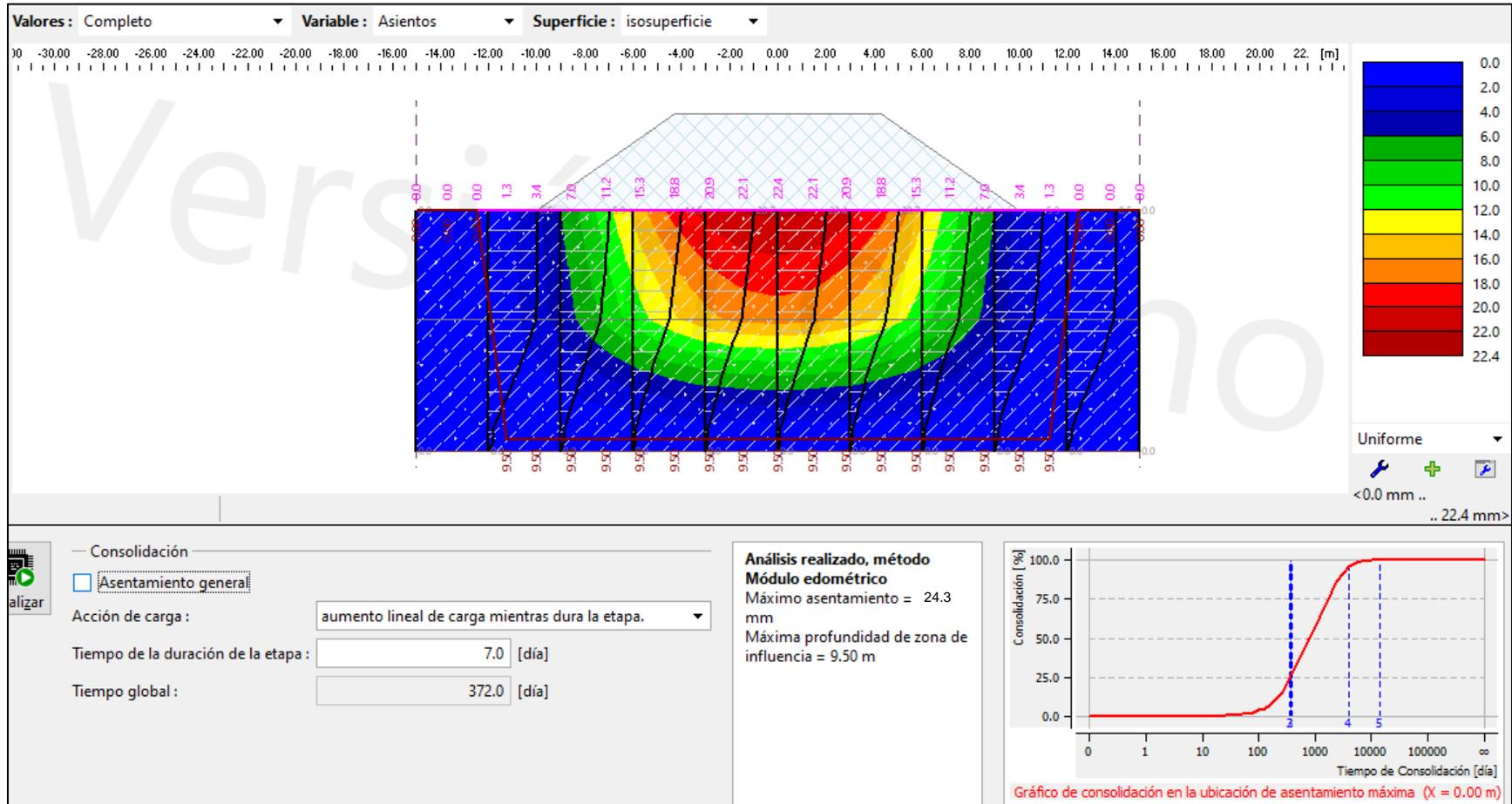


Gráfico 10. 20. Máximo asiento en 365 días – Km 14+794.64

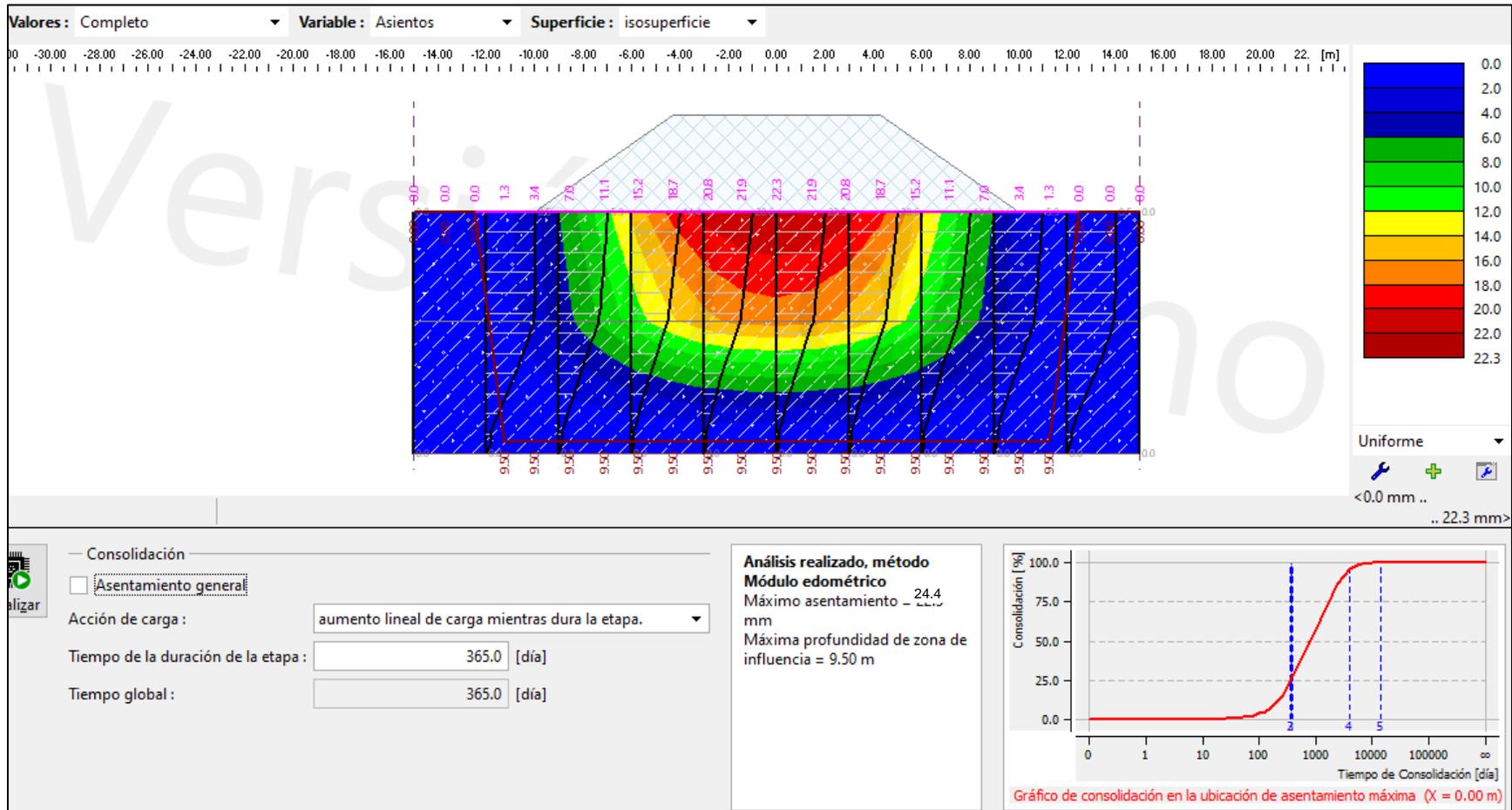


Gráfico 10. 21. Máximo asiento en 3650 días – Km 14+794.64

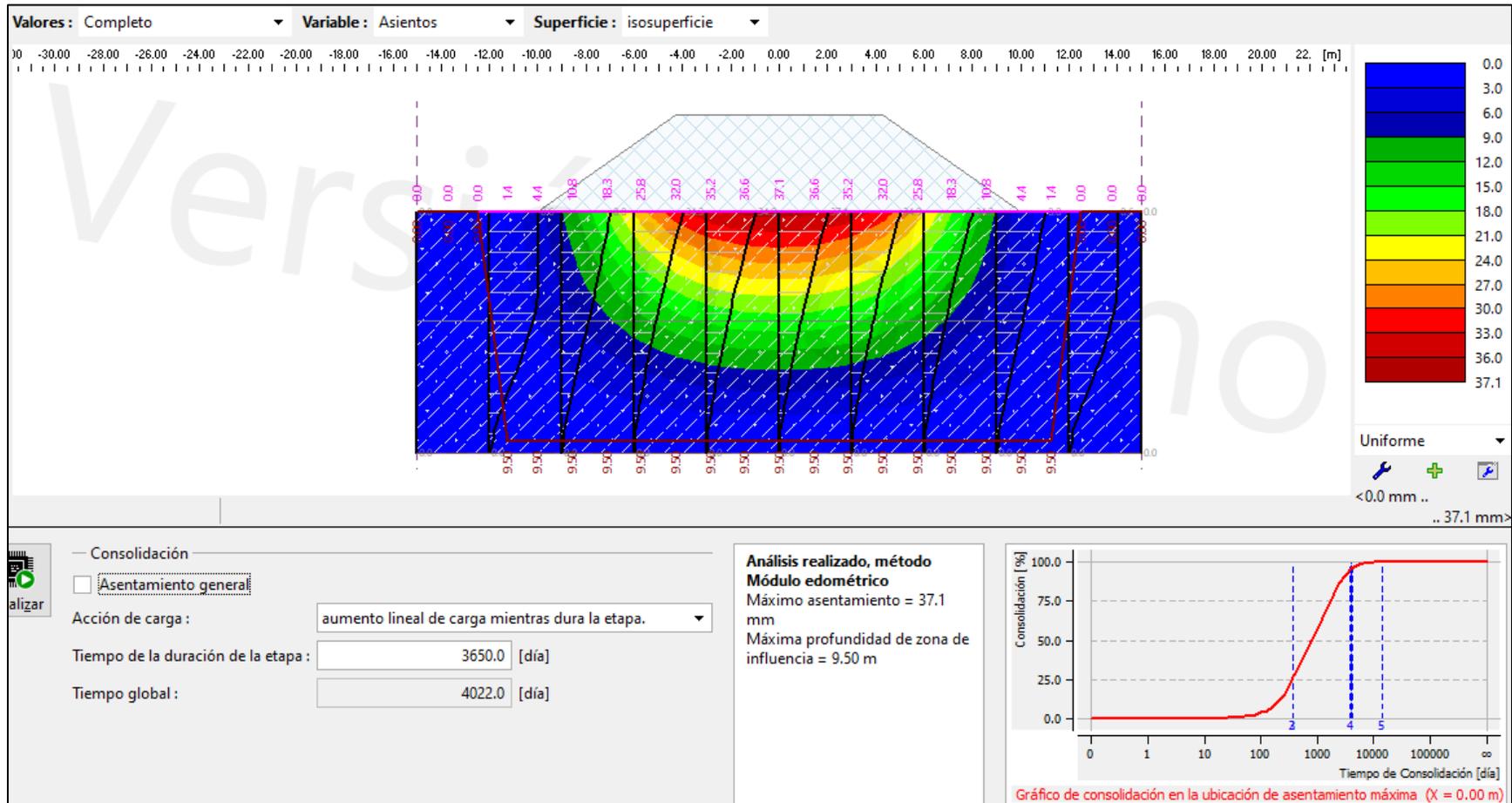


Gráfico 10. 22. Máximo asiento en 07 días – Km 14+794.64

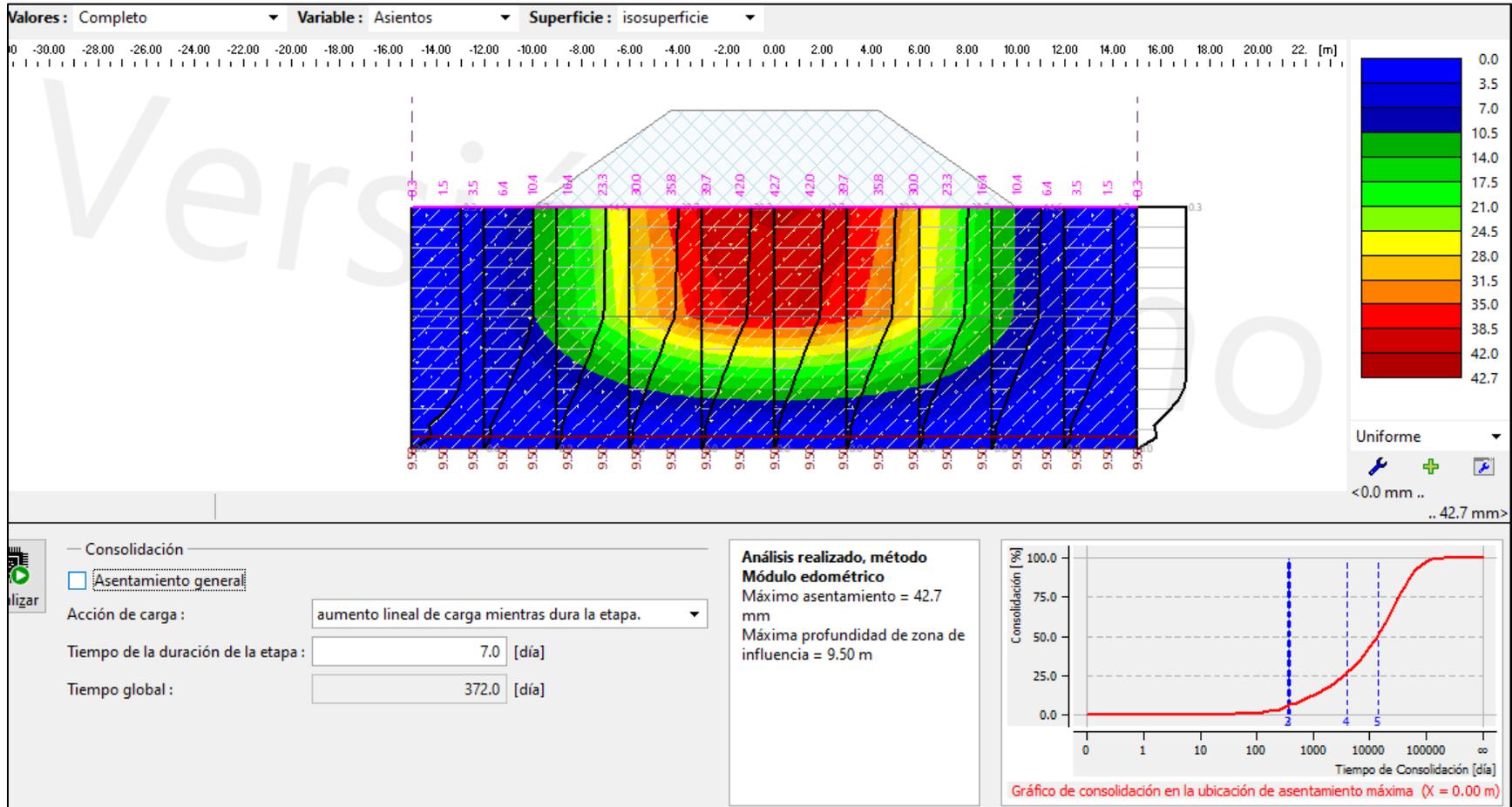


Gráfico 10. 23. Máximo asiento en 365 días – Km 14+794.64

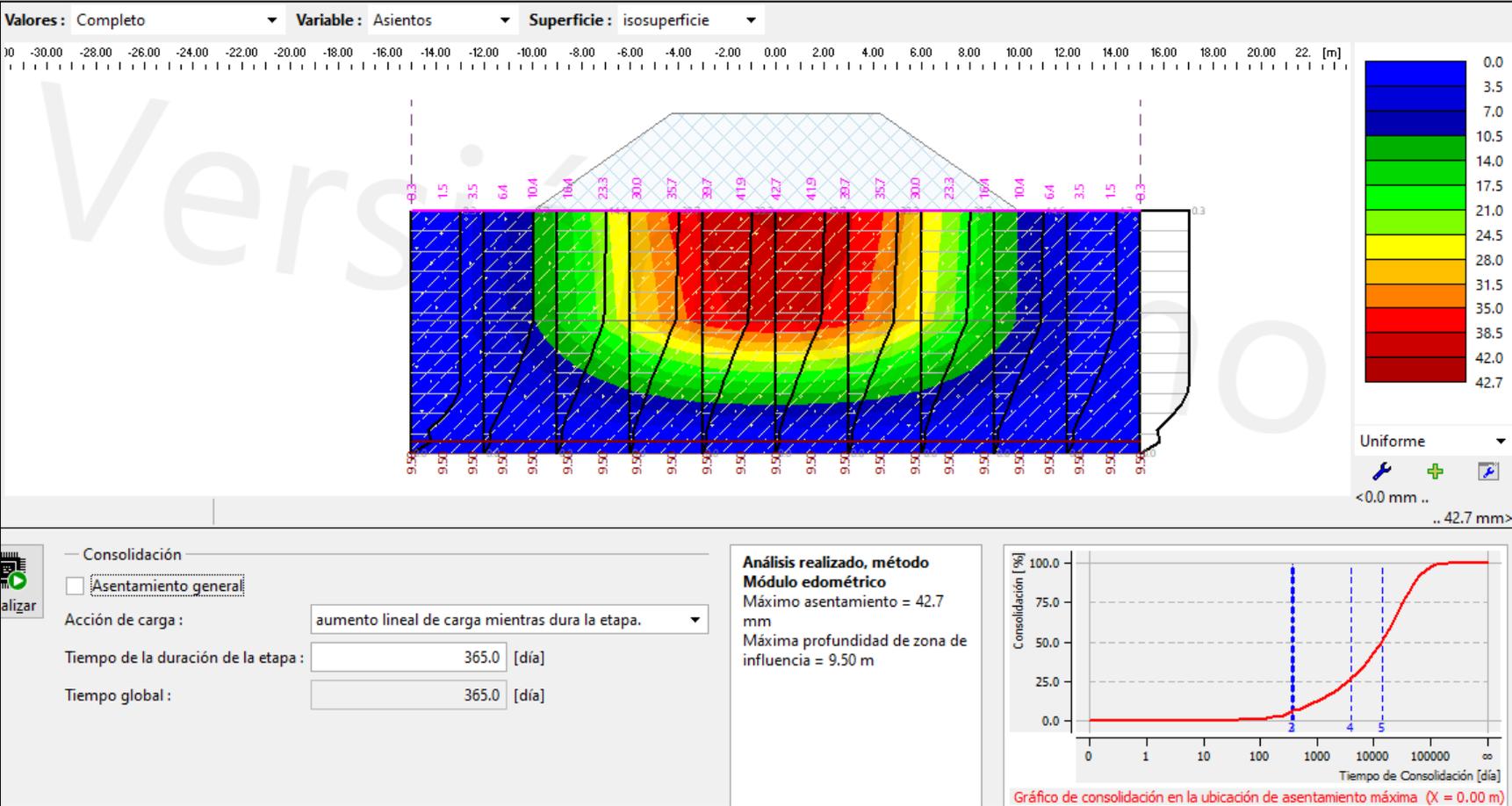


Gráfico 10. 24. Máximo asiento en 3650 días – Km 14+794.64

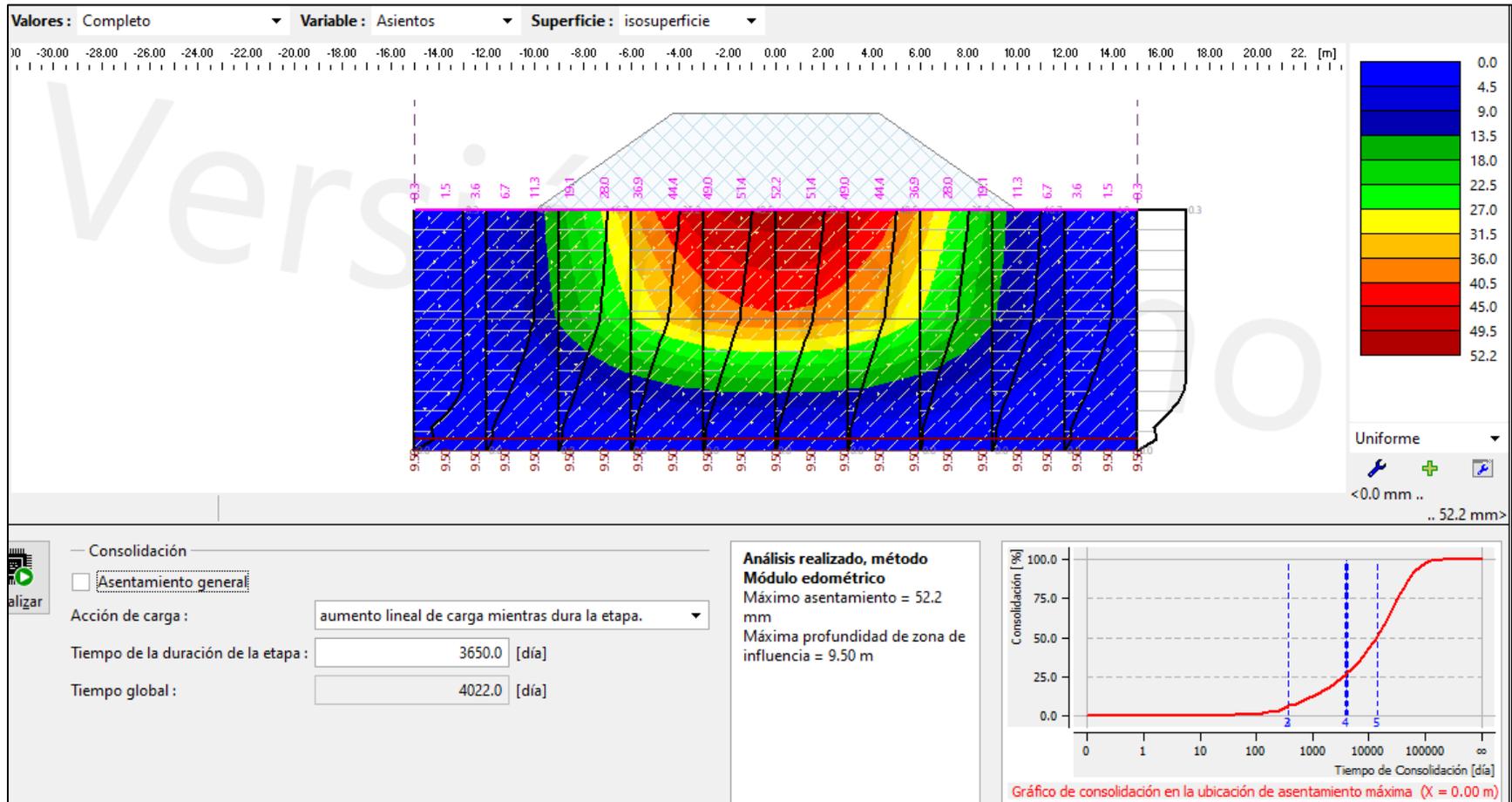


Gráfico 10. 25. Máximo asiento en 07 días – Km 14+999.93

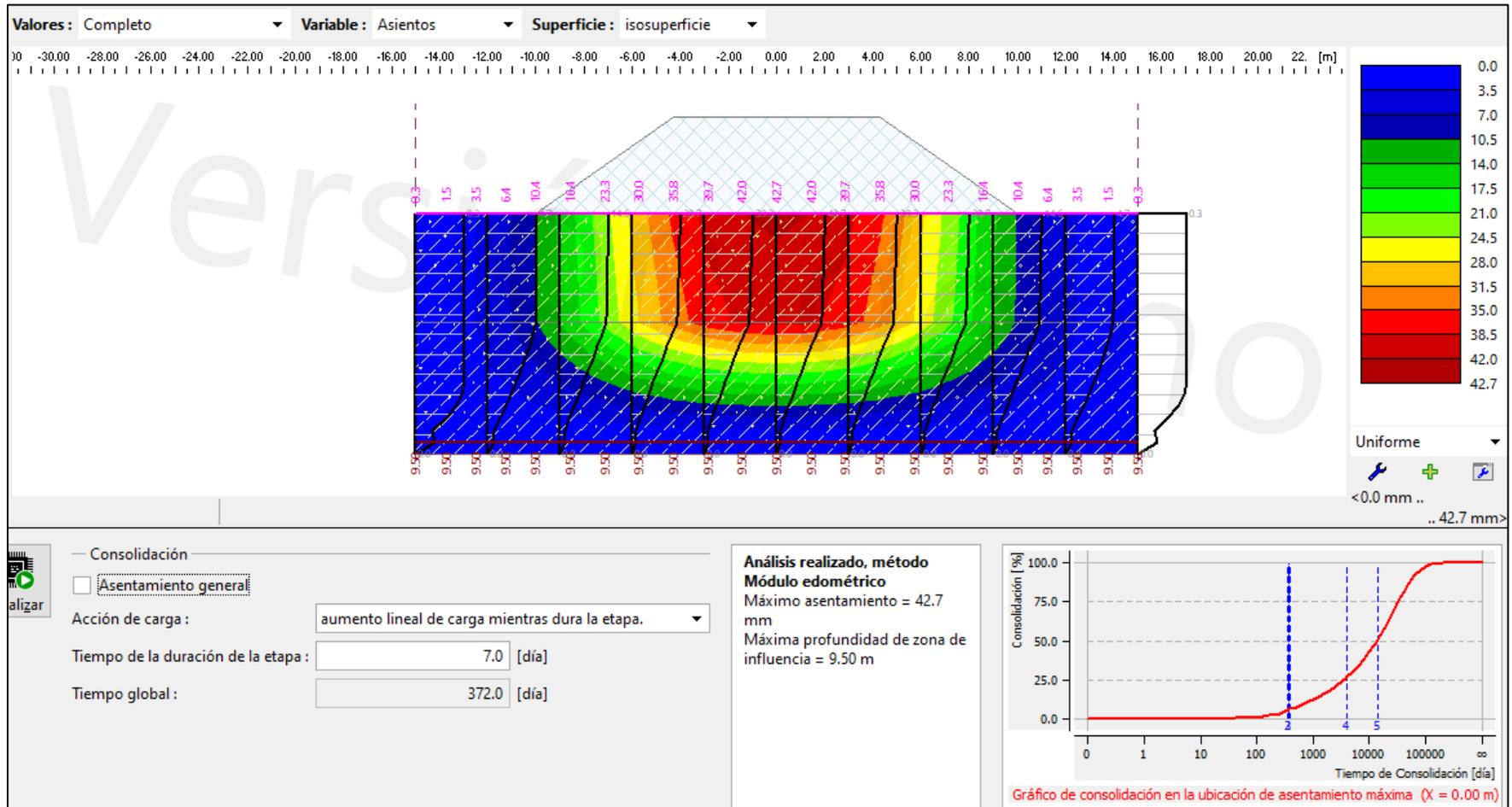


Gráfico 10. 26. Máximo asiento en 365 días – Km 14+999.93

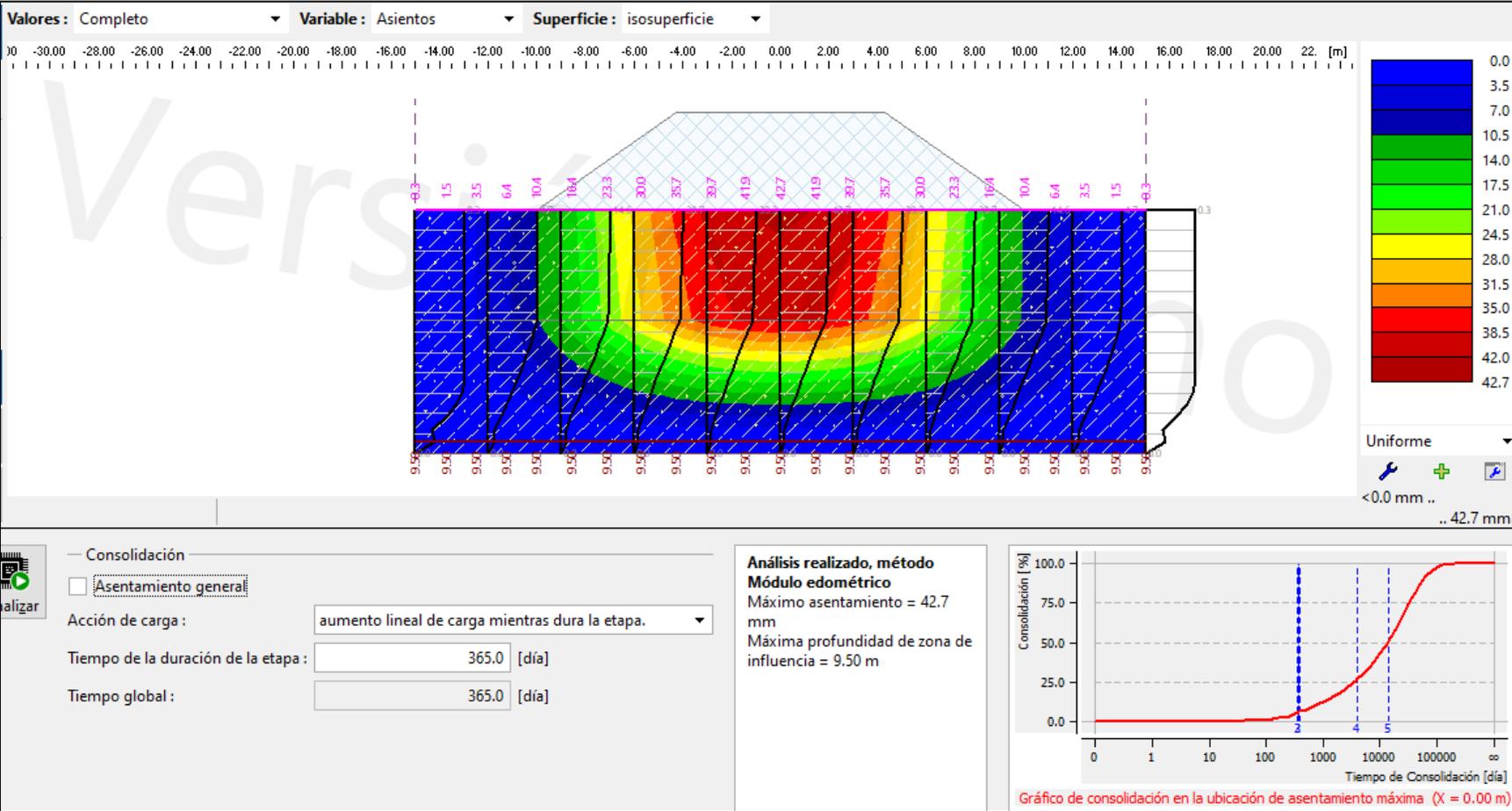


Gráfico 10. 27. Máximo asiento en 3650 días – Km 14+999.93

