

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA
QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO – COMBAYO, TRAMO: Km 02+500
– Km 06.**

TESIS

Para optar por el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Bach. WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN

Asesor

ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO

Cajamarca, mayo del 2022

COPYRIGHT © 2021 by
WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN
Todos los derechos reservados.

AGRADECIMIENTO

A Dios, aunque desconozco el porqué y el cómo, ha hecho posible mucho en mi vida, desde algo tan sustancial como brindarme una excepcional hasta algo tan banal como una vida considerablemente acomodada.

A mi asesor de Tesis: Ing. Marco Hoyos Saucedo, por el tiempo y sus conocimientos brindados, y por su desinteresada colaboración para la consecución de este trabajo de investigación.

A mis padres, por esa parte de su vida que la han compartido conmigo y seguramente lo seguirán haciendo, que pese a ser tan opuestos solo han sabido alivianarme la vida.

A mis hermanos, que, siendo tan diferentes, me son una tremenda fuente y no solo de conocimientos, por ser también los instigadores esenciales para empezar y concluir este proyecto.

A los pequeños de casa, porque hoy por hoy, quizá sin saberlo, se han convertido en un soporte fundamental para nuestra familia.

DEDICATORIA

*Definitivamente a mi familia, por todo
lo que me han concedido.*

*Espero que este "logro" sea gratificante
para ellos.*

*A Hachick, por su incesante compañía
(a su forma, o quizá, a la mía). Y junto
con él, a sus predecesores.*

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
I.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
I.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
I.3. HIPÓTESIS	2
I.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	2
I.4.1. OBJETIVO GENERAL	2
I.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
I.5. DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	3
I.5.1. Variables independientes.....	3
I.5.2. Variables dependientes	3
I.5.3. Operacionalización de Variables	3
I.6. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
I.7. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CONTENIDO DE LA INVESTIGACIÓN	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	7
II.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS	7
II.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL	7
II.1.2. A NIVEL NACIONAL	8
II.1.3. A NIVEL LOCAL.....	9
II.2. BASES TEÓRICAS	10

II.2.1. TERMINOLOGÍA	10
II.2.1.1 TALUD	10
II.2.1.2 CONCEPTUALIZACIÓN DE ESTABILIDAD	10
II.2.1.3 DESLIZAMIENTO.....	10
II.2.2. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UN TALUD.....	11
II.2.3. ELEMENTOS PRINCIPALES DEL PROCESO DE MOVIMIENTO	12
II.2.4. MECANISMO DE LOS MOVIMIENTOS	13
II.2.4.1 DESLIZAMIENTO.....	13
II.2.5. ESFUERZO Y RESISTENCIA AL CORTANTE EN LOS SUELOS.....	16
II.2.5.1 ÁNGULO DE FRICCIÓN	18
II.2.5.2 COHESIÓN.....	19
II.2.5.3 ESFUERZO EFECTIVO	19
II.2.6. ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE	23
II.2.6.1 FACTOR DE SEGURIDAD.....	25
II.2.7. MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO	26
II.2.8. SOFTWARE SLIDE	29
II.2.9. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO POR POLIGONAL ABIERTA	29
II.3. DEFINICIONES	31
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	32
III.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	32
III.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA	32
III.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	33
III.1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
III.2. METODOLOGÍA	34
III.2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	34

III.3. PROCEDIMIENTO Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	35
III.3.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO	35
III.3.2. RECONOCIMIENTO Y DESCRIPCIÓN VISUAL.....	39
III.3.3. CLASIFICACIÓN DE VÍA.....	46
III.3.3.1 SEGÚN LA LEY DE JERARQUIZACIÓN VIAL.....	46
III.3.3.2 POR DEMANDA	46
III.3.3.3 POR OROGRAFÍA	46
III.3.4. ESTUDIO DE SUELOS	47
III.3.4.1 EXTRACCIÓN DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS EN LABORATORIO (CUARTEO).....	49
III.3.4.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	50
III.3.4.3 OBTENCIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO.....	50
III.3.4.4 OBTENCIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS	52
III.3.4.5 DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	53
III.3.4.6 ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO)	54
III.3.5. ANÁLISIS CON EL SOFTWARE SLIDE	56
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	62
IV.1. PROPIEDADES Y CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	62
IV.2. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEL SUELO.....	62
IV.3. FACTOR DE SEGURIDAD	64
IV.4. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	65
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
V.1. CONCLUSIONES	66
V.2. RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68

ANEXOS..... 70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Elementos Constitutivos de un Talud	11
Figura 2: Partes en el Proceso de Deslizamientos de un Talud	12
Figura 3: Deslizamiento Rotacional	14
Figura 4: Deslizamiento Traslacional.....	15
Figura 5: Esquema de un Esparcimiento Lateral.....	16
Figura 6: Ángulo de Fricción para algunos Tipos de Suelo	19
Figura 7: Resistencia Pico y Resistencia Residual	21
Figura 8: Dirección de Esfuerzos Principales según Dirección de Falla.....	22
Figura 9: Envolvente de Falla y Círculo de Mohr	23
Figura 10: Sección Transversal Típica en Tangente	25
Figura 11: Fuerzas Actuantes sobre Rebanada.....	27
Figura 12: Izquierda Superior: Mapa Departamental de Cajamarca. Izquierda Inferior: Mapa Provincial de Cajamarca. Derecha: Ubicación de Cajamarca dentro del País.....	32
Figura 13: Ubicación tramo km 02+500 – km 06 de la Carretera C.P. Otuzco – C.P. Combayo	33
Figura 14: Esquema de la Poligonal Abierta	36
Figura 15: Clasificación por Orografía carretera Otuzco – Combayo; tramo: km 02+500 - km 06	47
Figura 16: Proceso para el Reajuste del Ángulo de Fricción	56
Figura 17: Importar archivo .dxf al Software Slide.....	57
Figura 18: Cargar archivo al Software Slide	57
Figura 19: Definir Propiedades del material en el Software Slide	58
Figura 20: Definición del Grid en el Software Slide	59
Figura 21: Cálculo del modelo en el Software Slide	59
Figura 22: Reporte de Cálculo en el Software Slide	60
Figura 23: Presentación de Información en el Software Slide	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de Variables	4
Tabla 2: Valores Referenciales para Taludes en Corte (Relación H:V)	24
Tabla 3: Factor de Seguridad según Normativa.....	26
Tabla 4: Ubicación Geográfica del Tramo en Estudio	33
Tabla 5: Tipificación de la Investigación	34
Tabla 6: Valor de compensación-Poligonal Abierta.....	36
Tabla 7: Corrección en azimuts-Poligonal Abierta.....	37
Tabla 8: Cálculo de proyecciones-Poligonal Abierta	37
Tabla 9: Diferencia de coordenadas en puntos de control-Poligonal Abierta	38
Tabla 10: Cálculo de error longitudinal-Poligonal Abierta	38
Tabla 11: Ubicación de Calicatas	48
Tabla 12: Correspondencia de Calicatas y Secciones Evaluadas	48
Tabla 13: Cantidad Mínima Representativa de Material Húmedo	51
Tabla 14: Procedencia de Muestra para el Ensayo de Corte Directo.....	54
Tabla 15: Resumen de Resultados Obtenidos en los Ensayos de Suelos	62
Tabla 16: Resultados del Ensayo de Corte Directo	63
Tabla 17: Parámetros Geotécnicos para las Secciones Evaluadas.....	63
Tabla 18: Factor de Seguridad para los Taludes Analizados.....	64

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción visual entre progresivas 02+500 km – 03+040 km	40
Cuadro 2. Descripción visual entre progresivas 03+180 km – 03+470 km	41
Cuadro 3. Descripción visual entre progresivas 03+785 km – 03+860 km	42
Cuadro 4. Descripción visual entre progresivas 04+170 km – 04+505 km	43
Cuadro 5. Descripción visual entre progresivas 04+540 km – 05+080 km	44
Cuadro 6. Descripción visual entre progresivas 05+600 km – 05+940 km	45

RESUMEN

Esta investigación la realicé para evaluar la estabilidad en el talud de corte de la carretera que une los centros poblados de Otuzco y Combayo comprendida entre el Km 02 + 500 y el Km 06, ya que enfrenta un álgido problema por las continuas interrupciones debido al material que se precipita desde el talud, significando un peligro para los usuarios. En el desarrollo de esta investigación realicé el levantamiento topográfico para obtener pendientes, alturas y la configuración de las secciones críticas. Asimismo, determiné la clasificación correspondiente de la vía, por demanda, por orografía y de acuerdo a la ley de jerarquización vial. Utilicé inventarios de reconocimiento y caracterización de las zonas vulnerables (para un total de diecinueve estaciones), registrando ubicación, pendiente, tipología del suelo, presencia de cobertura vegetal, existencia de sobrecargas, fallas geológicas entre otros factores apreciables en campo. También fue necesario extraer muestras en seis puntos representativos del tramo en estudio, las que trabajé en el laboratorio por medio de ensayos estandarizados para suelos de carreteras, obteniendo sus propiedades mecánicas y parámetros geotécnicos. Tal es así que en el talud de corte de la carretera Otuzco-Combayo: tramo km 02+500 – km 06 existen suelos de Tipo A-3, A-2-6 y A-2-7; los mismos que presentan valores de cohesión entre 0.107 y 0.160 kg/cm², y valores del ángulo de fricción entre 21. 11° y 36°. Con toda esta información y con la asistencia del software Slide V6, determiné el factor de seguridad en cada estación, con valores que se encuentran entre 0.766 y 3.175. Resultados que indican que, de las diecinueve estaciones evaluadas, en trece de ellas se registró un factor de seguridad inferior a 1.5 (valor recomendado para el caso de taludes permanentes). Concluyendo a partir de ello que, el 68% del talud de corte en el tramo de estudio, es inestable.

Palabras Claves: Estabilidad, Talud de Corte, Transitabilidad, Vulnerables, Factor de Seguridad.

ABSTRACT

This research was carried out to evaluate the stability of the cut slope of the highway that connects the populated centers of Otuzco and Combayo between Km 02 + 500 and Km 06, since it faces a critical problem due to the continuous interruptions due to the material that falls from the slope, posing a danger to users. In the development of this research I carried out the topographic survey to obtain slopes, heights and the configuration of the critical sections. Likewise, I determined the corresponding classification of the road, by demand, by orography and according to the road hierarchy law. I used reconnaissance and characterization inventories of vulnerable areas (for a total of nineteen stations), recording location, slope, soil typology, presence of vegetation cover, existence of overloads, geological faults, among other factors that could be appreciated in the field. It was also necessary to extract samples at six representative points of the section under study, which I worked on in the laboratory through standardized tests for road soils, obtaining their mechanical properties and geotechnical parameters. So much so that on the cut slope of the Otuzco-Combayo highway: section km 02+500 – km 06 there are soils of Type A-3, A-2-6 and A-2-7; the same ones that present cohesion values between 0.107 and 0.160 kg/cm², and friction angle values between 21. 11° and 36°. With all this information and with the help of Slide V6 software, I determined the factor of safety at each station, with values between 0.766 and 3.175. Results that indicate that, of the nineteen stations evaluated, in thirteen of them a safety factor of less than 1.5 (recommended value for the case of permanent slopes) was recorded. Concluding from this that 68% of the cut slope in the study section is unstable.

Key Words: Stability, Shear Slope, Walkability, Vulnerable, Safety Factor.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

I.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para toda vía, es de vital importancia garantizar su funcionalidad y su transitabilidad. En este sentido, cualquier circunstancia que no garantice dichas condiciones y evidencie un peligro para la seguridad de los usuarios, debe ser remediada.

En el Perú, es muy frecuente notar el problema de la interrupción del tránsito, en las vías al interior del país, por deslizamientos o derrumbes en los taludes de corte, las causas son muy variadas, pudiendo mencionarse a algunas como: la geometría del talud y la modificación en su topografía, fallas geológicas, periodos prolongados de lluvia, la presencia de napa freática y malas condiciones en el drenaje de flujos de agua, presencia de grietas de tensión, pérdida de resistencia del suelo por bajos valores de cohesión y ángulo de fricción. Todas estas condiciones resultan definiendo la seguridad o estabilidad del talud de corte, la misma que se mide a través del Factor de Seguridad

Nuestra localidad: Cajamarca, no es ajena a esta realidad, en tal sentido, esta investigación se orienta al estudio del mencionado problema para definir la estabilidad del talud de corte de una vía en específico, siendo esta, la carretera que une los centros poblados de Otuzco y Combayo entre el km 02+500 y el km 06.

La situación de la carretera que une los centros poblados de Otuzco y Combayo entre el Km 02+500 y el Km 06, enfrenta este grave problema de deslizamientos y derrumbes, provocando la interrupción de su libre tránsito por periodos prolongados, significando esta situación una repercusión negativa tanto económica como socialmente, estando latente también la ocurrencia de accidentes mayores como es la pérdida de vidas humanas

La elección de solo este tramo obedece a que, en dicha carretera, a la fecha del mes de agosto del año 2019, se venía realizando trabajos de mejoramiento de la transitabilidad vehicular, interviniendo el talud de corte en el tramo comprendido entre el km 00+000 y el km 02+500, con la instalación de muros de gaviones o mampostería de piedra. De igual forma, del km 06+000 en adelante, el talud de corte está compuesto por formaciones rocosas estables.

I.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿El Grado de Estabilidad del talud de corte en la carretera que une los Centros Poblados de Otuzco y Combayo, entre el km 02+500 – km 06, es inestable?

I.3. HIPÓTESIS

El talud de corte en la carretera que une los Centros Poblados de Otuzco y Combayo, entre el km 02+500 – km 06, presenta un Grado de Estabilidad Inestable porque su Factor de Seguridad es menor que 1.5.

I.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

I.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la Estabilidad del talud de corte en la carretera Otuzco – Combayo; tramo: km 02 + 500 – km 06.

I.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el Levantamiento Topográfico para el talud de corte en la carretera Otuzco – Combayo; tramo: km 02 + 500 – km 06.
- Definir la Clasificación de la carretera Otuzco – Combayo; tramo: km 02 + 500 – km 06.
- Determinar los valores del ángulo de fricción y la cohesión para el suelo del talud de corte en la carretera Otuzco – Combayo; tramo: km 02 + 500 – km 06.

- Calcular el Factor de Seguridad para el talud de corte en la carretera Otuzco – Combayo; tramo: km 02 + 500 – km 06.

I.5. DEFINICIÓN DE VARIABLES

I.5.1. Variables independientes

- Factor de Seguridad
- Ángulo de fricción interna ϕ'
- Cohesión c'

I.5.2. Variables dependientes

- Grado de Estabilidad del Talud de Corte

I.5.3. Operacionalización de Variables

Tabla 1: Operacionalización de Variables

Título: Evaluación de la Estabilidad del Talud de Corte en la Carretera que une los Centros Poblados de Otuzco – Combayo, tramo: km 02+500 – km 06					
Hipótesis	Variables		Definición Conceptual	Dimensión	Instrumento de Recolección de Datos
El talud de corte en la carretera que une los Centros Poblados de Otuzco y Combayo, entre el km 02+500 – km 06, presenta un Grado de Estabilidad Inestable porque su Factor de Seguridad es menor que 1.5.	Variables Independientes	Factor de Seguridad	Expresa la relación entre las fuerzas resistentes del terreno y las desestabilizadoras	Valor numérico	Método de BISHOP SIMPLIFICADO, a través del software SLIDE
		Ángulo de fricción interna	Corresponde al ángulo cuya tangente es el coeficiente promedio de fricción entre las partículas de un suelo	Grados (°)	Estudio de Suelos y Ensayo de Corte Directo
		Cohesión	Cementación o adherencia entre las partículas de un determinado suelo	(Kg/cm ²)	Estudio de Suelos y Ensayo de Corte Directo
	Variable Dependiente	Grado de Estabilidad del Talud de Corte	Categorización del Talud de Corte, pudiendo ser Estable o Inestable	Término: Estable o Inestable	A través del Valor del Factor de Seguridad

Fuente: Elaboración Propia.

I.6. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En la carretera Otuzco – Combayo ocurren continuos desprendimientos de los taludes hacia la calzada, generando la interrupción parcial o total en la servicialidad y transitabilidad de la vía, afectando además a la población circundante dentro de la zona de influencia, pudiendo provocar pérdidas materiales e inclusive pérdidas humanas.

Es así que se realizó este estudio con el propósito de identificar aquellas zonas críticas del talud de corte de la carretera, en las que no se garantiza su condición estable dejando de ser seguros en sí mismos. La información recabada y los resultados obtenidos en esta investigación serán de gran utilidad para futuras obras viales que se consideren en esta carretera, al momento de proyectar y optar por las soluciones más idóneas para remediar la inestabilidad de los taludes identificado.

I.7. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CONTENIDO DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se presentará en cinco capítulos, los mismos que, de forma resumida serán descritos a continuación:

El primer capítulo "INTRODUCCIÓN" presenta lo concerniente al planteamiento y formulación del problema, luego se expone la hipótesis y objetivos de la investigación, para luego continuar con la justificación y los alcances de la misma.

El segundo capítulo "MARCO TEÓRICO" comprende los antecedentes teóricos, seguidamente se detallan las bases teóricas utilizadas en esta investigación, finalizando con la definición de términos básicos útiles para el desarrollo de este estudio.

El tercer capítulo "MATERIALES Y MÉTODOS" inicia situando la investigación detallando así la ubicación de la zona de estudio; luego, se describen los procedimientos, materiales y técnicas de recolección de datos para finalmente presentar el tratamiento y análisis de los mismos.

El cuarto capítulo "ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS" abarca la explicación, discusión e interpretación de los resultados alcanzados, en concordancia con los objetivos planteados para esta investigación

El quinto capítulo "CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES" expone las principales conclusiones asociadas a los objetivos propuestos, así mismo, se proponen algunas recomendaciones en el abordaje de situaciones problemáticas, similares a esta investigación.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

II.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS

II.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL

En Colombia, **Parra y Melo (2015)** en su tesis “Estabilización de Taludes de la Vía de Red Terciaria de la Vereda La Unión, localidad de Usme – Bogotá D.C.”, identificaron las causas que genera la inestabilidad del terreno en dicha vía, así mismo, proponen una solución viable y económica para estabilizar los taludes, tomando en consideración los tipos de falla que se originan en el terreno. Dentro de las conclusiones que aborda este trabajo podemos mencionar que llegan a determinar en el terreno, una falla por erosión, generada por la presencia de agua subterránea. Proponen también como solución para estabilizar los taludes, la implementación de la bioingeniería, que consiste en el recubrimiento vegetal con fajinas, siendo este un método viable, seguro, económico y amigable con el medio ambiente.

En Chile, **Sanhueza y Rodríguez (2013)** presentaron un artículo “Análisis Comparativo de métodos de cálculo de estabilidad de taludes finitos aplicados a laderas naturales”, de una investigación realizada en un talud natural localizado en la Quinta Región; comparan los distintos métodos de cálculo de estabilidad de taludes, sometidas a condiciones estáticas y pseudoestáticas. La comparación de los efectos en ambos casos ha sido realizada por medio del cálculo de los factores de seguridad de las potenciales superficies de rotura, haciendo uso del software GeoSlope. A las conclusiones que arriban son que la falla del talud, está supeditada a la resistencia al corte que ofrezca el suelo en cuestión, en este sentido, parámetros como la densidad, nivel freático, cohesión y ángulo de fricción resultan ser factores decisivos en el comportamiento que tendrá la ladera. Determinaron también una importante acotación, al cotejar los resultados pudieron inferir que, ante la ocurrencia de un sismo, el factor de seguridad (FS) se ve reducido en aproximadamente un 70 %.

II.1.2. A NIVEL NACIONAL

En Lima, **Urteaga (2017)** realizó una tesis “Estabilización de Taludes con Sistema ErdoX en Taludes de Carreteras”, pues, el país presente un problema recurrente: la inestabilidad de los taludes, originados como ya es sabido, por el accidentado relieve existente en diversas zonas del país y a las condiciones que los suelos de estas zonas presentan, pudiendo resultar en algunos casos, un peligro inminente para las poblaciones y, por ende, para las vidas humanas. Su estudio es relevante para esta investigación ya que esta se sitúa desde el momento en que surge la falla del talud hasta una solución final. En su investigación da a conocer un reciente sistema de estabilización, el sistema ErdoX, con la finalidad de extender y generalizar su uso. El autor concluye en numerosos beneficios en la aplicación de este sistema; siendo estos los de bajo impacto ambiental, costos menores en comparación con otros sistemas, versatilidad para adaptarse a diversos casos, además de materializarse como una estructura antisísmica debido a la flexibilidad que posee.

En Lima, **Iberico (2015)** publicó su tesis “Estabilización y Recuperación de Taludes en Carreteras, caso IIRSA Norte Tramo N°1 km 45+600 – km 45+830”, la misma que se enfoca en el objetivo de determinar los tipos de fallas y las probables causas de los problemas geotécnicos de los taludes de la carretera en cuestión, busca así mismo, que identificados estos parámetros plantear alternativas de solución. Dentro de las conclusiones a las que llega; establece que:

- ❖ Las propiedades físicas de una ladera o talud son las que condicionan el contexto geológico para los sucesos de deslizamientos. Sin embargo, hay que tener presente que estos deslizamientos pueden originarse por otros factores adicionales, que pueden ser geotécnicos, hidráulicos o sismos. Además, podemos agregar a estos, factores de causas artificiales como resultado de la intervención humana, variando las condiciones de estabilidad del talud.
- ❖ Los deslizamientos presentan variedad de velocidades, velocidad que es directamente dependiente del factor que desencadena el deslizamiento y el tipo de suelo, pudiendo ser clasificado de la siguiente manera: el más lento corresponde a lo que es una reptación, seguido por deslizamiento rotacional, flujo, deslizamiento traslacional, avalancha y caída.

- ❖ El fundamental agente erosivo y causante de los procesos geodinámicos, es el agua. Que se evidencia notoriamente con la presencia de precipitaciones pluviales y por ende la activación de quebradas.

II.1.3. A NIVEL LOCAL

En Cajamarca, **Tarrillo (2018)** en su tesis “Grado de Estabilidad de los Taludes Críticos de la Carretera Baños del Inca - Llacanora”, orientó su trabajo a determinar el grado de estabilidad a partir de encontrar las propiedades físico-mecánicas de los suelos y rocas de los taludes identificados como críticos en el tramo de estudio. De las conclusiones a las que llega, podemos inferir que un factor de gran importancia es la presencia de agua en los taludes con el cambio de estación seca a lluviosa, pudiendo cambiar de un talud estable ($F.S >1$) a un talud inestable ($F.S <1$), tal como lo expresa en su investigación:

- ❖ Los taludes de la carretera Baños del Inca – Llacanora no son estables, pues, para condiciones secas el factor de seguridad es mayor a la unidad; pese a ello; con la añadidura de agua en el suelo son inestables ($F.S <1$) y para el caso de ocurrir un sismo evidencian una falla inmediata.
- ❖ Los valores que determina la inestabilidad del talud en general son el ángulo de fricción con un valor de 29.21° y una cohesión de 0.52 Kg/cm^2 para el presente estudio. Además, se les atribuye incidencia a los factores hidrogeológicos.

II.2. BASES TEÓRICAS

II.2.1. TERMINOLOGÍA

II.2.1.1 TALUD

A las diferentes superficies que presenten una inclinación con referencia a una línea horizontal, se las define como talud. Si este se forma naturalmente, hablamos de una ladera natural o sencillamente ladera. Por el contrario, si distinguimos intervención humana, nos referimos a taludes de corte y/o taludes artificiales (De Matteis, 2003).

En De Matteis (2003) se señala que los taludes por corte se caracterizan por ser excavaciones en la formación y los artificiales presentan rellenos en dichas formaciones u obras civiles. Muy a menudo, estas obras de ingeniería exigen que el talud (suelo) esté incorporado como parte de la obra en sí.

II.2.1.2 CONCEPTUALIZACIÓN DE ESTABILIDAD

De Matteis (2003) la explica como la seguridad de una masa de suelo para hacer contra la falla o movimiento.

II.2.1.3 DESLIZAMIENTO

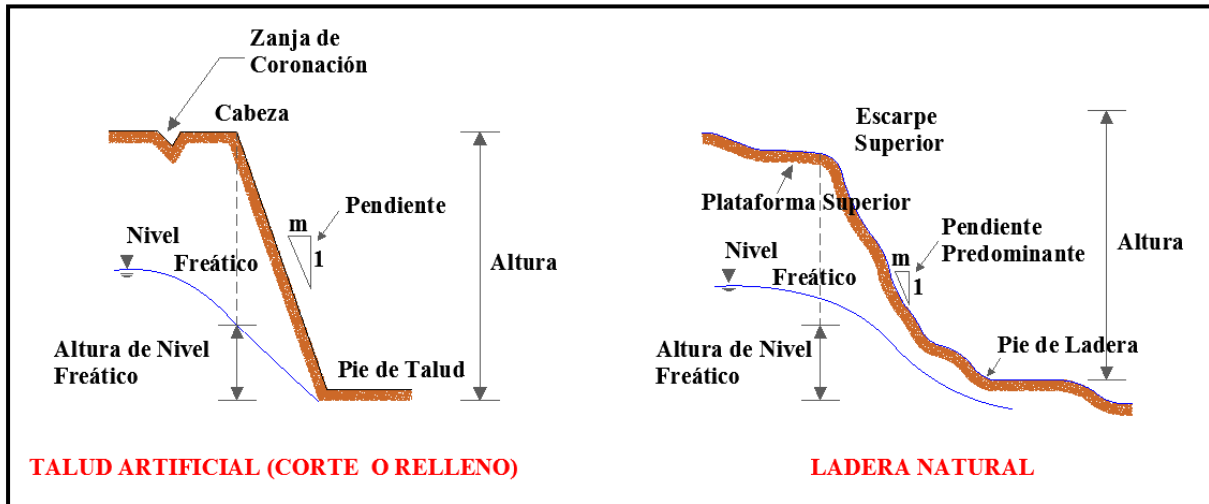
Para De Matteis (2003) es cuando en un talud se produce una superficie de rotura, permitiendo que la masa del suelo tenga un movimiento hacia afuera y hacia abajo del talud. Estos deslizamientos pueden desencadenarse de manera lenta o súbita.

Dentro de las causas, mayormente, obedecen a socavaciones en el pie del talud. Aunque, en aquellos que no presentan provocación aparente, son propiciados por la desintegración gradual de la estructura del suelo, el aumento de la presión intersticial, entre otros factores. Como los tipos más generalizados de falla tenemos a los deslizamientos superficiales (creep), los movimientos de cuerpo del talud y los flujos (De Matteis, 2003).

II.2.2. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UN TALUD

Un talud tiene elementos definidos. En Suárez (1998) se menciona altura, pie, cabeza o escarpe, nivel freático y pendiente, los mismo que observamos en la Figura 1.

Figura 1: Elementos Constitutivos de un Talud



Fuente: Adaptado de Suárez, 1998.

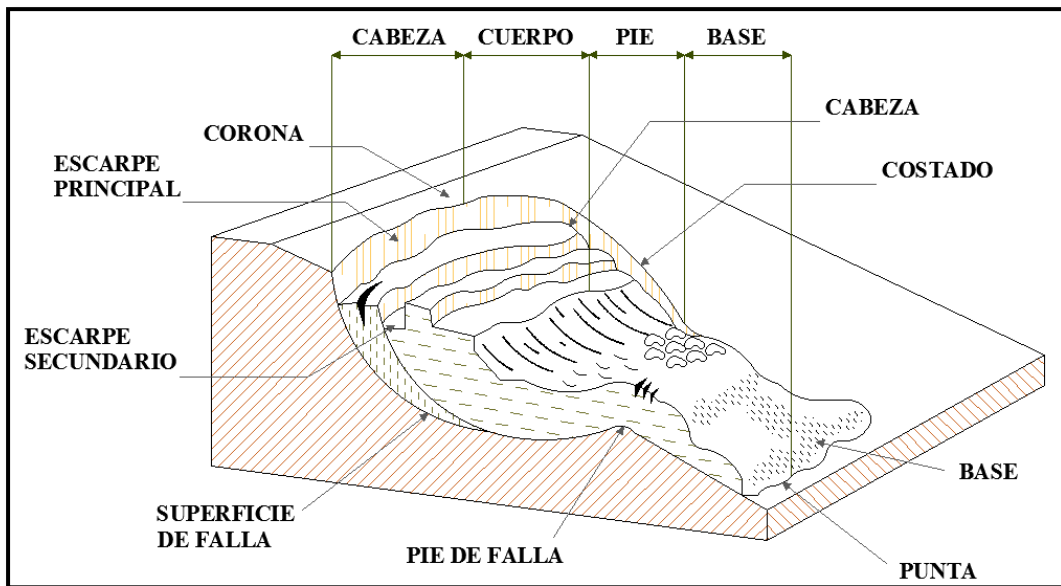
- ❖ **Altura:** Distancia perpendicular entre el pie y la cabeza, esta queda bien determinada en taludes artificiales, pero es difícil clarificarla en laderas ya que topográficamente no están bien marcados por lo accidentado de terreno.
- ❖ **Pie:** Corresponde al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte inferior.
- ❖ **Cabeza o Escarpe:** Sitio de cambio brusco de pendiente en la parte superior.
- ❖ **Nivel Freático:** Corresponde a la distancia vertical desde el pie del talud o ladera hasta el nivel de agua medida debajo de la cabeza.
- ❖ **Pendiente:** Es la medida de la inclinación de la superficie del talud o ladera. Esta cuantificación puede estar en grados, porcentaje o en cociente $m/1$, siendo m la distancia horizontal por cada unidad vertical.

II.2.3. ELEMENTOS PRINCIPALES DEL PROCESO DE MOVIMIENTO

La geotecnia en taludes y laderas, concierne en su mayoría, a masas de materiales: rocas, suelos naturales, rellenos o la combinación de ellos; materiales que se mueven hacia afuera y hacia abajo (Suárez, 1998).

Suárez (1998) indica que, al producirse estas acciones a lo largo de la superficie de falla, se puede agrupar en movimientos en masa, por erosión, flujos o por caída libre.

Figura 2: Partes en el Proceso de Deslizamientos de un Talud



Fuente: Adaptado de Suárez, 1998.

A continuación, se describe las partes típicas de un deslizamiento o movimiento en masa tal como se muestra en la Figura 2.

- ❖ **Escarpe Principal:** Se define como la superficie más inclinada a lo largo de la sección en movimiento, que se genera por el desplazamiento de la masa de suelo hacia fuera del terreno original.
- ❖ **Escarpe Secundario:** Se conceptúa como una superficie muy inclinada producida por desplazamientos diferenciales dentro de la masa que se mueve.

- ❖ **Cabeza:** Son las partes superiores del material que se mueve a lo largo del contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.
- ❖ **Cima:** Viene a ser el punto más alto del contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.
- ❖ **Corona:** Se la entiende como el material posicionado aún en el sitio, próximo al escarpe principal, sin que haya sufrido alteración del movimiento.
- ❖ **Superficie de Falla:** Viene a ser la superficie limitante entre el material desplazado y el que no. La masa de suelo situada por debajo de la superficie de rotura no se mueve.
- ❖ **Pie de la Superficie de Falla:** Se define como la interceptación entre la superficie original del terreno con la superficie de rotura.
- ❖ **Base:** Área cubierta por el material perturbado abajo del pie de la superficie de falla".
- ❖ **Punta o Uña:** Punto más distante en la base, referenciado desde la cima.
- ❖ **Costado o Flanco:** Parte o perfil lateral del movimiento.
- ❖ **Derecha e Izquierda:** Se utiliza para la descripción de un deslizamiento, de no usarse una orientación geográfica. Al utilizar la derecha o izquierda debe emplearse estos términos, observando desde la corona hacia el pie del talud.

II.2.4. MECANISMO DE LOS MOVIMIENTOS

II.2.4.1 DESLIZAMIENTO

De acuerdo con lo que Suárez (1998) menciona, es un movimiento que se origina por corte a lo largo de una o varias superficies de falla, pudiendo darse simultáneamente o progresivamente a través de ellas. Pueden diferenciarse deslizamientos rotacionales y deslizamientos traslacionales o planares, siendo esta distinción fundamental para elegir el sistema de análisis y estabilización.

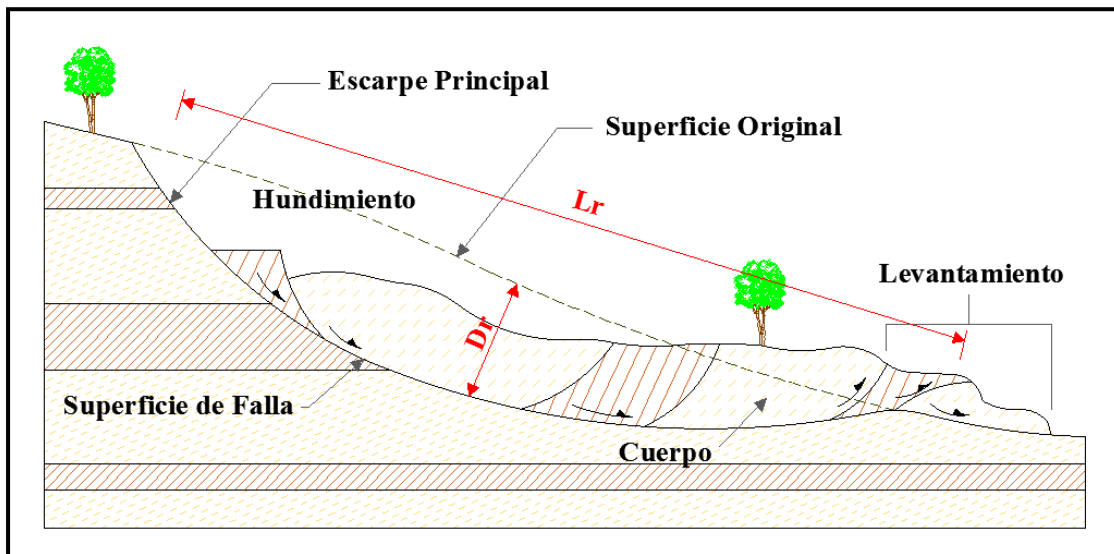
II.2.4.1.1 DESLIZAMIENTO ROTACIONAL

En Suárez (1998) se establece que, en estos deslizamientos, la superficie de rotura forma una curva cuyo centro de giro está por sobre el centro de gravedad de la masa que se desplaza. Se pueden notar agrietamientos concéntricos y cóncavos en la dirección del movimiento.

Los resultados en el talud, una vez producido el deslizamiento, es una nueva superficie de perfil cóncavo en forma de cuchara. El desplazamiento es aparentemente vertical en la cabeza y tiene muy poca rotación. En su mayoría, estos movimientos, se generan en materiales de suelos homogéneos (naturales o artificiales), residuales donde la resistencia al corte de los materiales aumenta con la profundidad (Suárez, 1998).

Skempton y Hutchinson (1969) añaden que, para los deslizamientos rotacionales, los suelos usualmente presentan un cociente D_r/L_r entre valores de 0.15 y 0.33, como se ilustra en la Figura 3, siendo D_r la profundidad de la superficie de falla y L_r la longitud de dicha superficie.

Figura 3: Deslizamiento Rotacional



Fuente: Adaptado de Suárez, 1998.

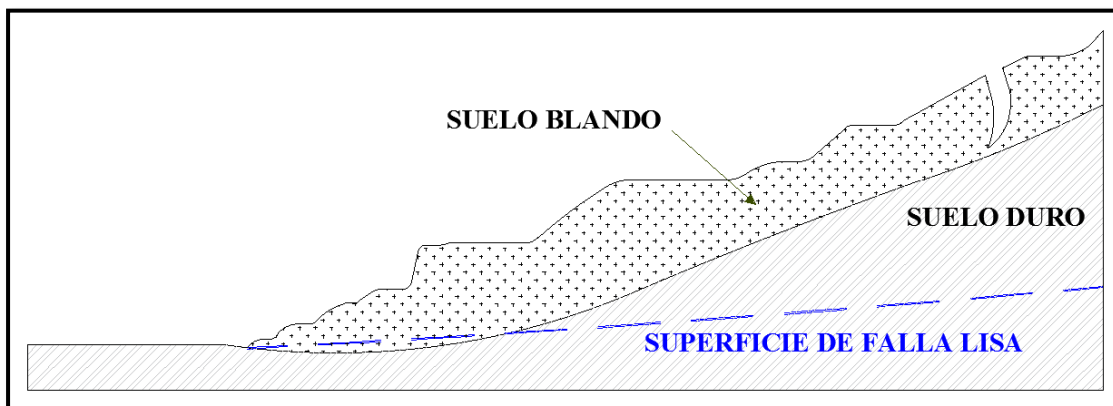
II.2.4.1.2 DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL

En estos deslizamientos, refiere Suárez (1998), la masa se traslada a lo largo de una superficie relativamente plana o muy poco ondulada, sin presencia de rotación o volteo. Una diferencia fundamental respecto con el desplazamiento rotacional, es, que su movimiento puede darse indefinidamente ladera abajo, en cambio, el deslizamiento rotacional tiende a auto estabilizarse.

Dentro de las causas tenemos fallas, juntas, planos de estratificación y zonas de cambio de estado de meteorización, o por contacto entre roca y materiales blandos o coluviales: tal como se aprecia en la Figura 4, (Suárez, 1998).

Skempton y Hutchinson (1969) mencionan que los movimientos de deslizamiento traslacional presentan valores menores a 0.1 en la relación D_r/L_r .

Figura 4: Deslizamiento Traslacional

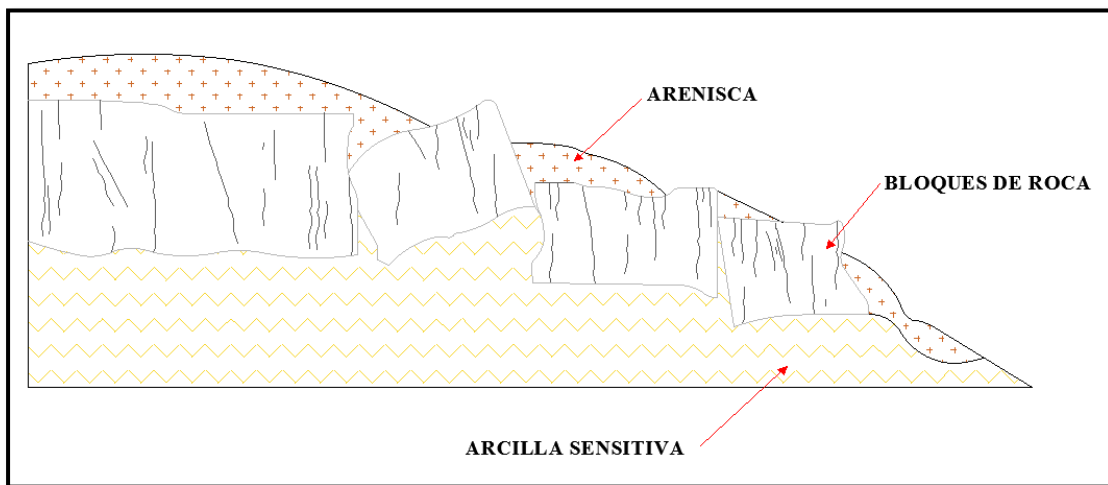


Fuente: Adaptado de Suárez, 1998.

II.2.4.1.3 ESPARCIMIENTO LATERAL

Podemos puntualizar tal como describe Suárez (1998), que su movimiento dominante es la extensión lateral producidos por fracturas de corte o tensión. Ocurren en masas de roca sobre suelos plásticos y finos, tales como arcillas y limos; suelos sensitivos que pierden gran parte de su resistencia al remodelarse; así como se observa en la Figura 5. Son movimientos extremadamente lentos y de compleja caracterización. Comunes en zonas de sedimentos glaciales y marinos, pero no característicos de suelos tropicales residuales.

Figura 5: Esquema de un Esparcimiento Lateral



Fuente: Adaptado de Suárez, 1998.

II.2.5. ESFUERZO Y RESISTENCIA AL CORTANTE EN LOS SUELOS

Suárez (1998) nos explica que un esfuerzo cortante viene dado por la fuerza interna que se produce en el suelo, como una reacción a la fuerza cortante, ejerciéndose tangencialmente sobre la superficie en la que se desarrolla. En tanto, la resistencia al esfuerzo cortante se entiende como la tensión en el área de corte y en el instante de falla.

El esfuerzo cortante es una fuerza interna que desarrolla el suelo, en respuesta a una fuerza cortante, y que es tangencial a la superficie sobre la que actúa. En cambio, la resistencia al esfuerzo cortante es la tensión que se desarrolla en el plano de corte y en el momento de la falla (Suárez Díaz, 1998).

Los suelos que fallan por corte se ajustan a las teorías de fricción y cohesión ampliamente utilizadas, de este modo es que se emplea la ecuación generalizada de Coulomb (fórmula 2.1 y 2.2) para estos casos.

$$\tau = c' + (\sigma - \mu) \tan \varphi' \text{ (Para suelos saturados)} \quad (2.1)$$

$$\tau = c' + (\sigma - \mu) \tan \varphi' + (\mu - \mu_a) \tan \varphi'' \text{ (Para suelos parcialmente saturados)} \quad (2.2)$$

Donde:

τ = Esfuerzo de resistencia al corte

c' = Cohesión efectiva

σ = Esfuerzo normal total

μ = Presión de agua intersticial

μ_a = Presión del aire intersticial

φ' = Angulo de fricción interna del material

φ'' = Angulo de fricción del material no saturado.

Así mismo, para que la ecuación de Coulomb que definida, se tiene que determinar el ángulo de fricción y la cohesión del suelo, siendo estas propiedades intrínsecas del suelo, las mismas que se pueden establecer a partir de ensayos de laboratorio

Debido a que la presencia del agua disminuye el valor de la resistencia en el suelo, dependiendo de las presiones internas o de poros de acuerdo a la ecuación de Coulomb, en la cual el factor μ está restando al valor de la presión normal. A la presión que resulta se le denomina presión efectiva σ' (Suárez, 1998).

$$\sigma' = \sigma - \mu \text{ (Presión efectiva)}$$

φ' = Ángulo de fricción para presiones efectivas.

c' = Cohesión para presiones efectivas

II.2.5.1 ÁNGULO DE FRICCIÓN

Matemáticamente viene expresado por el coeficiente de rozamiento, este a su vez obedece a la fórmula 2.3.

$$\text{Coeficiente de Rozamiento} = \tan \varphi \quad (2.3)$$

Suárez (1998) recalca que este valor puede verse influenciado por una amplia gama de factores, entre los principales están los que se detallan a continuación:

- El material mineral que compone las partículas.
- La dimensión de las partículas. A mayor dimensión en las partículas, mayor es φ .
- El perfil de los granos o partículas, φ es mayor para partículas angulosas.
- El reparto o distribución de los tamaños de granos o partículas. Para suelos bien gradados, φ es mayor que el valor para suelos uniformes.
- Densidad.
- Propiedades de permeabilidad o drenaje.
- Presión confinamiento.
- Presión de preconsolidación.

Existen valores característicos para determinados tipos de suelos (Figura 6), tal es así que producto de investigaciones se establecen valores típicos del ángulo de fricción para algunos suelos granulares. (Braja M, 2001)

Figura 6: Ángulo de Fricción para algunos Tipos de Suelo

Tipo de suelo	ϕ (grados)
<i>Arena: granos redondeados</i>	
Suelta	27-30
Media	30-35
Densa	35-38
<i>Arena: granos angulares</i>	
Suelta	30-35
Media	35-40
Densa	40-45
<i>Grava con algo de arena</i>	34-48
<i>Limos</i>	26-35

Fuente: Braja, 2001

II.2.5.2 COHESIÓN

De acuerdo con Suárez (1998), la cohesión es un valor numérico que nos indica la cementación o adherencia entre las partículas de un determinado suelo. Para la mecánica de suelos esta medida explica la resistencia al cortante entre las partículas. Suelos en cuya configuración no se encuentra ningún material cementante o adherente, como es el caso de los suelos eminentemente granulares, la cohesión se deduce que es igual a cero, definiendo a estos suelos como suelos friccionantes o no cohesivos.

II.2.5.3 ESFUERZO EFECTIVO

Para una masa de suelo saturado, se distinguen dos fases: una sólida formada por las partículas (esqueleto) y otra fase líquida, formada por los poros llenos de agua. De esta forma el esfuerzo impuesto sobre el suelo es absorbida por el esqueleto y la presión de poros en el agua (Suárez, 1998).

Los esfuerzos en la fase sólida solamente, corresponden al esfuerzo efectivo, y el que soporta la fase líquida son denominados presión de poros. Son los esfuerzos efectivos los que gobiernan el comportamiento del suelo y no los esfuerzos totales (Suárez, 1998).

II.2.5.3.1 RESISTENCIA MÁXIMA O RESISTENCIA PICO

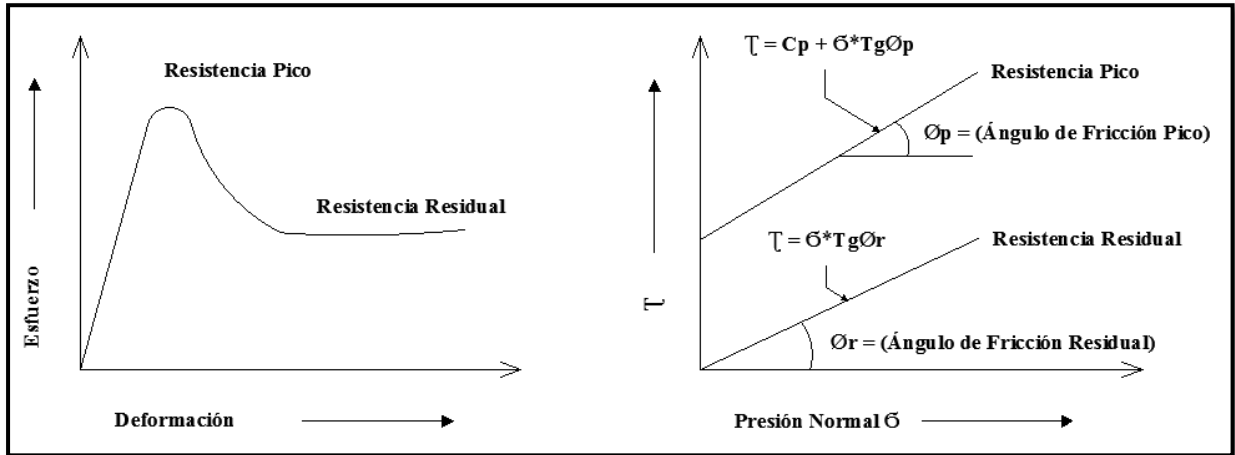
Suárez (1998) plantea que al modelo de la curva esfuerzo-deformación (Figura 7) de un material que aún no ha fallado, la resistencia al corte máximo o resistencia pico le corresponde al punto más alto en dicha curva

II.2.5.3.2 RESISTENCIA RESIDUAL

Según la información que podemos encontrar en Suárez (1998), dícese de la resistencia al corte de un material que ya ha presentado una falla previa. En arcilla sobre consolidadas, la resistencia al corte corresponde al valor de la resistencia residual. Para suelos dúctiles la resistencia pico es similar a la resistencia residual. En tanto en suelos frágiles, una vez ocurrida la falla, la resistencia pico disminuye alcanzando una resistencia residual.

La pérdida de la resistencia que se evidencia entre la resistencia pico y a residual está dada por el remoldeo de las partículas. Esto ocasiona una disminución de la cohesión, no obstante, el ángulo de fricción no es afectado de manera sustancial, tal como se puede apreciar en la Figura 7 (Suárez, 1998).

Figura 7: Resistencia Pico y Resistencia Residual



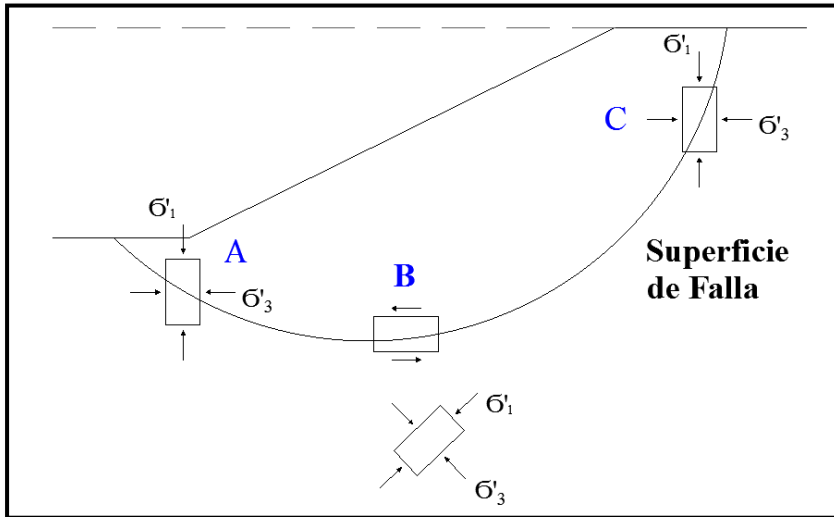
Fuente: Adaptado de Suárez, 1998.

II.2.5.3.3 CÍRCULO DE MOHR

Suárez (1998) muestra que los resultados de los ensayos de corte llevado a cabo en suelos, se los suele representar en el diagrama de Mohr. La envolvente de los círculos de Mohr reproduce el estado de los esfuerzos en el momento de ocurrencia de la falla por cortante.

Suárez (1998) explica que, mediante un análisis bidimensional, los esfuerzos centrados en un punto pueden ser idealizados por un componente infinitamente pequeño impuesto a esfuerzos σ_x , σ_y , y τ_{xy} . Al trasladar estos esfuerzos a un sistema de coordenadas $\tau - \sigma$, es posible graficar el círculo de esfuerzos de Mohr. En este gráfico se pueden distinguir los valores de σ máximo (σ_1) y σ mínimo (σ_3), que son los esfuerzos principales. El esfuerzo σ_1 es vertical en la parte superior de la falla y horizontal en la parte inferior (Figura 8).

Figura 8: Dirección de Esfuerzos Principales según Dirección de Falla



Fuente: Adaptado de Suárez, 1998.

Envolvente de Falla

Extrayendo lo que sustenta Suárez (1998) podemos afirmar que, "los puntos de la envolvente de falla corresponden a los esfuerzos que producen falla al cortante. Los esfuerzos por encima de la envolvente de falla, no pueden existir". Esta envolvente se ajusta normalmente a una línea curva que se ciñe a ecuación 2.4.

$$s = A * (\sigma')^b \quad (2.4)$$

Donde:

s = Resistencia al cortante

σ' = Esfuerzo normal efectivo

A y b = Constantes

Esta curva puede aproximarse cercanamente a una recta (Figura 9), en un rango seleccionado de esfuerzos. Dicha práctica está generalizada dentro de la ingeniería.

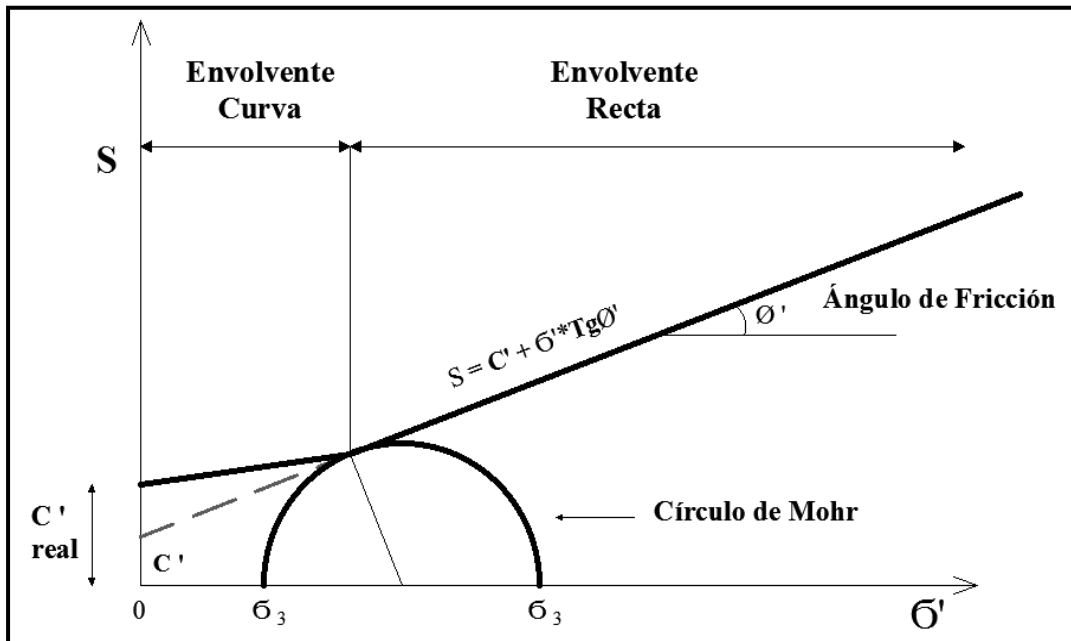
$$s = c' + \sigma' \tan \varphi' \quad (2.5)$$

Donde:

c' = Intercepto del eje de resistencia (cohesión)

φ' = Pendiente de la envolvente (ángulo de fricción).

Figura 9: Envolvente de Falla y Círculo de Mohr



Fuente: Adaptado de Suárez, 1998.

II.2.6. ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE

En el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (2018), en el ítem correspondiente a Taludes (304.10), se señala que la inclinación que se le debe proporcionar al talud de corte dependerá de las características geomecánicas del terreno, su altura, inclinación y otros; que se obtienen de estudios topográficos, de suelos o geológicos, teniendo en cuenta la naturaleza del drenaje superficial y subterráneo.

En el mismo apartado se indican valores referenciales de la pendiente para taludes en zonas de corte, teniendo como referencia el material del que están compuestos (Tabla 2).

Tabla 2: Valores Referenciales para Taludes en Corte (Relación H:V)

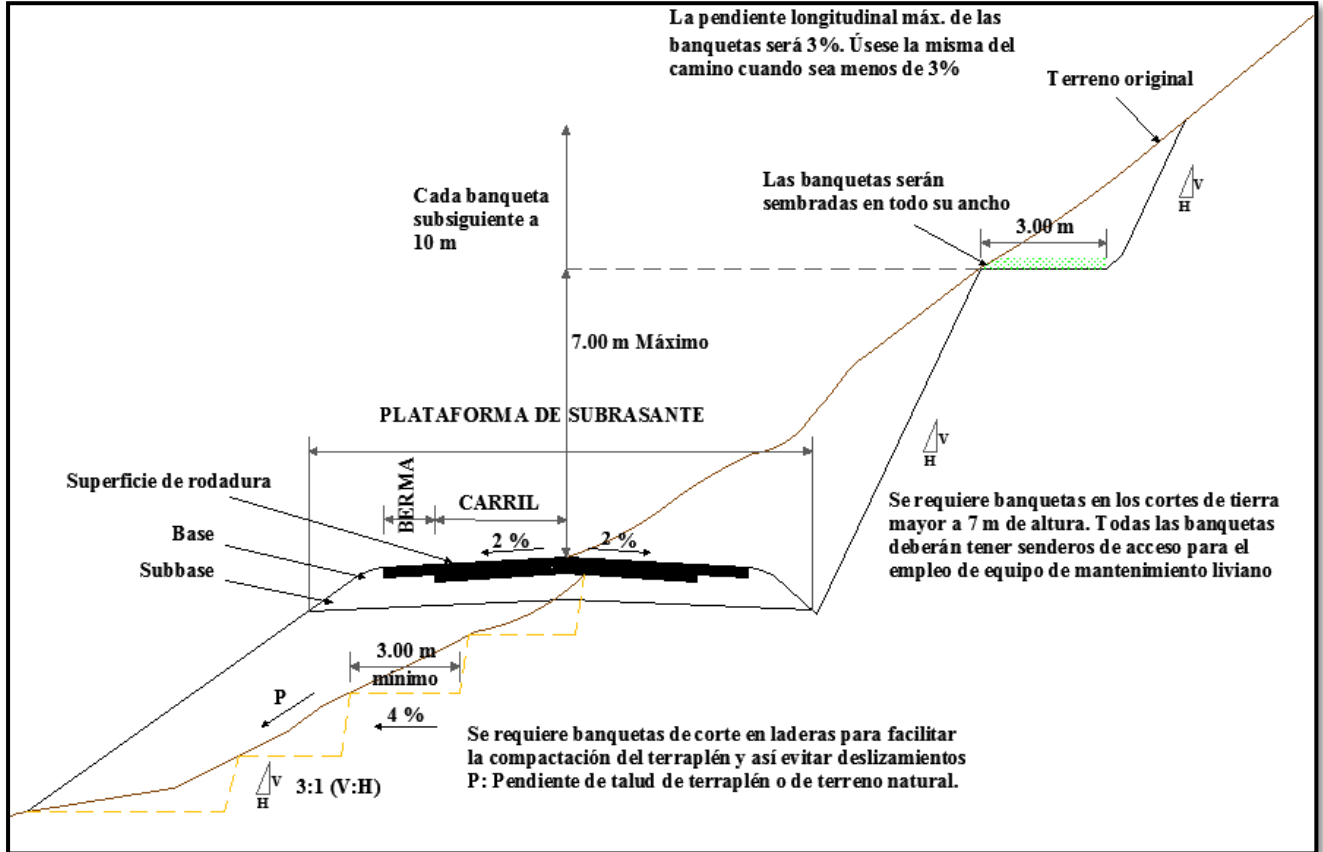
Clasificación de Materiales de Corte	Roca Fija	Roca Suelta	Material		
			Grava	Limo Arcilloso o Arcilla	Arenas
Altura de Corte < 5 m	1 : 10	1 : 6 - 1 : 4	1 : 1 - 1 : 3	1 : 1	2 : 1
5 - 10 m	1 : 10	1 : 4 - 1 : 2	1 : 1	1 : 1	*
> 10 m	1 : 8	1 : 2	*	*	*

(*) Requerimiento de Banquetas y/o Estudio de Estabilidad

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 (2018)

Asimismo, ilustra una sección típica en tangente a media ladera en la cual se establece algunas directrices para la configuración del talud de corte (Figura 11).

Figura 10: Sección Transversal Típica en Tangente



Fuente: Adaptado Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG, 2018

II.2.6.1 FACTOR DE SEGURIDAD

El factor de seguridad expresa la relación entre las fuerzas resistentes del terreno y las desestabilizadoras. Valores de FS superiores o iguales a 1.5 indican condiciones estables, y valores menores a 1.5 indican condiciones inestables.

Tabla 3: Factor de Seguridad según Normativa

NORMA	Talud Temporal	Talud Permanente
<i>AASHTO LRFD</i>	1.33 - 1.53	1.33 - 1.53
<i>CE.020</i>	-	1.50

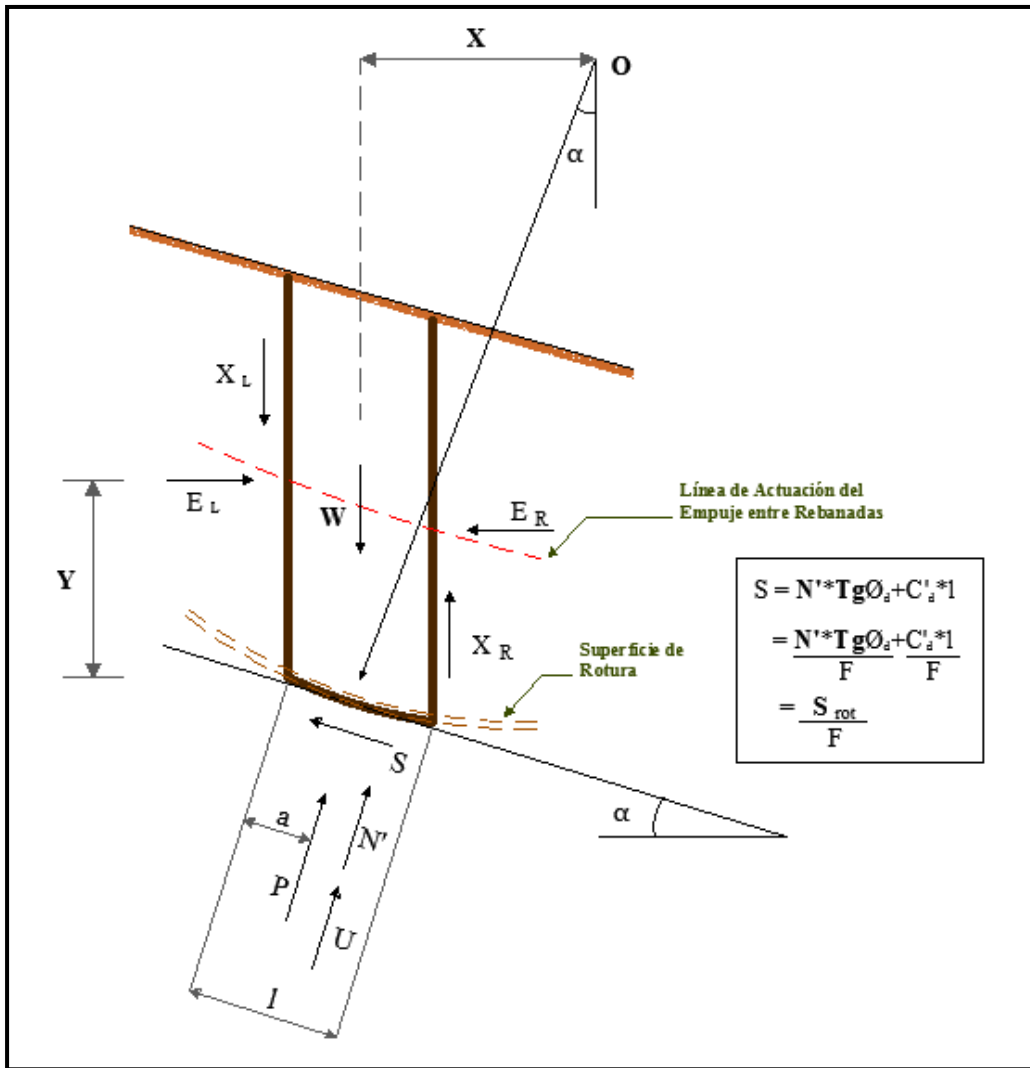
Fuente: Valiente et al.,2015

II.2.7. MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO

Bishop y Morgenstern (1960) crearon un método de rebanadas, en el que se aceptan las siguientes hipótesis:

- Se asume una superficie de rotura de forma circular.
- El volumen o masa a deslizarse se las fracciona n rebanas o bloques verticales.
- Se establece el equilibrio de momentos de las fuerzas actuantes en cada rebanada respecto el centro del círculo.
- Impuesta la condición de equilibrio en cada rebanada para las fuerzas verticales, se consigue las fuerzas N perpendiculares a superficie de falla; las que se sustituyen en la ecuación resultante del equilibrio de momento.
- El Método de Bishop Simplificado no toma en cuenta las tensiones tangenciales que ocurran entre rebanadas. Pero si considera las normales.

Figura 11: Fuerzas Actuantes sobre Rebanada



Fuente: Adaptado de Bishop y Morgenstem, 1960

El equilibrio global de momentos exige:

$$\sum S * r = \sum W * x = \sum W * r * \text{Sen}\varphi' \quad (2.6)$$

Pero S , que es el esfuerzo total de corte movilizado en la base, está relacionado con el factor de seguridad mediante:

$$S = \frac{c' * l + N' * \text{Tg}\varphi'}{F} \quad (2.7)$$

Sustituyendo (2.7) en (2.6) y despejando F se obtiene

$$F = \frac{\Sigma(c' * l + N' * Tg\phi')}{\Sigma(W * Sen\alpha)} \quad (2.8)$$

En esta expresión N' es desconocido. Bishop obtuvo N' a través de la condición de equilibrio vertical de fuerzas de cada rebanada:

$$W + \Delta X = S * Sen\alpha + N' * Cos\alpha + U * Cos\alpha \quad (2.9)$$

Sustituyendo S por su valor en (2.9) y despejando N' se obtiene:

$$N' = \frac{W + \Delta X - \left(\frac{c' * l * Sen\alpha}{F} + U * Cos\alpha \right)}{Cos\alpha + \frac{Tg\phi' * Sen\alpha}{F}} \quad (2.10)$$

y el Factor de Seguridad (2.8) se convierte en

$$F = \frac{\Sigma \frac{c' * x + Tg\phi' * (W - U * Cos\alpha + \Delta X)}{Cos\alpha * \left(1 + Tg\alpha * \frac{Tg\phi'}{F} \right)}}{\Sigma W * Sen\alpha} \quad (2.11)$$

Para resolver el problema hay que hacer hipótesis acerca de la distribución de ΔX . Bishop encontró que F era poco sensible a estas hipótesis y recomendó usar $\Delta X = 0$. Este es el llamado método de Bishop simplificado. Se obtiene la expresión siguiente para el factor de seguridad:

$$F = \frac{\Sigma [c' * x + (W - U * Cos\alpha) * Tg\phi'] * M(\alpha)}{\Sigma W * Sen\alpha} \quad (2.12)$$

Con

$$M(\alpha) = \frac{1}{Cos\alpha * \left[1 + \frac{Tg\alpha * Tg\phi'}{F} \right]} \quad (2.13)$$

A la solución se llega partiendo de un F hipotético e iterando hasta la convergencia, lo que generalmente se alcanza en muy pocas iteraciones.

II.2.8. SOFTWARE SLIDE

El Ilustre Colegio de Geólogos-España (2016), nos precisa que Slide es un software de análisis de Estabilidad de Taludes en 2D que utiliza métodos de equilibrio límite para el cálculo de la estabilidad. Su ámbito de aplicación en minería y obra civil es muy variado, permitiendo evaluar un gran número de problemáticas geotécnicas, tales como estabilidad de terraplenes, presas, taludes, efectos de cargas externas, sísmicas, eficiencia de elementos de refuerzo, etc.

Incluye análisis de agua subterránea por elementos finitos en estado estacionario, e integra capacidades de análisis de sensibilidad, probabilísticos y análisis retrospectivos.

Es un software potente y flexible desarrollado por Rocscience, empresa puntera a nivel mundial en modelización geotécnica.

II.2.9. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO POR POLIGONAL ABIERTA

Torres y Villate (2000) indican que el procedimiento de un Levantamiento Topográfico por el Método de Poligonal Abierta, está mayormente orientado a vías terrestres, el cual se basa en hacer estaciones sucesivas a lo largo de una línea quebrada. Describe este método conforme a las siguientes pautas:

Cálculo del Error Angular

El error angular se halla por la diferencia entre el azimut de llegada de campo, y el azimut de llegada teórico que se determina a partir de una base final con coordenadas conocidas. Para calcular los azimuts en cada vértice, se halla el azimut de partida desde una base inicial de coordenadas conocidas; a este, se suma el siguiente ángulo interno (en cada vértice de la poligonal), pero primero se debe invertir el azimut antes hallado y para esto solamente tenemos que sumar o restar 180 grados (dependiendo del cuadrante) o simplemente viendo de que nuestra suma no pase los 360 grados. Realizando sucesivamente esta operación se llega a calcular el azimut de llegada, el cual se restará del azimut teórico. Este resultado representa el error angular.

El error angular se procede a repartir entre el número de vértices de la poligonal y se le sumará o restará a cada uno de estos vértices dependiendo si nuestro error haya sido mayor o menor al dato teórico.

Cálculo de las Proyecciones

Para calcular las proyecciones debemos de recordar que están en función del azimut y la distancia horizontal, es por esta razón que primero se compensa los ángulos y los azimuts. Para hallar las proyecciones de cada vértice tenemos en el caso del norte, es igual al coseno del azimut por la distancia horizontal, y, para el caso del este, igual al seno del azimut por la distancia horizontal.

Cálculo del Error Lineal

La suma de las proyecciones sobre el eje norte-sur debe ser igual a la diferencia entre las coordenadas norte de los puntos de control inicial y final; y la suma de las proyecciones sobre el eje este-oeste debe ser igual a la diferencia entre las coordenadas este de los puntos de control inicial y final. Cuando estas condiciones no se cumplen, evidencian la existencia de error lineal.

Compensación del Error Lineal

Las proyecciones se corrigen proporcionalmente a la longitud de los lados, es decir, la diferencia entre coordenadas este o norte, multiplicado por la longitud de cada tramo de la poligonal, entre la longitud total de la poligonal. Una vez compensada las proyecciones, se procede al cálculo de las coordenadas de cada uno de los vértices. Teniendo como punto de partida las coordenadas de la estación inicial, se le sumará la proyección antes calculada para este vértice. Luego para el cálculo del segundo vértice se procede de la misma manera, es decir se le sumará la proyección correspondiente a este punto más la coordenada recién calculada, así sucesivamente hasta calcular todos los vértices.

II.3. DEFINICIONES

Ángulo de fricción: Es una propiedad de algunos materiales, entendido como el máximo ángulo posible para la pendiente de un conjunto (masa) de dicho material, está representado matemáticamente como el coeficiente de rozamiento.

Cohesión: Cuantificación de la adherencia entre las partículas del suelo, y es una de las propiedades que proporciona la resistencia al cortante.

Talud: Superficie que presenta una inclinación con referencia a una horizontal.

Talud de corte: Talud en cuyo origen ha existido la intervención humana, quien ejecuta una excavación en la configuración del terreno.

Estabilidad de un talud: Es la seguridad que ofrece la masa térrea del talud ante la ocurrencia del desprendimiento o movimiento de esta.

Grado de estabilidad de un talud: Es el valor del factor de seguridad y resulta del cociente entre las fuerzas que colaboran con la estabilidad del talud y aquellas que propician el movimiento.

Falla de un talud: Cuando se produce una superficie de rotura en el talud. La masa del terreno por encima de esta superficie se desplaza hacia afuera y hacia abajo.

Calicata: Perforación que se excava en el terreno, para poder identificar los estratos del suelo a distintas profundidades, del que se extraen muestras para su posterior análisis de sus propiedades.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

III.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

III.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA

País : Perú

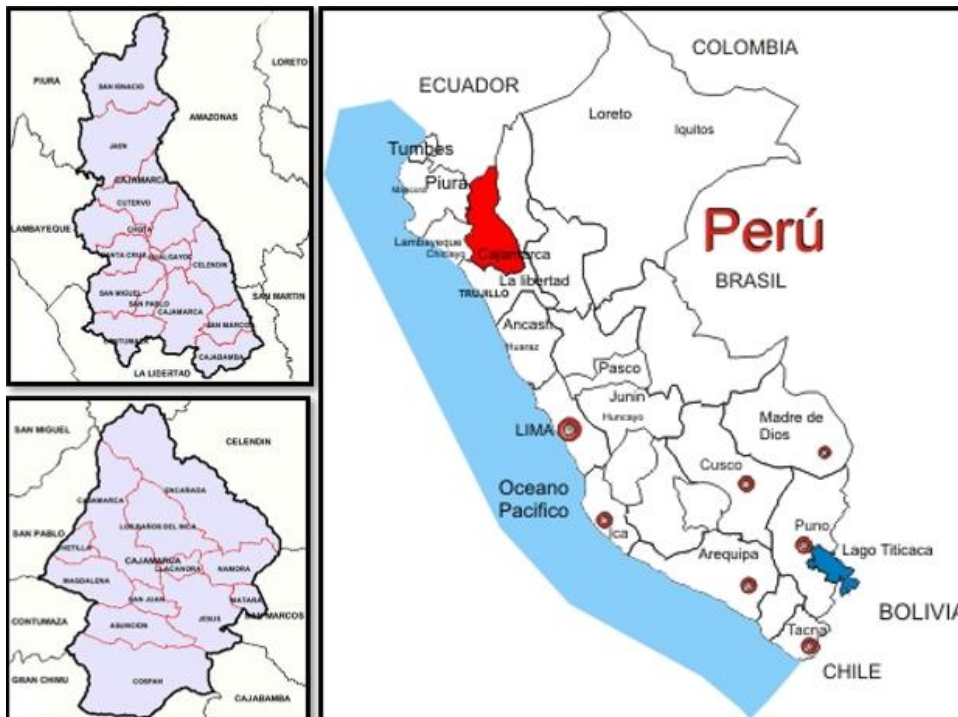
Departamento : Cajamarca

Provincia : Cajamarca

Distrito (s) : Baños del Inca – La Encañada

Zona de Estudio : Carretera que une los centros poblados Otuzco – Combayo, tramo: km 02+500 – km 06

Figura 12: Izquierda Superior: Mapa Departamental de Cajamarca. Izquierda Inferior: Mapa Provincial de Cajamarca. Derecha: Ubicación de Cajamarca dentro del País.



Fuente: Adaptado de Gualberto Valderrama, C.,2005.

Figura 13: Ubicación tramo km 02+500 – km 06 de la Carretera C.P. Otuzco – C.P. Combayo



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

III.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

En la Tabla 4, se muestra los componentes básicos que definen la ubicación geográfica del tramo en estudio.

Tabla 4: Ubicación Geográfica del Tramo en Estudio

PUNTO	ZONA 17S / DATUM WGS84			COORDENADAS UTM		
	COORDENADAS GEOGRÁFICAS			COORDENADAS UTM		
	LATITUD (ϕ)	LONGITUD (λ)	ALTITUD	ESTE	NORTE	ALTITUD
Inicial	7° 6'32.29"S	78°25'26.92"O	2811 m	784533.57 m	9213413.665 m	2811 m
Final	7° 5'30.51"S	78°24'11.61"O	2851 m	786856.642 m	9215299.497 m	2851 m

Fuente: Elaboración Propia

III.1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se desarrolló en la carretera que une los centros poblados de Otuzco en el distrito de Baños del Inca, y Combayo en el distrito de La Encañada, ambos en la provincia de Cajamarca, en el tramo comprendido entre el km 02+500 y el km 06. La investigación se realizó entre el periodo comprendido a partir del mes de febrero del año 2019 hasta el mes de junio del año 2021. En esta investigación, se evaluó el grado de estabilidad en el talud de corte de la carretera que une los centros poblados de Otuzco y Combayo, en el tramo km 02+500 – km 06.

III.2. METODOLOGÍA

III.2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación se enmarca en una tipología Aplicada en cuanto sus objetivos apuntan resolver problemas puntuales. Es también Cuantitativa ya que los datos que se trabajan son susceptibles a ser cuantificados, expresados mediante cantidades numéricas.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, requiere manipular las variables independientes para su análisis, ejerciendo sobre ellas el máximo control, por lo que estamos frente a una investigación de carácter Experimental. Así mismo, por las disciplinas que intervienen, se categoriza como una investigación Interdisciplinaria, pues su campo de desarrollo no excede los límites de la Ingeniería Geotécnica.

La Tabla 5, muestra esta designación según cada criterio:

Tabla 5: Tipificación de la Investigación

CRITERIO	TIPO
Fin que persigue	Aplicada
Datos que analiza	Cuantitativa
Metodología que demuestra la hipótesis	Experimental
Intervención disciplinaria	Interdisciplinaria

Fuente: Elaboración Propia

III.3. PROCEDIMIENTO Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

III.3.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

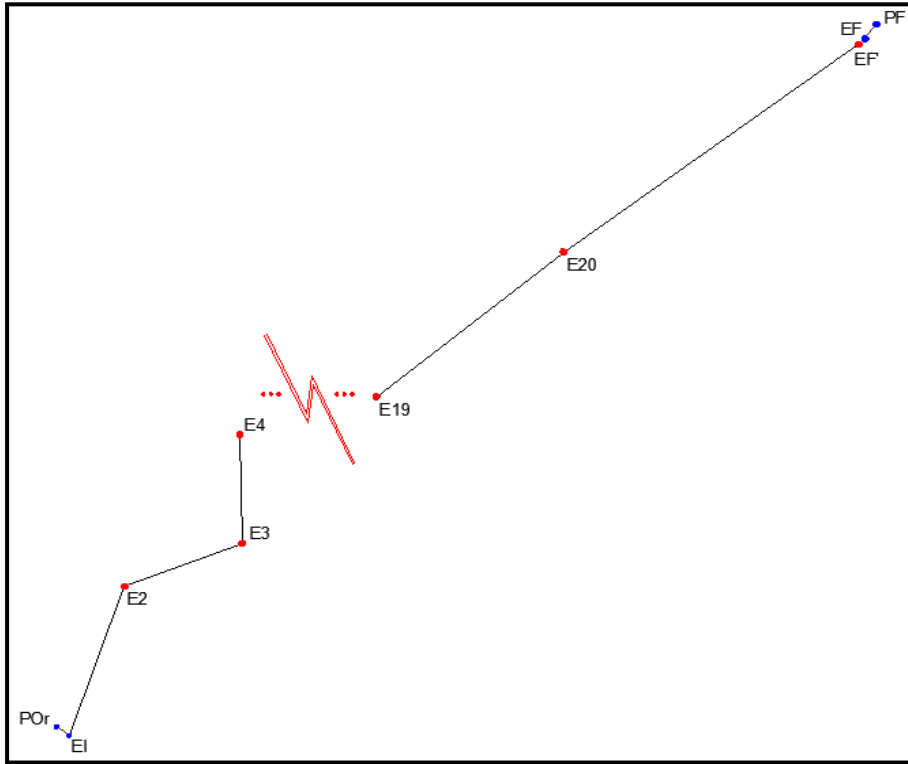
Procedimiento

Identificada la zona de estudio, en una visita previa; realicé el levantamiento topográfico utilizando una Estación Total Leica TS02. Iniciando el trabajo, metros antes del km 02+500, y finalizando el mismo, algunos metros más allá del km 06+000.

Realicé este levantamiento topográfico utilizando el método de Poligonal Abierta, siguiendo los pasos que a continuación detallo:

1. Determiné las coordenadas UTM de cuatro (04) puntos, con un GPS Garmin ETREX 10. Dos de estos al inicio del tramo (km 02+500) y los otros dos al final (km 06+000). De esta manera aseguré la obtención de un azimut inicial y un azimut final.
2. Utilicé el punto EI para mi primera estación, orientando el equipo hacia el punto Por. Luego empecé a radiar los puntos de interés hasta donde la visual me lo permitió.
3. Para continuar con el levantamiento topográfico fue necesario realizar cambios de estación, para esto tomé y marqué (en el terreno) un punto que correspondería a la siguiente estación. Estacionado ya el equipo en este punto marcado, lo orientaría con el punto de la estación anterior.
4. En cada estación radié los puntos de interés para definir el talud de corte, hasta donde me fue accesible, posteriormente, el cambio de estación; reiterando este proceso hasta concluir el levantamiento topográfico en su etapa de campo.
5. Seguidamente descargué la totalidad de los puntos, bajo el formato de texto (.txt), de ellos, para la corrección de la Poligonal Abierta, extraje solo los correspondientes a las estaciones. Este grupo de puntos junto con los obtenidos del GPS, los cargué en el software Civil 3D.

Figura 14: Esquema de la Poligonal Abierta



Fuente: Elaboración Propia

6. Del software obtuve los azimuts de los tramos de la poligonal, así como sus longitudes, y, los ángulos en cada vértice. Con estos datos efectué la corrección de la poligonal, como sigue:

a. Determiné la diferencia de azimuts entre los segmentos $\overline{EF' - PF}$ y $\overline{EF - PF}$, y luego dividí esta diferencia entre el número de vértices que son veintiuno (21); este valor se compensó restando de manera acumulativa en cada lado de la poligonal.

Tabla 6: Valor de compensación-Poligonal Abierta

LADO		AZIMUT
EF'	PF	39° 00' 45.10 "
EF	PF	34° 28' 4.66 "
Diferencia		04° 32' 40.44 "
Compensación Unitaria		00° 12' 59.07 "

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7: Corrección en azimuts-Poligonal Abierta

LADO		Azimut Inicial	Compensación (-)	Azimut Corregido
EI	E2	18° 59' 18.05 "	00° 12' 59.07 "	18° 46' 18.98 "
E2	E3	68° 24' 56.19 "	00° 25' 58.14 "	67° 58' 58.05 "
.
.
.

Fuente: Elaboración Propia

b. Con el valor del azimut corregido y la distancia de los tramos de la poligonal, calculé las proyecciones en el Norte y Este: multiplicando el valor de la longitud por el coseno del azimut para el Norte, y para el Este, el valor de la distancia por el seno del azimut. Luego de esto sumé los valores obtenidos.

Tabla 8: Cálculo de proyecciones-Poligonal Abierta

LADO		Azimut Corregido	Distancia	Proy. X	Proy. Y
EI	E2	18° 46' 18.98 "	153.64	49.44	145.47
E2	E3	67° 58' 58.05 "	114.25	105.92	42.83
.
.
.
E20	EF	48° 26' 17.87 "	335.04	250.69	222.27
			\sum Dist. = 3332.21	\sum Pr. X = 2188.67	\sum Pr. Y = 1966.49

Fuente: Elaboración Propia

c. Por otra parte, determiné la diferencia entre coordenadas Este y Norte, de los puntos EF y EI.

Tabla 9: Diferencia de coordenadas en puntos de control-Poligonal Abierta

ESTACIÓN	ESTE	NORTE
EI	784531.48	9213410.06
EF	786806.14	9215263.36
	2274.66	1853.30

Fuente: Elaboración Propia

d. Luego de ello compensé la diferencia entre los valores determinados en 12 y 11, multiplicando este por cada distancia dividida entre la longitud total de la poligonal. Y son estas proyecciones corregidas las que sume desde las coordenadas iniciales del punto EI, de esta manera obtuve las coordenadas corregidas de los vértices de la poligonal, es decir de las estaciones.

Tabla 10: Cálculo de error longitudinal-Poligonal Abierta

	ESTE	NORTE
$\sum Pr. =$	2188.67	1966.49
EF-EI	2274.66	1853.30
	-85.99	113.19

Fuente: Elaboración Propia

$$\frac{(EF-EI)_{EON} * \overline{E_{I-20}-E_{2-F}}}{\sum Dist.} \quad (3.3.1.1)$$

La totalidad de este procedimiento se adjunta en el Anexo A.

e. Y todos los puntos que corresponden a cada estación, los corregí con la ayuda del software Civil 3D, dada la facilidad que este permite llevando cada estación (junto con los puntos radiados en ella) a su posición correcta, determinada en la poligonal.



Asistido por el software Civil 3D, procesé estos datos obteniendo la superficie, señalando las curvas de nivel, que idealmente contiene el tramo de la carretera que es objeto de esta investigación.

Configurada la superficie, de ella identifiqué y extraje las progresivas correspondientes a los taludes de corte a analizar, guiándome de la elevada pendiente que se visualiza en dichas progresivas.

III.3.2. RECONOCIMIENTO Y DESCRIPCIÓN VISUAL



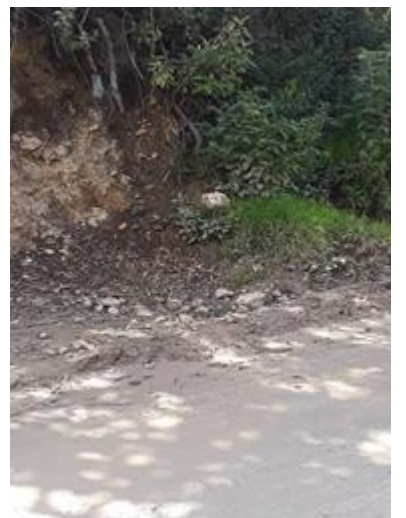
Con la información preliminar obtenida en los planos del estudio topográfico, se realizó una visita a la zona de estudio, en la misma se pudo corroborar y ampliar el registro de aquellas progresivas que corresponden a taludes de corte cuya condición de estabilidad, puede considerarse crítica y requerir un análisis. Este reconocimiento visual obedece a zonas propensas a deslizamientos y otras en las que ya se notaba interrupciones en la vía por la existencia de derrumbes. Todo esto se registró en inventarios que se muestra a continuación a partir del Cuadro N°1 hasta el Cuadro N°6:

Cuadro 1. Descripción visual entre progresivas 02+500 km – 03+040 km

Proyecto: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO – COMBAYO, TRAMO: km 02+500 – km 06		
Progresiva: km 02+500	Progresiva: km 02+530	Progresiva: km 03+040
		
Pendiente Crítica: 66°	Pendiente Crítica: 69°	Pendiente Crítica: 52°
Altura: Mayor a 20m	Altura: Mayor a 30m	Altura: Mayor a 20m
Normativa: El manual de Carreteras-Diseño Geométrico, sugiere el uso de banquetas y/o análisis de estabilidad	Normativa: El manual de Carreteras-Diseño Geométrico, sugiere el uso de banquetas y/o análisis de estabilidad	Normativa: El manual de Carreteras-Diseño Geométrico, sugiere el uso de banquetas y/o análisis de estabilidad
Color: Marrón Pardo	Color: Marrón Pardo	Color: Beige
Descripción: Suelo arenoso, sin mayor presencia de gravas, insuficiente cobertura vegetal para estabilizar, cerca de la zona no se distingue viviendas o similares.	Descripción: Suelo arenoso, sin mayor presencia de gravas, insuficiente cobertura vegetal para estabilizar, cerca de la zona no se distingue viviendas o similares.	Descripción: Suelo arenoso, y gravoso, insuficiente cobertura vegetal para estabilizar, cerca de la zona no se distingue viviendas o similares.

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 2. Descripción visual entre progresivas 03+180 km – 03+470 km

Proyecto: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO – COMBAYO, TRAMO: km 02+500 – km 06		
Progresiva: km 03+180	Progresiva: km 03+248	Progresiva: km 03+470
		
Pendiente Crítica: 49°	Pendiente Crítica: 56°	Pendiente Crítica: 42°
Altura: Mayor a 10m	Altura: Mayor a 10m	Altura: Mayor a 10m
Normativa: El manual de Carreteras-Diseño Geométrico, sugiere el uso de banquetas y/o análisis de estabilidad	Normativa: El manual de Carreteras-Diseño Geométrico, sugiere el uso de banquetas y/o análisis de estabilidad	Normativa: El manual de Carreteras-Diseño Geométrico, sugiere el uso de banquetas y/o análisis de estabilidad
Color: Beige	Color: Beige	Color: Beige
Descripción: Suelo arenoso con gravas angulosas, insuficiente cobertura vegetal para atenuar el deslizamiento, cerca de la zona no se distingue viviendas o similares	Descripción: Suelo arenoso con gravas angulosas, insuficiente cobertura vegetal para atenuar el deslizamiento, cerca de la zona no se distingue viviendas o similares	Descripción: Suelo arenoso con gravas angulosas, insuficiente cobertura vegetal para atenuar el deslizamiento, cerca de la zona no se distingue viviendas o similares.

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 3. Descripción visual entre progresivas 03+785 km – 03+860 km

Proyecto: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO – COMBAYO, TRAMO: km 02+500 – km 06		
Progresiva: km 03+785	Progresiva: km 03+808	Progresiva: km 03+860
		
Pendiente Crítica: 59°	Pendiente Crítica: 74°	Pendiente Crítica: 52°
Altura: Mayor a 20m	Altura: Mayor a 30m	Altura: Mayor a 40m
Normativa: El manual de Carreteras-Diseño Geométrico, sugiere el uso de banquetas y/o análisis de estabilidad	Normativa: El manual de Carreteras-Diseño Geométrico, sugiere el uso de banquetas y/o análisis de estabilidad	Normativa: El manual de Carreteras-Diseño Geométrico, sugiere el uso de banquetas y/o análisis de estabilidad
Color: Beige	Color: Beige	Color: Beige
Descripción: Suelo arenoso con grava angulosa, siendo en mayor proporción las arenas, insuficiente cobertura vegetal para atenuar el deslizamiento, cerca de la zona no se distingue viviendas o similares.	Descripción: Suelo arenoso con grava angulosa, siendo en mayor proporción las arenas, insuficiente cobertura vegetal para atenuar el deslizamiento, cerca de la zona no se distingue viviendas o similares.	Descripción: Suelo arenoso con grava angulosa, siendo en mayor proporción las arenas, insuficiente cobertura vegetal para atenuar el deslizamiento, cerca de la zona no se distingue viviendas o similares.

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 4. Descripción visual entre progresivas 04+170 km – 04+505 km

Proyecto: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO – COMBAYO, TRAMO: km 02+500 – km 06		
Progresiva: km 04+170	Progresiva: km 04+330	Progresiva: km 04+505
		
Pendiente Crítica: 68°	Pendiente Crítica: 53°	Pendiente Crítica: 71°
Altura: Mayor a 50m	Altura: Mayor a 50m	Altura: Mayor a 20m
Normativa: El manual de Carreteras-Diseño Geométrico, sugiere el uso de banquetas y/o análisis de estabilidad	Normativa: El manual de Carreteras-Diseño Geométrico, sugiere el uso de banquetas y/o análisis de estabilidad	Normativa: El manual de Carreteras-Diseño Geométrico, sugiere el uso de banquetas y/o análisis de estabilidad
Color: Beige	Color: Beige	Color: Beige
Descripción: Suelo arenoso con grava angulosa, siendo en mayor proporción las arenas, insuficiente cobertura vegetal para atenuar el deslizamiento, cerca de la zona no se distingue viviendas o similares.	Descripción: Suelo arenoso con grava angulosa, siendo en mayor proporción las arenas, insuficiente cobertura vegetal para atenuar el deslizamiento, cerca de la zona no se distingue viviendas o similares.	Descripción: Suelo arenoso con grava angulosa, siendo en mayor proporción las arenas, insuficiente cobertura vegetal para atenuar el deslizamiento, cerca de la zona no se distingue viviendas o similares.

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 5. Descripción visual entre progresivas 04+540 km – 05+080 km

Proyecto: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO – COMBAYO, TRAMO: km 02+500 – km 06		
Progresiva: km 04+540	Progresiva: km 04+855	Progresiva: km 05+080
		
Pendiente Crítica: 60°	Pendiente Crítica: 66°	Pendiente Crítica: 64°
Altura: Mayor a 20m	Altura: Mayor a 30m	Altura: Mayor a 20m
Normativa: El manual de Carreteras-Diseño Geométrico, sugiere el uso de banquetas y/o análisis de estabilidad	Normativa: El manual de Carreteras-Diseño Geométrico, sugiere el uso de banquetas y/o análisis de estabilidad	Normativa: El manual de Carreteras-Diseño Geométrico, sugiere el uso de banquetas y/o análisis de estabilidad
Color: Beige	Color: Marrón Café	Color: Marrón Café
Descripción: Suelo arenoso con grava angulosa, insuficiente cobertura vegetal para atenuar el deslizamiento, cerca de la zona no se distingue viviendas o similares.	Descripción: Suelo arenoso con grava angulosa, insuficiente cobertura vegetal para atenuar el deslizamiento, cerca de la zona no se distingue viviendas o similares.	Descripción: Suelo arenoso con grava angulosa, insuficiente cobertura vegetal para atenuar el deslizamiento, cerca de la zona no se distingue viviendas o similares.

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 6. Descripción visual entre progresivas 05+600 km – 05+940 km

Proyecto: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO – COMBAYO, TRAMO: km 02+500 – km 06		
Progresiva: km 05+600	Progresiva: km 05+700	Progresiva: km 05+940
		
Pendiente Crítica: 47°	Pendiente Crítica: 48°	Pendiente Crítica: 33°
Altura: Mayor a 30m	Altura: Mayor a 30m	Altura: Mayor a 20m
Normativa: El manual de Carreteras-Diseño Geométrico, sugiere el uso de banquetas y/o análisis de estabilidad	Normativa: El manual de Carreteras-Diseño Geométrico, sugiere el uso de banquetas y/o análisis de estabilidad	Normativa: El manual de Carreteras-Diseño Geométrico, sugiere el uso de banquetas y/o análisis de estabilidad
Color: Marrón Café	Color: Marrón Café	Color: Marrón Café
Descripción: Suelo arenoso con gravas angulosas, siendo en menor proporción las gravas, insuficiente cobertura vegetal para atenuar el deslizamiento, cerca de la zona no se distingue viviendas o similares.	Descripción: Suelo arenoso con gravas angulosas, siendo en menor proporción las gravas, insuficiente cobertura vegetal para atenuar el deslizamiento, cerca de la zona no se distingue viviendas o similares.	Descripción: Suelo arenoso con gravas angulosas, siendo en menor proporción las gravas, insuficiente cobertura vegetal para atenuar el deslizamiento, cerca de la zona no se distingue viviendas o similares.

Fuente: Elaboración Propia

III.3.3. CLASIFICACIÓN DE VÍA

III.3.3.1 SEGÚN LA LEY DE JERARQUIZACIÓN VIAL

La carretera Otuzco - Combayo pertenece a la Red Vial Vecinal por formar parte del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) de la Ruta N°CA-1071, ver Anexo B. (D.S. N°011-2016)

III.3.3.2 POR DEMANDA

Se contabilizó el flujo de vehículos que circulan por la carretera Otuzco – Combayo, en la estación de control se hizo el conteo del volumen de tráfico vehicular durante 7 días a partir del sábado 23 de abril 2022 hasta el viernes 29 de abril del 2022, luego se desarrolló el procesamiento en Excel mediante hojas de cálculo y se analizó la información para obtener el IMDA igual a: 132 veh/día (ver Anexo C) con el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{IMDA} = \text{IMDs} * \text{FCm}$$

$$\text{IMDs} = \sum Vi / 7$$

IMDs: Volumen clasificado promedio de la semana.

Vi: Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo volumétrico.

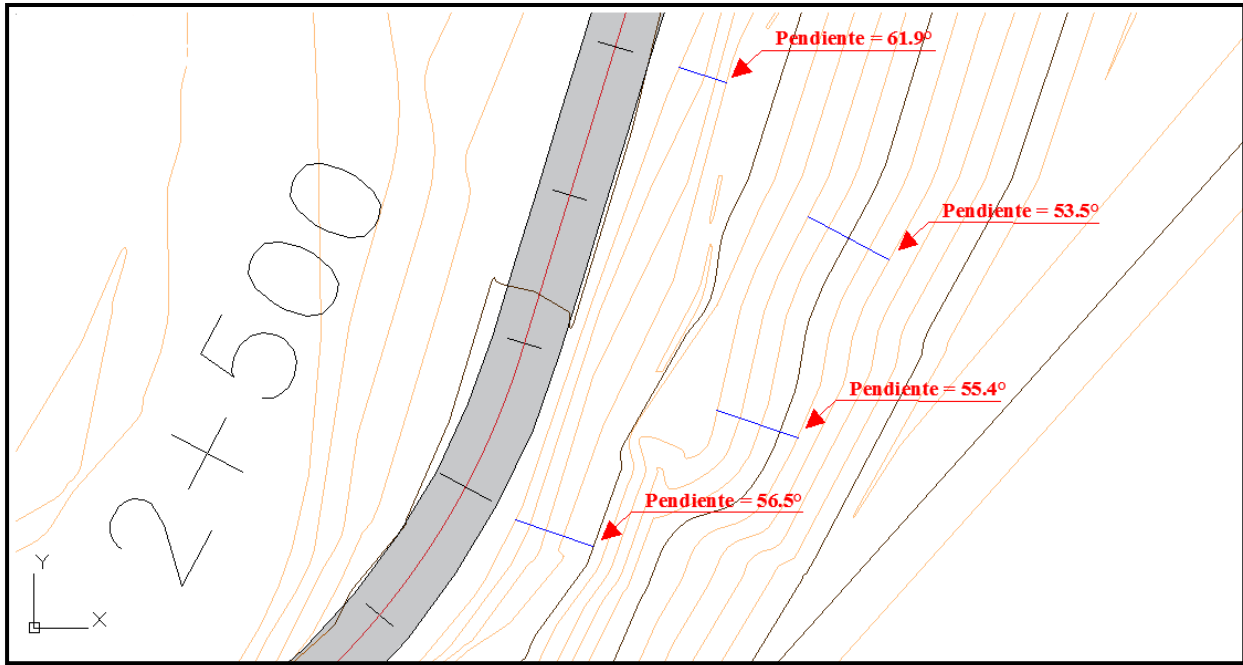
FCm: Factor de corrección según el mes en el que se efectuó el aforo.

Según el IMDA obtenido y en función a la clasificación por demanda es una TROCHA CARROZABLE con superficie de rodadura afirmada, pero con importantes tramos sin afirmar.

III.3.3.3 POR OROGRAFÍA

La carretera Otuzco - Combayo pertenece a un terreno escarpado (Tipo IV) ya que presenta pendientes transversales al eje, superiores al 100%. Esto se determinó mediante el trazo de líneas perpendiculares a las curvas de nivel, y calculando su pendiente, este proceso se realizó en toda la longitud de desarrollo del talud de corte de la carretera.

Figura 15: Clasificación por Orografía carretera Otuzco – Combayo; tramo: km 02+500 - km 06



Fuente: Elaboración Propia

III.3.4. ESTUDIO DE SUELOS

La clasificación de la carretera como una trocha carrozable, nos conlleva a guiarnos por el Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, este manual estipula que pueden realizarse calicatas cada 500 m.

Para llevar a cabo este estudio se agrupó convenientemente cada estación a evaluar, que corresponde a determinada progresiva, con una calicata circundante, obteniendo así un total de seis (06) calicatas, cada punto de muestreo no abarca una distancia mayor a 300 metros con las secciones de taludes a evaluar. Cabe resaltar que, no hay una marcada diferencia en cuanto respecta a las propiedades del suelo, que justifiquen un mayor número de pozos de evaluación.

Tabla 11: Ubicación de Calicatas

CALICATA	PROGRESIVA	COORDENADAS UTM	
		ESTE (m)	NORTE (m)
C-1	02+530 KM	784556.01	9213438.10
C-2	03+248 KM	784739.49	9214000.18
C-3	03+808 KM	785035.66	9214437.19
C-4	04+330 KM	785512.50	9214534.98
C-5	04+855 KM	785942.53	9214706.31
C-6	05+700 KM	786639.44	9215094.73

Fuente: Elaboración Propia**Tabla 12:** Correspondencia de Calicatas y Secciones Evaluadas

SECCIÓN	TALUD/PROGRESIVA	SONDEO/CALICATA
01	02+500 KM	CALICATA N°1
02	02+530 KM	
03	03+040 KM	CALICATA N°2
04	03+180 KM	
05	03+248 KM	
06	03+470 KM	
07	03+785 KM	CALICATA N°3
08	03+808 KM	
09	03+860 KM	CALICATA N°4
10	04+170 KM	
11	04+270 KM	
12	04+330 KM	
13	04+505 KM	
14	04+540 KM	
15	04+855 KM	CALICATA N°5
16	05+080 KM	
17	05+600 KM	CALICATA N°6
18	05+700 KM	
19	05+940 KM	

Fuente: Elaboración Propia

III.3.4.1 EXTRACCIÓN DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS EN LABORATORIO (CUARTEO)

Del Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en el apartado MTC E105, en la página 36.

Procedimiento

Sobre una superficie plana, limpia y resistente se mezcló el material evitando la añadidura de sustancias extrañas; acumulando a manera de un cono, se fue depositando el material de cada pala en la parte superior permitiendo que la muestra se precipite uniformemente hacia abajo por los costados del mismo, esta operación se realiza cuatro veces.

Se procedió a aplanar y extender este cono de material, dándole forma de un círculo, usando la parte posterior de la palana o alguna otra herramienta que nos lo permita, se debe procurar un espesor uniforme y que el diámetro represente entre cuatro u ocho veces dicho espesor.

Una vez obtenida esta configuración en la muestra, se realiza una división diametral que permita fraccionar el círculo en cuatro partes iguales, se separa dos de estos cuartos cuidando que también se obtenga el material fino. De ser necesario una mayor cantidad, con la porción sobrante se repite todo el proceso hasta obtener el adicional requerido.

REFERENCIA NORMATIVA: NTP 339.089: SUELOS. Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo)

III.3.4.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

Del Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en el apartado MTC E107, en la página 44.

Procedimiento

El material obtenido como muestra representativa se tamizó por la malla N°4 (4.760 mm), con esto obtuvimos dos fracciones, la retenida y la pasante en dicho tamiz, ambas porciones se ensayarán por separado.

Para el tamizado manual, se zarandó los tamices adoptando un movimiento en forma circular de modo tal que se evite pausar el proceso hasta poder verificar que no pase un porcentaje mayor al 1% del suelo retenido en la malla, durante un minuto. Una vez desmontado los tamices, si se observa partículas apresadas dentro de la malla, debe extraerse con un pincel o cepillo.

Se pesará cada fracción retenida en cada tamiz, en una balanza con sensibilidad de 0.1%, registrando estos valores. A manera de comprobación la suma de estos pesos debe coincidir con el peso inicial; o excepcionalmente no debe diferir en más de 1%.

REFERENCIA NORMATIVA: ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.

III.3.4.3 OBTENCIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

Del Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en el apartado MTC E108, en la página 49.

Espécimen de ensayo

La porción mínima de espécimen de material húmedo representativo que se empleará en el ensayo, se tomó de acuerdo a la Tabla 13:

Tabla 13: Cantidad Mínima Representativa de Material Húmedo

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados	
		a ± 0,1%	a ± 1%
2 mm o menos	2,00 mm (N° 10)	20 g	20 g *
4,75 mm	4,760 mm (N° 4)	100 g	20 g *
9,50 mm	9,525 mm (3/8")	500 g	50 g
19,00 mm	19,050 mm (3/4")	2,5 kg	250 g
37,50 mm	38,1 mm (1 .")	10 kg	1 kg
75,00 mm	76,200 mm (3")	50 kg	5 kg

Nota. - * Se usará no menos de 20 g para que sea representativa

Fuente: Tomado de Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016.

Procedimiento

- Se pesó un contenedor limpio y seco, el cual contendrá la muestra.
- Se coloca en el contenedor la muestra húmeda seleccionada
- Se registró el peso de dicho contenedor incluida en él la muestra, para esto se debe utilizar una balanza cuya precisión sea de 0.1 gramos.
- En el horno a 110 ± 5 °C, se puso el contenedor con material húmedo durante 24 horas. Pasado este tiempo se deja enfriar a temperatura ambiente y se procede a pesar en la misma balanza, registrando dichos datos.

REFERENCIA NORMATIVA: ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock.

III.3.4.4 OBTENCIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS

Del Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en el apartado MTC E110, en la página 67.

Procedimiento

- Mezclamos unos 200 gramos de muestra de suelo que haya pasado por el tamiz N°40 con agua, hasta obtener una consistencia pastosa.
- Se acomodó el material en la Cuchara de Casagrande de tal forma que quede esparcido sobre la parte cóncava inferior logrando una superficie horizontal con un espesor aproximado de 10 mm en la parte más profunda.
- Con el acanalador, hicimos una ranura en toda la profundidad de esta superficie, partiendo desde el punto más alto referido en el material contenido en la cuchara, hasta borde inferior del mismo. De similar manera, aunque de forma más superficial se trazó un arco perpendicular a la superficie.
- Se golpeó consecutivamente el dispositivo, haciendo girar el manubrio hasta lograr que ambas mitades se unan nuevamente en la base de la superficie una distancia de 13 mm (1/2").
- Se registró el número de golpes (N) para lograr esta condición en la que se unen las dos mitades, se extrajo una porción del material de la zona en la que se produjo la unión, aproximadamente del ancho de la espátula; se colocó en un recipiente de peso conocido para su posterior cálculo de contenido de humedad.
- Se retiró el suelo remanente de la Cuchara de Casagrande al plato de mezclado. Se lavó y secó la copa y el acanalador, para fijar nuevamente a su soporte como preparación para la siguiente prueba.

- El material recuperado se incorporó nuevamente en el plato de mezclado añadiéndole agua destilada para aumentar su contenido de humedad y requerir un menor número de golpes en el cerrado de la ranura, repitiendo los pasos anteriormente descritos. Una de estas pruebas se preparó para un cierre que precise de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes y una prueba para un cierre que exija de 15 a 25 golpes.
- Se obtuvo el contenido de humedad (W_n), del espécimen de suelo de cada prueba.

REFERENCIA NORMATIVA: NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

III.3.4.5 DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)

Del Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en el apartado MTC E111, en la página 72.

Procedimiento

La muestra se moldea a una masa esférica o elipsoidal. Luego, utilizando los dedos de la mano se va rodando esta masa sobre una superficie lisa, hasta llegar a configurar unos cilindros con diámetro aproximadamente de 3.2 mm (1/8"). Si hasta llegar a este diámetro no se evidencia un resquebrajamiento o desmoronamiento en ellos; debe repetirse el proceso desde la conformación del elipsoide, cuantas veces sea necesario. Con la porción así obtenida se determina el contenido de humedad.

REFERENCIA NORMATIVA: NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

III.3.4.6 ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO)

Del Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en el apartado MTC E123, en la página 167.

Para este ensayo se trabajará con muestras alteradas (suelo compactado) que corresponden a las calicatas según se detalla a continuación:

Tabla 14: Procedencia de Muestra para el Ensayo de Corte Directo

SONDEO / CALICATA	ENSAYO DE CORTE DIRECTO
CALICATA N°1	CD - 01
CALICATA N°4	CD - 02
CALICATA N°6	CD - 03

Fuente: Elaboración Propia

Procedimiento

Se procedió a montar el equipo, fijando la caja de corte con los marcos alineados; en esta se puso la muestra, conjuntamente con las piedras porosas a cada lado de las caras expuestas de la muestra.

Conectamos el dispositivo de carga y ajustamos el dial para medir la deformación durante el corte y el cambio de la altura en la muestra.

Debe posibilitarse una consolidación inicial hasta que el aumento de fuerza normal sea el especificado para el ensayo. Cerciorado esto, llenaremos el depósito con agua por encima de la muestra, manteniendo este nivel durante toda la etapa de consolidación y en las fases de corte.

En una gráfica representaremos las lecturas de Deformación Normal vs Tiempo

Finalizada la consolidación, desbloqueamos los marcos separándolos aproximadamente 0.25 mm. Aplicamos la fuerza de corte pausadamente, continuamos el ensayo hasta verificar que el esfuerzo cortante muestre valores constantes, o bien se alcance una deformación del 10 % de la longitud inicial.

Concluido el ensayo, secamos la muestra retirada de la caja de corte, en la estufa, para obtener el peso de la parte sólida de la muestra.

REFERENCIA NORMATIVA: ASTM D 3080: Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions

III.3.4.6.1 REAJUSTE DEL ÁNGULO DE FRICCIÓN




Debido a que, en el ensayo de corte directo, las muestras empleadas son una porción representativa del material que pasa el tamiz N°4, y, el análisis granulométrico realizado para cada calicata (suelo) nos muestra la presencia de gravas, es necesario reajustar el valor del ángulo de fricción que nos determina el ensayo.

Cabe señalar que el ajuste corresponde únicamente al ángulo de fricción, pues, el aporte de gravas a la cohesión es nulo.

Para esto, en la Figura 16 se presenta el valor típico del ángulo de fricción para suelos gravosos, y con el porcentaje obtenido del análisis granulométrico que corresponde a gravas, se calculó la fracción correspondiente del valor típico. Para referencia de lo señalado, a continuación, se esquematiza el proceso

Figura 16: Proceso para el Reajuste del Ángulo de Fricción

Tipo de suelo	φ (grados)		
<i>Arena: granos redondeados</i>			
Suelta	27-30		
Media	30-35		
Densa	35-38		
<i>Arena: granos angulares</i>			
Suelta	30-35		
Media	35-40		
Densa	40-45		
<i>Grava con algo de arena</i>	34-48	100	100% - 34.00°
<i>Limos</i>	26-35		17.35% - 5.899°

CALICATA 01 A-3 (AASHTO)			
% Gravas	17.35		82.65
% Arena	79.08		
% Finos	3.57		

Fuente: Elaboración Propia

III.3.5. ANÁLISIS CON EL SOFTWARE SLIDE

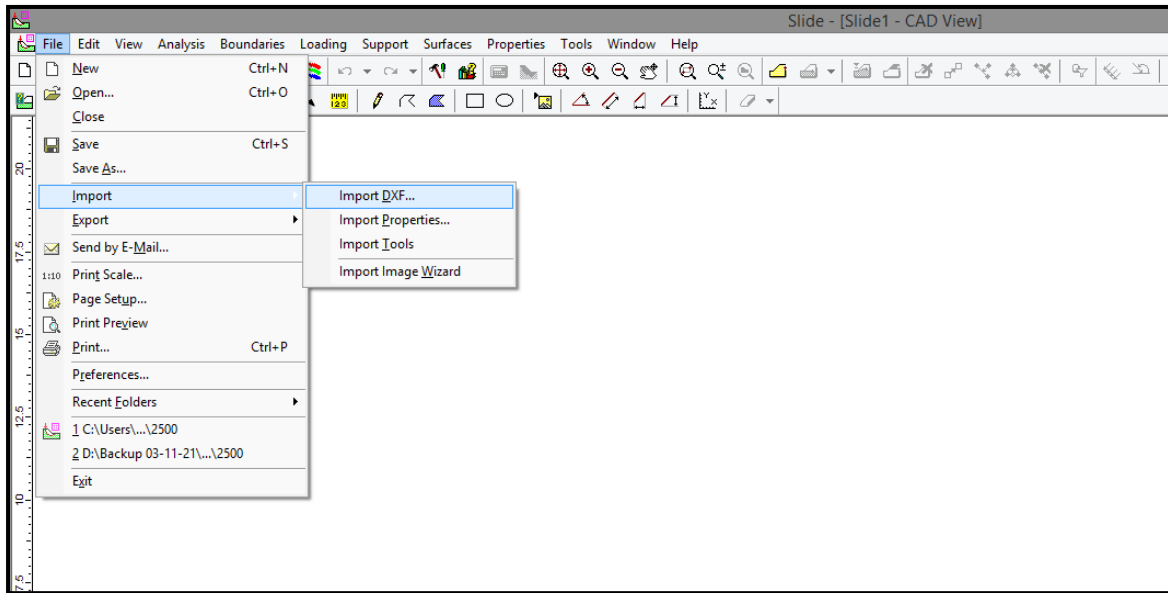
Procedimiento

Mediante el soporte del software Slide, integré toda la información obtenida a partir del estudio topográfico y del estudio de suelos.

Importé en Slide, cada sección de los perfiles de los taludes a analizar (a partir de la configuración topográfica realizada en el software Civil 3D); mediante el siguiente procedimiento:

- a. En la interfaz principal de Slide, importé el archivo correspondiente a una sección del talud, el cual previamente guardé bajo la extensión .dxf, desde el AutoCAD. Para ello en Slide, en la pestaña *File*, seleccioné Import y luego *Import DXF*.

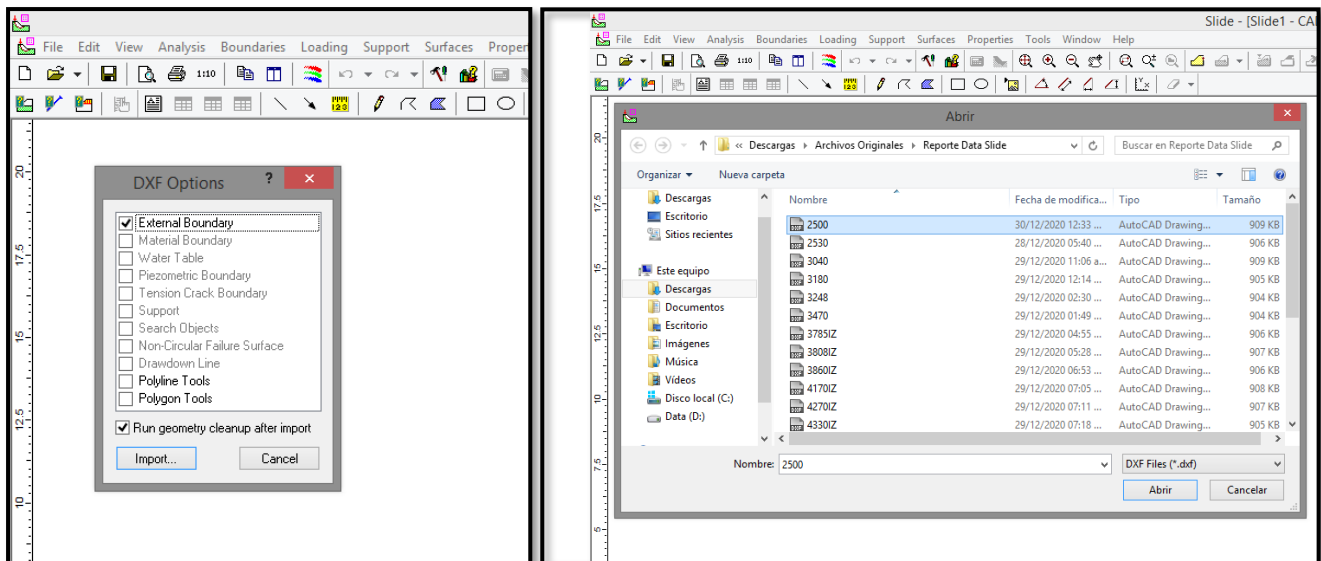
Figura 17: Importar archivo .dxf al Software Slide



Fuente: Elaboración Propia

b. En la ventana emergente, marqué la opción *External Boundary* y clic en *Import*. Luego de esto cargué el archivo desde la ubicación de este.

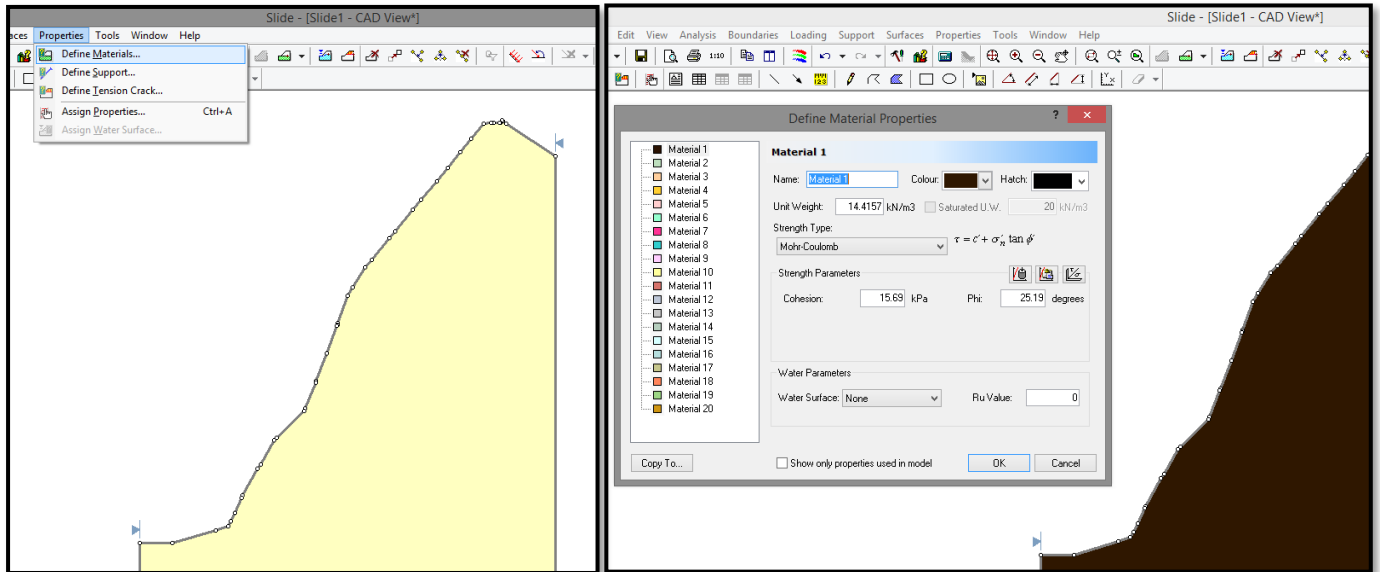
Figura 18: Cargar archivo al Software Slide



Fuente: Elaboración Propia

c. Luego, en la pestaña *Properties* se despliega la opción *Define Materials*, seleccioné esta, lo que me permitió acceder a la ventana de configuración para el material del talud. Aquí, pude identificar con un nombre al material, asignarle un color y un hatch específico; asimismo, ingresé los valores del ángulo de fricción y la cohesión, además del peso unitario.

Figura 19: Definir Propiedades del material en el Software Slide

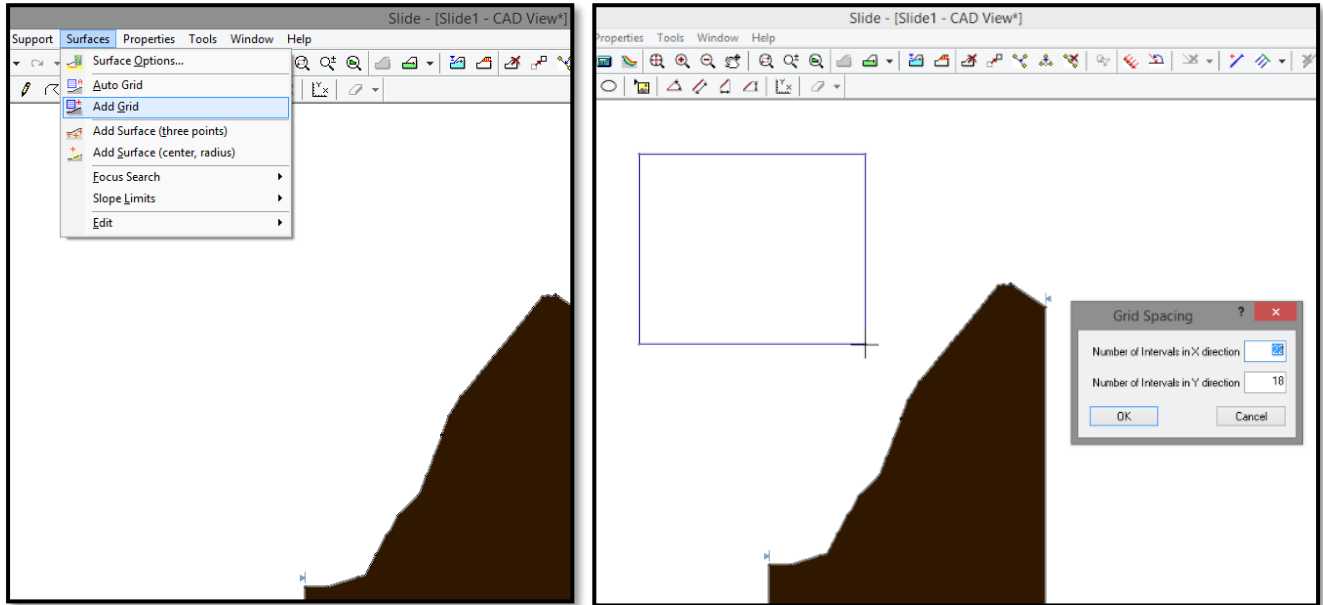


Fuente: Elaboración Propia

d. Posteriormente, generé el grid que contiene a los centros de la superficie de falla. En la pestaña *Surface* pude elegir la opción de *AutoGrid* o *AddGrid*, al optar por la segunda se tiene mayor flexibilidad en la configuración del mismo.

e. En el espacio de trabajo con el cursor dibujé un rectángulo que sería el contorno del grid, señalado este, emerge una ventana para indicar el número de intervalos tanto en el eje X y el eje Y.

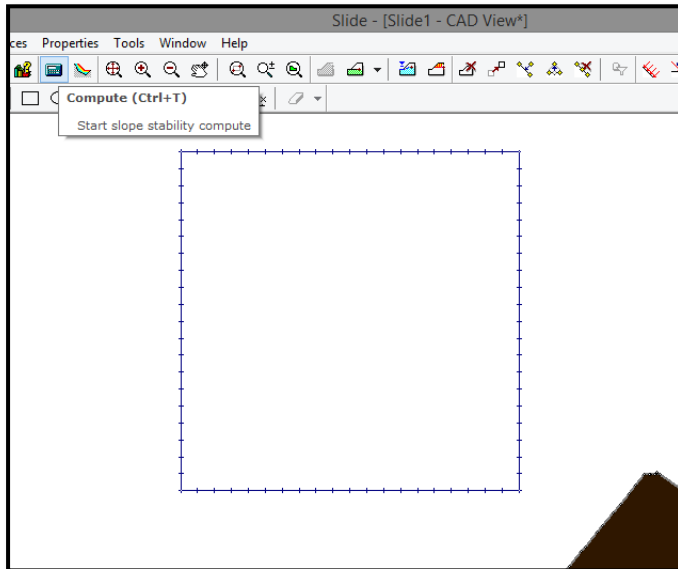
Figura 20: Definición del Grid en el Software Slide



Fuente: Elaboración Propia

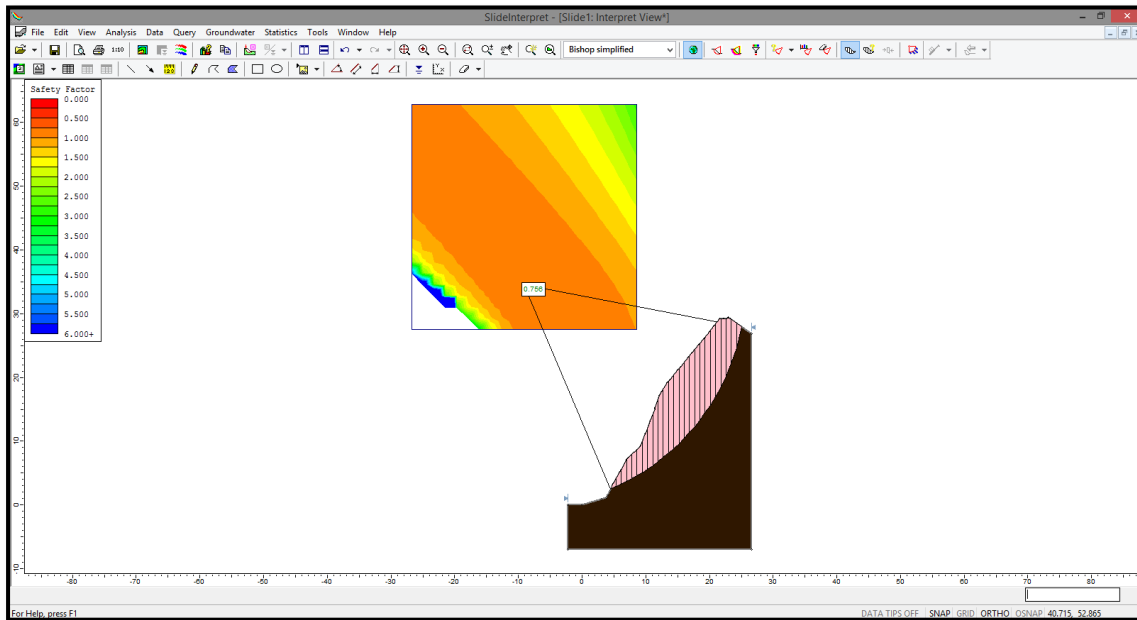
f. Ahora, para calcular el modelo: hice clic en la pestaña *Compute*. Los resultados se visualizaron en una ventana anexa, a esta se accedí con un clic en la pestaña *Interpret*, al costado de la pestaña *Compute*.

Figura 21: Cálculo del modelo en el Software Slide



Fuente: Elaboración Propia

Figura 22: Reporte de Cálculo en el Software Slide

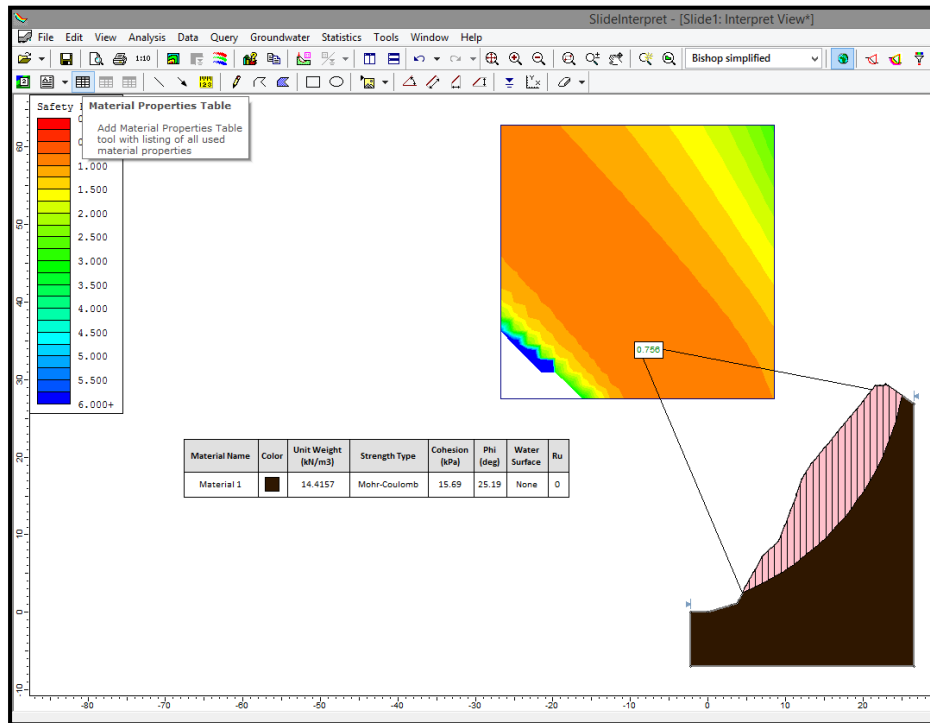


Fuente: Elaboración Propia

g. En este reporte la gradación de colores muestra el factor de seguridad que va desde valores iguales a cero con el color rojo hasta valores altos de seis o mayores correspondiéndoles el color azul, esta leyenda se muestra al costado izquierdo.

h. Para presentar el cuadro informativo de los principales parámetros del modelo, hice clic en la pestaña *Material Properties Table*, pudiendo ubicar donde uno lo desee, para agregar o quitar algunos datos, anticlic sobre la misma y es posible optar por la opción *Format Tool*.

Figura 23: Presentación de Información en el Software Slide



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

IV.1. PROPIEDADES Y CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Del estudio de suelos se obtuvo datos relevantes del análisis granulométrico, también valores del contenido de humedad y los límites de Atterberg; lo que permitió clasificar a los mismos. La siguiente tabla muestra en resumen dichos resultados:

Tabla 15: Resumen de Resultados Obtenidos en los Ensayos de Suelos

Cali- cata	Cont. Hu- medad (%)	Granulometría-Tamizado (%)			Clasificación		Límites de Atterberg		
		Gravas	Arenas	Finos	SUCS	AASHTO	LL	LP	IP
C-1	12.4	17.35	79.08	3.57	SP	A-3	38.51	27.00	11.51
C-2	14.89	63.45	31	5.55	GW-GC	A-2-6	39.71	23.17	16.71
C-3	13.70	39.24	48.38	12.38	GC	A-2-6	37.9	21.17	16.9
C-4	13.69	38.98	48.31	12.72	GC	A-2-6	37.67	21.17	16.67
C-5	13.4	47.64	39.07	13.29	GM	A-2-7	43.84	27.69	15.84
C-6	11.1	3.84	74.91	21.25	SC	A-2-7	41.51	23.89	17.51

Fuente: Elaboración Propia

Ya que esta investigación está vinculada a una carretera, se le dará mayor significación a la clasificación AASHTO, por ser el sistema más utilizado para proyectos viales. Esta información también la podemos revisar en el Anexo D.

IV.2. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEL SUELO

En la Tabla 17 se muestran los valores para la cohesión y el ángulo de fricción en cada talud evaluado, que corresponde a cada progresiva. Además, el ensayo de corte directo arrojó valores para ambos parámetros (Tabla 16), sin embargo, el ángulo de fricción fue recalculado, teniendo en cuenta el porcentaje de gravas según el análisis granulométrico y los valores referenciales proporcionados en la Figura 6.

Tabla 16: Resultados del Ensayo de Corte Directo

CALICATA	ENSAYO DE CORTE DIRECTO	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	COHESIÓN (Kg/cm ²)
C1	CD - 01	19.29	0.160
C4	CD - 02	17.74	0.107
C6	CD - 03	19.80	0.157

Fuente: Elaboración Propia**Tabla 17:** Parámetros Geotécnicos para las Secciones Evaluadas

TALUD/PROGRESIVA	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	COHESIÓN (Kg/cm ²)
Km 02+500	25.19	0.160
Km 02+530	25.19	0.160
Km 03+040	39.31	0.107
Km 03+180	39.31	0.107
Km 03+248	39.31	0.107
Km 03+470	39.31	0.107
Km 03+785	31.08	0.107
Km 03+808	31.08	0.107
Km 03+860	31.08	0.107
Km 04+170	30.99	0.107
Km 04+270	30.99	0.107
Km 04+330	30.99	0.107
Km 04+505	30.99	0.107
Km 04+540	30.99	0.107
Km 04+855	36.00	0.157
Km 05+080	36.00	0.157
Km 05+600	21.11	0.157
Km 05+700	21.11	0.157
Km 05+940	21.11	0.157

Fuente: Elaboración Propia

IV.3. FACTOR DE SEGURIDAD

Los datos expuestos en los acápites anteriores, han sido ingresados al Software Slide, luego de haber corrido el modelo de análisis de estabilidad, como respuesta se obtuvo el Factor de Seguridad, estos se pueden visualizar en la Tabla 18.

Tabla 18: Factor de Seguridad para los Taludes Analizados

TALUD/PRO- GRESIVA	FACTOR DE SEGURIDAD
Km 02+500	0.766
Km 02+530	0.831
Km 03+040	2.308
Km 03+180	1.570
Km 03+248	1.838
Km 03+470	3.175
Km 03+785	1.407
Km 03+808	1.18
Km 03+860	0.853
Km 04+170	1.004
Km 04+270	1.164
Km 04+330	0.998
Km 04+505	1.237
Km 04+540	1.205
Km 04+855	1.785
Km 05+080	1.351
Km 05+600	0.871
Km 05+700	0.781
Km 05+940	1.627

Fuente: Elaboración Propia

Actualmente, en el Perú están ampliamente aceptadas varias normativas nacionales e internacionales, en las que se recomienda el uso del coeficiente de seguridad a considerar. Para decidir qué coeficiente de seguridad elegir, se debe tener presente la temporalidad de la obra (provisional o definitiva) y el contexto de cálculo (estático o sísmico). En la Tabla 3 puede consultarse los factores de seguridad para condiciones estáticas según estas normativas.

IV.4. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

La Tabla 18 resalta de color rojo, los valores del Factor de Seguridad inferiores a 1.5, siendo trece (13) de las diecinueve (19) secciones evaluadas, las que corresponden a taludes inestables, **por lo tanto, se acepta lo planteado en la hipótesis.**

Asimismo, en la Tabla 17, se aprecia que los valores del ángulo de fricción y la cohesión para el suelo de talud de corte no garantizan su estabilidad. De esta manera, en la carretera Otuzco – Combayo entre el km 02+500 y el km 06, el porcentaje de los taludes inestables corresponde a un 68%, siendo estables solo un 32%.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

V.1. CONCLUSIONES

- El estudio del Grado de Estabilidad del talud de corte en la carretera Otuzco – Combayo; tramo km 02+500 – km 06, arroja que de las diecinueve (19) secciones evaluadas, trece (13) de ellas presentan un Factor de Seguridad menor a 1.5, que corresponden al 68% de la totalidad del tramo, por lo que se concluye que el talud es inestable.
- Se realizó el Levantamiento Topográfico para el talud de corte en la carretera Otuzco – Combayo; tramo: km 02 + 500 – km 06, obteniéndose altas pendientes entre 33° y 74°, así como también elevadas alturas entre 16 y 43 m.
- La carretera Otuzco – Combayo; tramo: km 02 + 500 – km 06, pertenece a la Red Vial Vecinal dentro del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), correspondiéndole una categoría de trocha carrozable, y, siendo por su orografía una carretera de Tipo IV.
- Del Estudio de Suelos se obtuvo la Clasificación AASHTO en la carretera que une los C.P. de Otuzco y Combayo, entre el km 02+500 y el km 06, cuyos resultados son los siguientes: suelos Tipo A-3 entre el km 02+500 al km 02+740, Tipo A-2-6 entre el km 03+000 al km 03+470 y del km 03+785 al km 04+580; y Tipo A-2-7 entre el km 04+855 al km 05+200 y del km 05+560 al km 06+000.
- El Factor de Seguridad para el talud de corte en la carretera Otuzco – Combayo; tramo: km 02 + 500 – km 06, tiene un valor mínimo de 0.766 y un valor máximo de 3.175.

V.2. RECOMENDACIONES

- Se sugiere ampliar esta investigación realizando ensayos de corte directo in situ, para el estudio y diseño de estructuras de estabilización; ya que evita las limitaciones de restricción del diámetro de partícula, en comparación con el ensayo en laboratorio.

- Se recomienda complementar este estudio abordando una investigación que determine el aporte a la resistencia al cortante, por parte de la cobertura vegetal o refuerzo radicular presente en los taludes.

- Con base en esta investigación, se recomienda estabilizar el talud de corte en la carretera Otuzco – Combayo; tramo: km 02 + 500 – km 06, empleando un muro de contención de concreto armado frente a la estabilización con el sistema de banquetas, pues, el costo en el que se incurre al conformar las banquetas es muy elevado en comparación al emplear un muro de contención de concreto armado. En el Anexo G, se muestra una comparación detallada para la sección más crítica ubicada en la progresiva 05+700 km.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Skempton, A.; Hutchinson, J. 1969. Stability of Natural Slopes and Embankment Foundations. The National Academy of Sciences Engineering Medicine: 291 - 340 p.
- Suárez, J. c1998. Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Bucaramanga, Colombia, Publicaciones UIS. 541 p.
- Braja M, D. (2001). *Fundamento de Ingeniería Geotécnica*. México: International Thomson Editores.
- Collins, B., & Znidarcic, D. (1997). *Triggering Mechanisms of Rainfall Induced Debris Flows*. Río de Janeiro.
- De Matteis, Á. F. (2003). *Geología y Geotecnia - Estabilidad de Taludes*. Rosario, Argentina.
- Gualberto Valderrama, C. (2005). *Perú Tourist Guide*. Obtenido de Recuperado de <http://www.perutoptours.com/index.html>
- Ilustre Colegio de Geólogos de España. (2016). SLIDE la mejor aplicación de estabilidad de taludes. *Tierra y Tecnología*, 15.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima.
- Skempton, A. W., & Hutchinson, J. N. (1969). *Stability of Natural Slopes and Embankment Foundations*.
- Suárez Díaz, J. (1998). *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales*. (I. d. Ltda., Ed.) Bucaramanga, COLOMBIA: Publicaciones UIS.
- Suárez, J. (1998). *Academia.edu*. Obtenido de https://www.academia.edu/40561777/Cap%C3%ADtulo_3_Resistencia_al_Cortante

Torres Nieto, Á., & Villate Bonilla, E. (2000). *TOPOGRAFÍA*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Valiente Sanz, R., Sobrecases Martí, S., & Díaiz Orrego, A. (2015). Estabilidad de Taludes:Concetos Básicos,Parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo. *CIVILIZATE N°7*, 50-54.

Varnes, D. (1978). *Slope movement type and processes*. Washington: E.B.Eckel.

Wyllie, D. C., & Norrish, N. I. (1996). *Stabilization of rock slopes*.

ANEXOS

ANEXO A: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: POLIGONAL ABIERTA

ANEXO B: CLASIFICACIÓN DENTRO DEL SISTEMA NACIONAL DE CARRETERAS

ANEXO C: CLASIFICACIÓN POR DEMANDA

ANEXO D: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANEXO E: PANEL FOTOGRÁFICO

ANEXO F: LISTADO DE PLANOS

ANEXO G: COMPARACIÓN ENTRE UN DISEÑO CON BANQUETAS Y UNO CON MURO DE CONTENCIÓN

ANEXO A:

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: POLIGONAL ABIERTA

PROYECTO

TESIS: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO – COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 – Km 06.

	Azimut
POr-EI	125°30' 39.96 "
EF-PF	34°28' 4.66 "

	ESTE	NORTE
Por	784519.752	9213418.430
EI	784531.481	9213410.060
EF	786806.140	9215263.356
PF	786815.902	9215277.578

Punto	Ángulo			Dec.	Azimut			Dec.	Compensación Angular	Azimut			Dec.	Distancia	Proyecciones		Compensación		Proyecciones Corregidas		Coordendas	
	Gra.	Min.	Seg.		Gra.	Min.	Seg.			Gra.	Min.	Seg.			Proy. X	Pro. Y	X	Y	Proy. X	Pro. Y	E	N
POr					125	30	40															
EI	73	28	38.1	73.477	18	59	18.1	18.988	0°12' 59.07 "	18	46	19	18.772	153.64	49.442	145.467	-3.965	5.219	53.406	140.248	784531.481	9213410.060
E2	229	25	38.1	229.427	68	24	56.2	68.416	0°25' 58.14 "	67	58	58.1	67.983	114.25	105.918	42.831	-2.948	3.881	108.866	38.950	784584.887	9213550.308
E3	110	30	20	110.506	358	55	16.2	358.921	0°38' 57.21 "	358	16	19	358.272	106.44	-3.210	106.392	-2.747	3.616	-0.463	102.776	784693.753	9213589.258
E4	163	23	55.6	163.399	342	19	11.8	342.320	0°51' 56.27 "	341	27	15.5	341.454	94.34	-30.006	89.441	-2.434	3.205	-27.571	86.236	784693.290	9213692.034
E5	167	22	59.5	167.383	329	42	11.3	329.703	1°4' 55.34 "	328	37	15.9	328.621	87.94	-45.790	75.078	-2.269	2.987	-43.521	72.091	784665.719	9213778.270
E6	247	48	55	247.815	37	31	6.22	37.518	1°17' 54.41 "	36	13	11.8	36.220	189.65	112.062	153.001	-4.894	6.442	116.955	146.559	784622.198	9213850.361
E7	174	27	18.8	174.455	31	58	25	31.974	1°30' 53.48 "	30	27	31.5	30.459	136.64	69.265	117.783	-3.526	4.641	72.791	113.141	784739.153	9213996.920
E8	157	16	3.07	157.268	9	14	28.1	9.241	1°43' 52.55 "	7	30	35.5	7.510	116.70	15.252	115.699	-3.011	3.964	18.264	111.735	784811.944	9214110.062
E9	229	28	55.1	229.482	58	43	23.2	58.723	1°56' 51.62 "	56	46	31.6	56.775	101.68	85.058	55.713	-2.624	3.454	87.682	52.259	784830.208	9214221.796
E10	145	44	34.3	145.743	24	27	57.5	24.466	2°9' 50.69 "	22	18	6.81	22.302	101	38.328	93.445	-2.606	3.431	40.934	90.014	784917.890	9214274.055
E11	223	22	2.61	223.367	67	50	0.11	67.833	2°22' 49.75 "	65	27	10.4	65.453	91.97	83.658	38.208	-2.373	3.124	86.031	35.084	784958.825	9214364.069
E12	220	1	40.1	220.028	107	51	40.3	107.861	2°35' 48.82 "	105	15	51.4	105.264	152.04	146.676	-40.028	-3.923	5.165	150.600	-45.192	785044.855	9214399.153
E13	141	13	56.6	141.232	69	5	36.9	69.094	2°48' 47.89 "	66	16	49	66.280	276.21	252.877	111.109	-7.127	9.383	260.004	101.727	785195.455	9214353.961
E14	198	8	59.5	198.150	87	14	36.4	87.243	3°1' 46.96 "	84	12	49.5	84.214	190.68	189.708	19.224	-4.920	6.477	194.629	12.747	785455.459	9214455.687
E15	146	53	7.9	146.886	54	7	44.3	54.129	3°14' 46.03 "	50	52	58.3	50.883	202.44	157.065	127.721	-5.224	6.877	162.288	120.844	785650.088	9214468.434
E16	188	47	56.9	188.799	62	55	41.2	62.928	3°27' 45.10 "	59	27	56.1	59.466	157.26	135.452	79.897	-4.058	5.342	139.510	74.555	785812.377	9214589.278
E17	168	49	37.6	168.827	51	45	18.8	51.755	3°40' 44.17 "	48	4	34.6	48.076	303.73	225.986	202.934	-7.837	10.317	233.823	192.617	785951.886	9214663.833
E18	205	34	18.2	205.572	77	19	36.9	77.327	3°53' 43.23 "	73	25	53.7	73.432	200.39	192.070	57.143	-5.171	6.807	197.241	50.336	786185.710	9214856.450
E19	152	42	29.3	152.708	50	2	6.2	50.035	4°6' 42.30 "	45	55	23.9	45.923	220.17	158.172	153.155	-5.681	7.479	163.853	145.676	786382.950	9214906.787
E20	182	43	53	182.731	52	45	59.2	52.766	4°19' 41.37 "	48	26	17.9	48.438	335.04	250.691	222.274	-8.645	11.381	259.336	210.893	786546.804	9215052.463
EF'					39	0	45.1	39.013	4°32' 40.44 "												786806.140	9215263.356
PF													Σ=	3332.21	2188.674	1966.487						

	ESTE	NORTE
Σ Pr. =	2188.67	1966.487
EF-EI	2274.66	1853.30
Dif.	-85.985	113.191159



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN	PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	784540.45	9213432.49	2769.67	T1	49	784582.29	9213544.63	2769.14	T49
2	784549.61	9213430.11	2778.57	T2	50	784603.99	9213532.31	2787.19	T50
3	784561.93	9213426.06	2796.64	T3	51	784615.09	9213523.32	2795.77	T51
4	784576.14	9213421.71	2797.42	T4	52	784628.05	9213520.17	2800.00	T52
5	784544.78	9213443.96	2769.74	T5	53	784626.44	9213526.87	2798.90	T53
6	784554.83	9213440.27	2780.95	T6	54	784616.81	9213527.74	2794.73	T54
7	784563.94	9213436.74	2792.97	T7	55	784591.27	9213538.17	2778.98	T55
8	784573.78	9213434.27	2802.91	T8	56	784600.33	9213537.84	2783.16	T56
9	784546.07	9213451.51	2769.15	T9	57	784594.15	9213545.35	2778.22	T57
10	784556.67	9213447.98	2778.65	T10	58	784588.29	9213551.65	2769.31	T58
11	784563.82	9213446.46	2788.93	T11	59	784596.36	9213557.73	2769.28	T59
12	784576.16	9213442.32	2803.99	T12	60	784600.11	9213549.91	2777.09	T60
13	784551.13	9213464.65	2769.23	T13	61	784606.83	9213539.88	2784.66	T61
14	784561.54	9213459.39	2777.04	T14	62	784611.69	9213531.68	2790.90	T62
15	784571.90	9213456.40	2791.08	T15	63	784616.84	9213535.18	2790.86	T63
16	784581.70	9213451.88	2803.89	T16	64	784615.76	9213545.83	2785.28	T64
17	784551.85	9213471.35	2769.11	T17	65	784615.40	9213552.89	2778.74	T65
18	784564.20	9213467.38	2777.34	T18	66	784609.69	9213547.06	2782.56	T66
19	784575.65	9213463.26	2791.09	T19	67	784607.47	9213554.53	2774.90	T67
20	784584.40	9213461.45	2802.62	T20	68	784605.25	9213560.85	2769.93	T68
21	784556.02	9213482.89	2770.13	T21	69	784614.56	9213561.19	2770.22	T69
22	784566.93	9213476.64	2776.72	T22	70	784624.91	9213561.77	2771.18	T70
23	784577.25	9213471.76	2788.73	T23	71	784625.76	9213553.38	2778.84	T71
24	784586.35	9213467.12	2801.03	T24	72	784626.44	9213544.40	2788.92	T72
25	784560.16	9213489.44	2770.21	T25	73	784634.56	9213525.94	2800.57	T73
26	784572.27	9213481.56	2778.15	T26	74	784635.04	9213538.70	2795.26	T74
27	784584.39	9213476.75	2793.42	T27	75	784636.44	9213547.85	2786.80	T75
28	784593.17	9213472.29	2802.29	T28	76	784634.87	9213561.71	2771.15	T76
29	784565.86	9213500.61	2770.63	T29	77	784646.24	9213561.93	2769.95	T77
30	784576.25	9213493.88	2778.58	T30	78	784647.34	9213552.21	2781.13	T78
31	784585.66	9213490.13	2787.38	T31	79	784646.98	9213544.92	2788.82	T79
32	784598.74	9213483.28	2800.53	T32	80	784649.89	9213537.26	2800.01	T80
33	784569.36	9213506.66	2770.76	T33	81	784658.76	9213539.95	2799.55	T81
34	784574.87	9213504.63	2773.77	T34	82	784656.63	9213546.76	2790.59	T82
35	784587.76	9213498.66	2784.90	T35	83	784655.94	9213552.46	2780.74	T83
36	784605.23	9213492.47	2799.91	T36	84	784654.76	9213561.83	2769.36	T84
37	784572.13	9213516.88	2770.65	T37	85	784664.78	9213564.57	2769.36	T85
38	784582.12	9213513.89	2777.29	T38	86	784669.11	9213558.74	2779.02	T86
39	784591.88	9213510.67	2785.32	T39	87	784669.23	9213553.05	2785.11	T87
40	784609.35	9213502.46	2799.96	T40	88	784675.18	9213548.97	2797.25	T88
41	784574.95	9213526.13	2769.95	T41	89	784689.41	9213552.34	2797.78	T89
42	784589.64	9213520.87	2781.40	T42	90	784686.91	9213555.53	2789.07	T90
43	784602.37	9213519.30	2789.50	T43	91	784681.17	9213561.52	2774.97	T91
44	784618.06	9213511.34	2800.25	T44	92	784673.58	9213569.43	2769.33	T92
45	784578.66	9213539.87	2768.82	T45	93	784680.06	9213577.14	2769.15	T93
46	784586.89	9213533.75	2778.51	T46	94	784694.02	9213566.59	2776.66	T94
47	784600.81	9213527.52	2786.75	T47	95	784699.57	9213563.72	2782.92	T95
48	784609.69	9213520.98	2793.03	T48	96	784701.94	9213560.28	2793.09	T96



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN	PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
97	784712.96	9213567.35	2791.72	T97	145	784724.95	9213710.40	2785.35	T145
98	784709.50	9213569.47	2784.64	T98	146	784718.37	9213710.37	2782.60	T146
99	784695.75	9213578.42	2771.75	T99	147	784711.72	9213711.80	2779.19	T147
100	784685.74	9213585.80	2769.92	T100	148	784700.33	9213710.84	2774.00	T148
101	784691.07	9213594.42	2770.00	T101	149	784697.49	9213719.39	2774.96	T149
102	784709.12	9213585.55	2773.03	T102	150	784706.25	9213723.68	2780.00	T150
103	784716.20	9213580.21	2779.06	T103	151	784716.24	9213728.22	2786.93	T151
104	784720.53	9213578.55	2787.19	T104	152	784725.08	9213731.28	2786.80	T152
105	784728.89	9213591.52	2781.41	T105	153	784713.68	9213741.67	2788.58	T153
106	784719.73	9213594.38	2773.29	T106	154	784708.15	9213737.42	2784.44	T154
107	784707.18	9213598.36	2771.30	T107	155	784701.08	9213733.65	2779.84	T155
108	784695.30	9213603.67	2770.07	T108	156	784692.54	9213729.67	2775.33	T156
109	784698.53	9213613.87	2770.52	T109	157	784687.63	9213737.17	2775.87	T157
110	784716.88	9213610.20	2772.14	T110	158	784695.48	9213741.31	2779.99	T158
111	784733.19	9213606.59	2775.33	T111	159	784702.47	9213745.03	2785.12	T159
112	784739.27	9213621.44	2775.42	T112	160	784708.19	9213747.69	2788.84	T160
113	784722.34	9213627.31	2771.95	T113	161	784706.09	9213760.54	2791.04	T161
114	784699.10	9213632.25	2770.47	T114	162	784699.84	9213755.28	2788.58	T162
115	784720.13	9213635.60	2771.96	T115	163	784691.04	9213749.60	2781.11	T163
116	784736.29	9213638.97	2774.80	T116	164	784682.85	9213746.74	2777.77	T164
117	784745.10	9213643.01	2778.75	T117	165	784677.82	9213754.36	2777.71	T165
118	784735.18	9213651.83	2777.26	T118	166	784685.85	9213758.71	2783.26	T166
119	784718.18	9213651.62	2772.96	T119	167	784692.57	9213762.59	2788.34	T167
120	784708.42	9213645.73	2771.76	T120	168	784703.12	9213768.62	2792.13	T168
121	784695.80	9213643.26	2770.45	T121	169	784704.78	9213773.93	2792.25	T169
122	784693.47	9213653.80	2770.75	T122	170	784691.11	9213769.63	2789.49	T170
123	784709.95	9213657.09	2772.48	T123	171	784681.49	9213766.20	2784.99	T171
124	784726.00	9213661.10	2774.95	T124	172	784672.72	9213763.06	2778.00	T172
125	784735.37	9213663.81	2780.66	T125	173	784670.23	9213771.74	2778.00	T173
126	784730.74	9213669.36	2779.49	T126	174	784683.91	9213774.34	2788.68	T174
127	784722.47	9213668.89	2775.31	T127	175	784689.98	9213778.69	2791.15	T175
128	784714.05	9213664.33	2773.22	T128	176	784692.22	9213786.83	2793.47	T176
129	784690.93	9213662.04	2770.99	T129	177	784680.00	9213784.22	2788.81	T177
130	784689.79	9213672.89	2772.58	T130	178	784674.24	9213784.26	2782.89	T178
131	784700.12	9213672.18	2772.69	T131	179	784668.31	9213783.29	2779.84	T179
132	784713.71	9213672.17	2773.49	T132	180	784698.11	9213797.12	2795.16	T180
133	784735.91	9213672.08	2781.17	T133	181	784682.75	9213794.10	2788.88	T181
134	784692.42	9213682.17	2772.17	T134	182	784673.99	9213792.83	2785.24	T182
135	784708.91	9213677.86	2773.32	T135	183	784664.68	9213791.52	2780.03	T183
136	784722.80	9213673.11	2776.68	T136	184	784696.30	9213816.08	2798.39	T184
137	784736.21	9213680.87	2781.71	T137	185	784689.41	9213811.42	2790.59	T185
138	784723.43	9213682.83	2778.93	T138	186	784680.03	9213805.53	2785.52	T186
139	784711.54	9213686.42	2774.80	T139	187	784628.04	9213891.23	2783.23	T187
140	784696.90	9213691.44	2772.64	T140	188	784698.47	9213931.55	2797.56	T188
141	784700.05	9213700.63	2773.23	T141	189	784702.50	9213928.09	2803.36	T189
142	784718.46	9213695.55	2779.08	T142	190	784706.32	9213924.84	2808.73	T190
143	784730.08	9213693.24	2783.41	T143	191	784709.42	9213922.65	2812.96	T191
144	784738.12	9213694.30	2782.34	T144	192	784734.36	9214014.27	2799.40	T192



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN	PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
193	784740.74	9214009.85	2803.14	T193	241	784837.70	9214110.21	2800.47	T241
194	784747.97	9214004.57	2809.34	T194	242	784824.69	9214113.03	2800.28	T242
195	784757.58	9213997.65	2813.11	T195	243	784811.92	9214117.92	2798.10	T243
196	784765.41	9214000.64	2808.73	T196	244	784802.88	9214120.57	2793.81	T244
197	784760.45	9214005.41	2811.68	T197	245	784805.43	9214130.04	2793.40	T245
198	784754.84	9214011.02	2807.17	T198	246	784816.17	9214125.91	2798.24	T246
199	784742.87	9214022.75	2798.00	T199	247	784826.91	9214120.82	2800.87	T247
200	784747.83	9214029.05	2797.80	T200	248	784841.13	9214117.72	2800.97	T248
201	784757.30	9214018.24	2803.23	T201	249	784846.95	9214128.40	2801.39	T249
202	784764.57	9214010.71	2808.85	T202	250	784830.52	9214133.20	2801.61	T250
203	784770.69	9214004.08	2806.54	T203	251	784818.85	9214137.05	2797.27	T251
204	784776.78	9214010.50	2804.71	T204	252	784809.26	9214139.55	2793.48	T252
205	784775.60	9214016.58	2807.10	T205	253	784812.42	9214149.01	2793.32	T253
206	784768.62	9214024.01	2801.22	T206	254	784822.84	9214145.79	2798.10	T254
207	784757.31	9214036.17	2797.37	T207	255	784833.20	9214143.22	2802.22	T255
208	784762.84	9214041.78	2796.88	T208	256	784841.38	9214139.79	2803.58	T256
209	784772.95	9214031.43	2797.87	T209	257	784843.94	9214152.25	2804.26	T257
210	784781.72	9214022.97	2805.24	T210	258	784833.11	9214155.55	2800.88	T258
211	784786.88	9214017.02	2801.25	T211	259	784821.14	9214159.57	2795.10	T259
212	784795.33	9214024.05	2798.64	T212	260	784814.76	9214159.81	2793.03	T260
213	784789.77	9214030.84	2802.64	T213	261	784817.39	9214168.37	2793.09	T261
214	784783.49	9214038.27	2797.43	T214	262	784827.46	9214165.77	2797.59	T262
215	784772.04	9214050.62	2796.44	T215	263	784836.24	9214163.44	2801.45	T263
216	784776.93	9214055.64	2796.23	T216	264	784853.44	9214159.05	2804.98	T264
217	784789.00	9214045.50	2796.90	T217	265	784854.87	9214168.30	2805.79	T265
218	784798.80	9214037.40	2799.17	T218	266	784843.31	9214170.98	2803.50	T266
219	784805.35	9214030.92	2795.40	T219	267	784830.95	9214175.82	2798.79	T267
220	784815.27	9214045.67	2795.36	T220	268	784820.69	9214179.39	2793.24	T268
221	784806.52	9214050.28	2796.38	T221	269	784822.76	9214187.00	2793.31	T269
222	784785.57	9214064.98	2796.00	T222	270	784833.78	9214183.35	2800.68	T270
223	784789.40	9214072.13	2795.95	T223	271	784845.90	9214178.40	2803.28	T271
224	784806.94	9214061.81	2796.03	T224	272	784857.75	9214175.97	2806.15	T272
225	784816.79	9214061.53	2796.04	T225	273	784857.94	9214184.70	2805.22	T273
226	784822.36	9214058.13	2795.53	T226	274	784841.81	9214191.25	2801.16	T274
227	784826.38	9214073.38	2795.70	T227	275	784833.52	9214194.83	2796.82	T275
228	784813.27	9214080.63	2795.24	T228	276	784826.11	9214196.70	2793.78	T276
229	784794.67	9214084.16	2795.41	T229	277	784830.02	9214206.24	2794.79	T277
230	784795.09	9214091.22	2794.04	T230	278	784843.48	9214200.69	2800.82	T278
231	784812.38	9214087.10	2793.92	T231	279	784850.67	9214198.84	2801.85	T279
232	784823.11	9214084.35	2795.25	T232	280	784862.47	9214198.68	2803.33	T280
233	784831.53	9214082.29	2796.60	T233	281	784859.75	9214211.57	2801.22	T281
234	784832.55	9214094.51	2798.80	T234	282	784844.69	9214214.45	2798.97	T282
235	784817.14	9214095.63	2797.41	T235	283	784836.49	9214215.38	2796.90	T283
236	784798.31	9214099.72	2794.74	T236	284	784831.63	9214217.09	2793.85	T284
237	784799.96	9214110.87	2794.07	T237	285	784832.32	9214225.90	2793.30	T285
238	784813.64	9214107.43	2798.78	T238	286	784843.67	9214225.52	2795.34	T286
239	784825.16	9214105.08	2800.13	T239	287	784857.78	9214225.94	2797.48	T287
240	784836.27	9214101.95	2799.20	T240	288	784866.68	9214225.30	2797.75	T288



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN	PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
289	784879.98	9214234.61	2797.19	T289	337	784938.13	9214296.47	2790.93	T337
290	784864.13	9214231.51	2795.22	T290	338	784946.92	9214289.30	2793.57	T338
291	784855.20	9214233.61	2793.13	T291	339	784953.25	9214286.20	2801.49	T339
292	784843.04	9214239.47	2787.82	T292	340	784962.98	9214294.05	2801.05	T340
293	784833.16	9214238.30	2787.71	T293	341	784957.62	9214297.46	2797.26	T341
294	784831.84	9214246.18	2792.01	T294	342	784946.18	9214307.22	2790.48	T342
295	784838.09	9214246.66	2789.77	T295	343	784920.24	9214322.08	2794.01	T343
296	784844.67	9214245.44	2787.95	T296	344	784926.81	9214328.97	2794.41	T344
297	784857.08	9214244.77	2787.98	T297	345	784920.29	9214332.86	2796.82	T345
298	784865.92	9214238.58	2793.05	T298	346	784913.34	9214338.42	2801.21	T346
299	784876.95	9214238.97	2794.78	T299	347	784903.22	9214349.15	2804.93	T347
300	784874.45	9214245.83	2791.37	T300	348	784928.79	9214339.92	2795.56	T348
301	784835.21	9214254.49	2792.02	T301	349	784920.53	9214345.78	2800.55	T349
302	784842.43	9214259.70	2792.29	T302	350	784909.50	9214358.61	2806.66	T350
303	784846.84	9214252.40	2788.73	T303	351	784916.77	9214363.58	2806.68	T351
304	784856.31	9214249.66	2788.31	T304	352	784924.61	9214355.71	2802.76	T352
305	784852.81	9214263.18	2792.37	T305	353	784930.74	9214349.65	2797.32	T353
306	784859.23	9214254.79	2789.14	T306	354	784935.45	9214347.56	2795.21	T354
307	784860.84	9214268.15	2792.81	T307	355	784939.23	9214357.21	2795.33	T355
308	784863.01	9214259.97	2789.69	T308	356	784933.80	9214360.33	2798.56	T356
309	784870.12	9214250.87	2787.91	T309	357	784928.19	9214366.12	2804.85	T357
310	784872.48	9214271.54	2792.46	T310	358	784917.67	9214374.63	2810.16	T358
311	784865.33	9214254.81	2788.63	T311	359	784924.49	9214380.62	2810.44	T359
312	784877.95	9214258.69	2788.63	T312	360	784934.53	9214372.46	2802.89	T360
313	784882.11	9214245.83	2793.12	T313	361	784938.35	9214368.55	2798.61	T361
314	784890.12	9214236.44	2798.36	T314	362	784945.64	9214365.24	2794.96	T362
315	784896.91	9214243.21	2797.32	T315	363	784947.84	9214373.76	2795.42	T363
316	784894.58	9214254.58	2792.90	T316	364	784942.54	9214377.62	2799.00	T364
317	784885.58	9214266.09	2789.85	T317	365	784938.57	9214381.10	2803.14	T365
318	784879.93	9214279.31	2793.37	T318	366	784933.36	9214385.22	2810.14	T366
319	784887.96	9214285.22	2794.01	T319	367	784941.74	9214393.51	2810.84	T367
320	784892.20	9214281.07	2792.82	T320	368	784945.91	9214389.62	2804.79	T368
321	784905.74	9214260.76	2793.60	T321	369	784950.36	9214386.16	2798.70	T369
322	784912.22	9214252.73	2799.09	T322	370	784953.71	9214383.41	2796.73	T370
323	784920.77	9214259.86	2799.72	T323	371	784959.49	9214389.51	2796.44	T371
324	784914.45	9214269.89	2793.02	T324	372	784956.20	9214393.49	2798.85	T372
325	784901.10	9214281.59	2789.96	T325	373	784952.38	9214397.34	2804.74	T373
326	784895.13	9214289.74	2794.29	T326	374	784947.80	9214400.81	2810.91	T374
327	784902.56	9214295.69	2794.31	T327	375	784958.81	9214412.08	2810.25	T375
328	784910.20	9214288.93	2791.22	T328	376	784962.16	9214405.87	2804.70	T376
329	784923.91	9214278.82	2791.46	T329	377	784964.87	9214400.25	2798.12	T377
330	784931.38	9214268.93	2800.64	T330	378	784967.74	9214397.56	2796.48	T378
331	784941.88	9214278.93	2800.88	T331	379	784975.27	9214400.22	2796.61	T379
332	784940.06	9214282.35	2796.86	T332	380	784973.25	9214406.43	2800.85	T380
333	784936.76	9214283.33	2792.34	T333	381	784970.10	9214413.38	2806.41	T381
334	784917.35	9214296.88	2790.75	T334	382	784966.25	9214421.27	2810.74	T382
335	784909.38	9214304.63	2794.06	T335	383	784977.05	9214425.61	2810.67	T383
336	784915.72	9214312.90	2793.14	T336	384	784984.18	9214419.45	2807.25	T384



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN	PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
385	784982.68	9214412.35	2803.46	T385	433	785101.87	9214427.20	2802.99	T433
386	784984.44	9214407.27	2798.29	T386	434	785099.95	9214420.89	2798.97	T434
387	784994.08	9214412.06	2799.59	T387	435	785108.43	9214417.87	2798.82	T435
388	784991.65	9214417.23	2806.20	T388	436	785112.19	9214422.14	2801.14	T436
389	784993.54	9214423.65	2809.07	T389	437	785111.22	9214426.22	2805.53	T437
390	784987.57	9214429.50	2812.47	T390	438	785114.57	9214429.41	2810.71	T438
391	784995.28	9214432.88	2814.68	T391	439	785123.40	9214426.12	2810.90	T439
392	784998.86	9214426.70	2810.96	T392	440	785122.12	9214421.73	2805.04	T440
393	785000.86	9214420.22	2806.41	T393	441	785118.11	9214418.09	2799.73	T441
394	785003.17	9214415.16	2799.62	T394	442	785118.60	9214413.70	2798.44	T442
395	785012.08	9214418.98	2799.91	T395	443	785126.92	9214410.09	2798.03	T443
396	785009.75	9214422.16	2804.75	T396	444	785130.10	9214413.86	2799.36	T444
397	785011.53	9214427.05	2809.20	T397	445	785130.28	9214418.65	2805.09	T445
398	785008.53	9214430.69	2812.84	T398	446	785135.06	9214421.85	2808.73	T446
399	785021.50	9214435.72	2810.87	T399	447	785144.73	9214419.23	2807.17	T447
400	785020.34	9214431.92	2807.17	T400	448	785140.54	9214414.88	2802.91	T448
401	785019.68	9214426.61	2804.41	T401	449	785138.35	9214409.31	2798.53	T449
402	785021.82	9214421.53	2800.22	T402	450	785136.47	9214405.68	2797.22	T450
403	785031.61	9214425.65	2801.37	T403	451	785145.63	9214401.73	2796.77	T451
404	785029.59	9214431.72	2803.18	T404	452	785148.75	9214406.04	2798.71	T452
405	785030.97	9214437.17	2808.88	T405	453	785151.13	9214412.87	2804.79	T453
406	785027.73	9214441.74	2815.26	T406	454	785153.22	9214418.77	2808.97	T454
407	785040.10	9214442.27	2817.26	T407	455	785154.85	9214396.40	2796.57	T455
408	785040.85	9214436.70	2812.87	T408	456	785158.50	9214404.54	2799.15	T456
409	785039.83	9214430.51	2802.81	T409	457	785161.29	9214411.33	2803.02	T457
410	785040.75	9214427.78	2801.27	T410	458	785163.80	9214419.43	2809.03	T458
411	785051.32	9214430.90	2800.28	T411	459	785173.38	9214415.45	2803.06	T459
412	785050.56	9214435.46	2808.63	T412	460	785169.75	9214408.70	2800.36	T460
413	785051.51	9214440.29	2815.39	T413	461	785168.69	9214400.64	2797.75	T461
414	785049.75	9214444.20	2818.86	T414	462	785164.90	9214394.48	2796.74	T462
415	785062.66	9214444.68	2818.50	T415	463	785174.29	9214390.66	2796.85	T463
416	785061.03	9214440.02	2814.48	T416	464	785177.06	9214399.22	2797.57	T464
417	785061.33	9214435.83	2805.18	T417	465	785181.13	9214410.15	2800.92	T465
418	785061.44	9214431.04	2800.16	T418	466	785180.71	9214419.89	2804.80	T466
419	785069.69	9214429.32	2800.83	T419	467	785188.55	9214410.30	2803.06	T467
420	785071.94	9214433.08	2802.67	T420	468	785188.14	9214404.93	2800.88	T468
421	785070.29	9214439.03	2812.61	T421	469	785185.81	9214399.72	2798.35	T469
422	785072.93	9214445.04	2818.95	T422	470	785184.05	9214392.44	2796.49	T470
423	785084.51	9214443.43	2817.12	T423	471	785194.31	9214393.49	2797.48	T471
424	785083.08	9214438.97	2811.22	T424	472	785194.65	9214400.27	2798.42	T472
425	785081.28	9214434.06	2804.18	T425	473	785194.37	9214408.87	2801.71	T473
426	785080.86	9214426.24	2800.25	T426	474	785195.97	9214413.95	2802.98	T474
427	785089.47	9214423.18	2799.02	T427	475	785200.73	9214417.07	2802.86	T475
428	785092.90	9214431.20	2804.80	T428	476	785201.01	9214409.85	2800.72	T476
429	785094.74	9214436.12	2811.07	T429	477	785203.17	9214400.02	2798.19	T477
430	785096.15	9214439.33	2815.30	T430	478	785211.82	9214402.16	2798.93	T478
431	785104.76	9214435.14	2813.25	T431	479	785207.78	9214415.03	2801.32	T479
432	785102.34	9214432.06	2808.85	T432	480	785203.81	9214427.25	2808.78	T480



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN	PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
481	785211.28	9214429.60	2806.66	T481	529	785315.15	9214485.21	2814.98	T529
482	785214.82	9214423.82	2802.54	T482	530	785317.59	9214480.67	2810.81	T530
483	785216.55	9214410.91	2799.62	T483	531	785318.46	9214474.97	2805.90	T531
484	785220.16	9214405.73	2798.81	T484	532	785319.68	9214470.61	2804.85	T532
485	785227.01	9214413.73	2799.15	T485	533	785328.32	9214475.20	2804.89	T533
486	785224.29	9214422.92	2800.89	T486	534	785326.50	9214481.74	2808.46	T534
487	785217.34	9214431.98	2805.43	T487	535	785325.21	9214486.48	2812.83	T535
488	785213.86	9214437.95	2814.54	T488	536	785323.21	9214490.48	2817.16	T536
489	785223.20	9214441.43	2812.78	T489	537	785333.13	9214494.03	2816.79	T537
490	785226.28	9214436.76	2805.01	T490	538	785334.64	9214489.23	2812.82	T538
491	785232.53	9214426.97	2800.57	T491	539	785334.96	9214483.79	2805.73	T539
492	785234.05	9214420.25	2799.38	T492	540	785337.09	9214480.49	2805.58	T540
493	785242.28	9214426.57	2799.85	T493	541	785345.49	9214485.22	2806.37	T541
494	785238.27	9214434.11	2801.50	T494	542	785344.47	9214492.02	2810.69	T542
495	785234.98	9214441.36	2804.74	T495	543	785343.35	9214495.40	2817.03	T543
496	785232.34	9214445.08	2810.64	T496	544	785341.58	9214497.98	2820.64	T544
497	785241.15	9214449.73	2811.11	T497	545	785353.14	9214500.13	2822.03	T545
498	785243.41	9214444.98	2805.06	T498	546	785354.66	9214497.25	2819.52	T546
499	785246.81	9214441.00	2801.48	T499	547	785354.83	9214494.81	2812.54	T547
500	785250.75	9214432.82	2800.09	T500	548	785355.94	9214490.26	2806.68	T548
501	785258.34	9214440.36	2801.27	T501	549	785365.58	9214491.38	2805.98	T549
502	785251.81	9214446.50	2803.03	T502	550	785365.04	9214494.28	2808.86	T550
503	785251.86	9214452.59	2809.10	T503	551	785364.84	9214497.41	2816.76	T551
504	785247.30	9214454.26	2813.15	T504	552	785364.92	9214499.60	2821.42	T552
505	785258.31	9214458.70	2811.09	T505	553	785375.56	9214505.99	2818.75	T553
506	785260.82	9214455.54	2806.72	T506	554	785377.12	9214501.54	2815.37	T554
507	785265.20	9214449.74	2802.69	T507	555	785376.76	9214496.86	2811.04	T555
508	785266.38	9214443.97	2801.19	T508	556	785375.20	9214492.32	2805.45	T556
509	785273.60	9214450.28	2801.54	T509	557	785385.86	9214492.26	2805.03	T557
510	785270.63	9214458.29	2806.35	T510	558	785384.99	9214499.79	2809.19	T558
511	785270.34	9214463.93	2810.52	T511	559	785384.76	9214505.32	2815.60	T559
512	785266.60	9214467.56	2814.87	T512	560	785384.27	9214510.10	2821.05	T560
513	785278.03	9214470.51	2815.21	T513	561	785394.29	9214510.98	2821.15	T561
514	785280.92	9214465.62	2810.53	T514	562	785393.99	9214503.40	2813.17	T562
515	785281.92	9214460.25	2806.00	T515	563	785395.85	9214497.77	2807.29	T563
516	785282.99	9214453.87	2802.52	T516	564	785394.87	9214490.95	2804.62	T564
517	785292.62	9214459.71	2803.12	T517	565	785404.81	9214491.54	2804.89	T565
518	785290.02	9214466.06	2806.90	T518	566	785405.80	9214499.06	2808.94	T566
519	785286.60	9214470.68	2812.47	T519	567	785405.62	9214506.43	2816.84	T567
520	785287.25	9214477.77	2817.06	T520	568	785404.37	9214510.52	2820.92	T568
521	785297.16	9214476.29	2812.81	T521	569	785416.29	9214508.26	2818.73	T569
522	785297.78	9214472.08	2808.82	T522	570	785416.83	9214502.97	2813.54	T570
523	785299.71	9214468.08	2804.70	T523	571	785416.65	9214497.17	2807.19	T571
524	785301.05	9214462.91	2803.12	T524	572	785415.92	9214491.62	2804.02	T572
525	785310.93	9214467.55	2804.04	T525	573	785426.69	9214491.81	2804.02	T573
526	785309.15	9214473.37	2806.78	T526	574	785425.82	9214498.53	2808.70	T574
527	785305.26	9214476.93	2811.04	T527	575	785426.66	9214505.92	2816.79	T575
528	785305.84	9214482.07	2815.33	T528	576	785426.79	9214510.23	2821.26	T576



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN	PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
577	785436.88	9214508.55	2818.80	T577	625	785549.21	9214537.66	2810.61	T625
578	785437.23	9214503.86	2814.82	T578	626	785545.86	9214534.33	2808.43	T626
579	785437.10	9214500.25	2810.82	T579	627	785547.11	9214531.12	2806.38	T627
580	785437.37	9214494.47	2805.64	T580	628	785545.40	9214526.77	2805.04	T628
581	785446.73	9214493.67	2805.33	T581	629	785567.35	9214538.15	2809.19	T629
582	785446.10	9214500.26	2811.01	T582	630	785567.06	9214531.86	2805.55	T630
583	785445.52	9214505.53	2816.73	T583	631	785557.74	9214529.02	2805.15	T631
584	785446.26	9214511.69	2821.30	T584	632	785556.45	9214523.00	2804.00	T632
585	785454.65	9214510.71	2820.93	T585	633	785566.95	9214519.59	2803.62	T633
586	785455.57	9214505.13	2815.23	T586	634	785570.28	9214530.46	2805.17	T634
587	785455.52	9214499.78	2808.85	T587	635	785572.03	9214538.10	2808.69	T635
588	785454.79	9214492.51	2804.83	T588	636	785571.26	9214543.70	2812.98	T636
589	785465.33	9214495.17	2805.04	T589	637	785586.68	9214534.84	2807.56	T637
590	785463.83	9214503.34	2810.96	T590	638	785589.13	9214542.24	2814.00	T638
591	785463.57	9214508.31	2817.24	T591	639	785583.34	9214522.23	2804.53	T639
592	785463.72	9214513.77	2822.66	T592	640	785575.35	9214515.67	2803.05	T640
593	785472.92	9214516.04	2823.05	T593	641	785584.50	9214512.43	2803.43	T641
594	785473.82	9214508.55	2815.08	T594	642	785590.25	9214518.85	2804.57	T642
595	785474.02	9214504.67	2809.09	T595	643	785595.37	9214529.86	2807.36	T643
596	785473.32	9214499.39	2805.51	T596	644	785600.90	9214538.84	2812.88	T644
597	785483.24	9214503.98	2805.66	T597	645	785615.35	9214534.28	2810.74	T645
598	785481.15	9214508.16	2811.50	T598	646	785609.41	9214527.03	2808.59	T646
599	785481.05	9214511.96	2816.73	T599	647	785608.59	9214518.07	2806.42	T647
600	785481.01	9214517.99	2824.53	T600	648	785604.29	9214505.65	2804.33	T648
601	785484.48	9214519.52	2825.36	T601	649	785611.51	9214503.67	2804.54	T649
602	785486.84	9214516.39	2818.93	T602	650	785617.77	9214516.46	2806.78	T650
603	785489.34	9214511.74	2809.03	T603	651	785618.38	9214526.89	2808.96	T651
604	785491.12	9214508.21	2805.88	T604	652	785618.52	9214538.37	2811.15	T652
605	785498.95	9214514.33	2806.66	T605	653	785632.15	9214536.95	2811.13	T653
606	785496.58	9214518.98	2810.99	T606	654	785629.42	9214526.35	2808.60	T654
607	785493.85	9214523.13	2818.84	T607	655	785627.37	9214509.23	2806.21	T655
608	785490.28	9214526.78	2826.69	T608	656	785622.23	9214501.49	2804.22	T656
609	785498.96	9214533.43	2824.81	T609	657	785631.96	9214501.24	2804.94	T657
610	785502.37	9214528.99	2816.56	T610	658	785634.31	9214515.07	2806.60	T658
611	785504.42	9214525.24	2810.99	T611	659	785639.67	9214528.73	2810.72	T659
612	785506.49	9214520.72	2807.10	T612	660	785640.26	9214533.79	2815.07	T660
613	785514.73	9214525.29	2807.21	T613	661	785642.89	9214531.68	2814.88	T661
614	785514.92	9214530.35	2810.60	T614	662	785642.60	9214526.64	2810.66	T662
615	785513.17	9214535.30	2817.08	T615	663	785641.54	9214518.60	2806.65	T663
616	785511.24	9214539.41	2822.74	T616	664	785641.21	9214504.90	2804.92	T664
617	785523.98	9214541.84	2820.83	T617	665	785651.70	9214505.86	2804.49	T665
618	785525.34	9214537.65	2816.44	T618	666	785650.12	9214512.91	2805.31	T666
619	785525.48	9214533.36	2810.60	T619	667	785650.86	9214519.83	2806.84	T667
620	785526.43	9214528.49	2806.61	T620	668	785650.21	9214525.95	2812.99	T668
621	785536.28	9214528.06	2804.92	T621	669	785650.49	9214528.92	2814.98	T669
622	785536.94	9214534.61	2808.41	T622	670	785659.06	9214526.03	2815.27	T670
623	785537.84	9214540.25	2813.20	T623	671	785659.12	9214521.23	2808.68	T671
624	785536.43	9214542.31	2815.77	T624	672	785659.69	9214515.95	2805.67	T672



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN	PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
673	785660.42	9214509.30	2804.87	T673	721	785765.45	9214576.02	2809.46	T721
674	785671.26	9214510.44	2805.04	T674	722	785761.96	9214582.06	2811.14	T722
675	785668.06	9214520.01	2808.83	T675	723	785760.25	9214587.81	2812.83	T723
676	785667.54	9214525.23	2815.40	T676	724	785746.24	9214585.52	2814.71	T724
677	785667.54	9214527.48	2818.63	T677	725	785754.96	9214592.88	2814.37	T725
678	785676.62	9214529.68	2820.84	T678	726	785761.44	9214597.66	2814.01	T726
679	785677.37	9214522.51	2815.33	T679	727	785764.93	9214592.13	2812.72	T727
680	785678.83	9214518.68	2810.60	T680	728	785769.33	9214586.62	2810.79	T728
681	785678.81	9214512.38	2806.11	T681	729	785772.50	9214580.02	2809.52	T729
682	785688.81	9214514.67	2806.48	T682	730	785779.86	9214587.82	2810.03	T730
683	785688.52	9214521.03	2812.63	T683	731	785775.34	9214593.46	2811.12	T731
684	785685.94	9214525.18	2816.85	T684	732	785769.16	9214597.24	2812.77	T732
685	785686.91	9214531.01	2821.13	T685	733	785762.81	9214601.24	2813.79	T733
686	785697.36	9214531.82	2820.82	T686	734	785767.06	9214605.28	2813.56	T734
687	785696.68	9214526.67	2816.52	T687	735	785774.53	9214601.37	2811.63	T735
688	785698.24	9214522.33	2810.73	T688	736	785779.01	9214598.66	2809.99	T736
689	785698.63	9214515.98	2806.47	T689	737	785783.64	9214595.78	2810.04	T737
690	785706.67	9214519.74	2807.26	T690	738	785784.33	9214606.81	2811.14	T738
691	785707.70	9214525.39	2810.79	T691	739	785773.51	9214611.10	2812.59	T739
692	785703.87	9214529.14	2817.04	T692	740	785766.61	9214612.34	2815.21	T740
693	785704.77	9214533.82	2820.92	T693	741	785762.66	9214614.61	2818.77	T741
694	785709.39	9214537.65	2821.05	T694	742	785769.64	9214622.40	2819.46	T742
695	785712.50	9214531.54	2816.77	T695	743	785776.46	9214620.57	2814.83	T743
696	785713.89	9214528.12	2808.88	T696	744	785780.85	9214618.36	2811.87	T744
697	785716.75	9214525.41	2807.26	T697	745	785785.28	9214616.71	2811.29	T745
698	785715.82	9214541.79	2820.18	T698	746	785790.04	9214626.62	2810.80	T746
699	785717.73	9214538.05	2815.50	T699	747	785781.82	9214627.75	2814.79	T747
700	785719.89	9214536.51	2808.83	T700	748	785777.74	9214629.62	2818.57	T748
701	785722.96	9214533.93	2807.24	T701	749	785772.79	9214632.97	2824.36	T749
702	785719.89	9214548.29	2819.28	T702	750	785780.77	9214645.28	2824.70	T750
703	785722.81	9214545.59	2813.05	T703	751	785784.21	9214641.03	2818.80	T751
704	785724.73	9214544.09	2808.88	T704	752	785790.36	9214639.01	2812.38	T752
705	785728.15	9214542.39	2807.39	T705	753	785793.30	9214634.48	2810.88	T753
706	785725.20	9214558.30	2818.28	T706	754	785800.78	9214643.30	2811.02	T754
707	785728.63	9214554.75	2812.74	T707	755	785795.51	9214647.44	2814.71	T755
708	785732.29	9214551.58	2807.70	T708	756	785793.26	9214652.39	2820.37	T756
709	785732.50	9214567.23	2814.42	T709	757	785790.70	9214656.33	2825.11	T757
710	785735.51	9214563.23	2810.74	T710	758	785804.73	9214661.17	2822.94	T758
711	785737.97	9214560.73	2808.16	T711	759	785802.39	9214664.78	2827.38	T759
712	785739.96	9214558.27	2807.77	T712	760	785806.06	9214655.06	2816.64	T760
713	785747.65	9214565.25	2808.06	T713	761	785808.45	9214650.40	2811.45	T761
714	785746.05	9214567.87	2808.80	T714	762	785818.31	9214654.69	2811.46	T762
715	785744.67	9214570.21	2811.35	T715	763	785816.27	9214659.28	2814.80	T763
716	785741.98	9214573.38	2813.46	T716	764	785815.78	9214666.18	2822.22	T764
717	785753.32	9214580.13	2812.58	T717	765	785813.33	9214670.70	2827.11	T765
718	785753.73	9214575.16	2810.69	T718	766	785826.01	9214675.49	2826.64	T766
719	785753.85	9214570.94	2808.24	T719	767	785826.21	9214666.71	2818.61	T767
720	785756.33	9214568.31	2808.57	T720	768	785826.64	9214661.41	2813.40	T768



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN	PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
769	785828.19	9214656.51	2811.24	T769	817	785937.62	9214708.65	2824.04	T817
770	785834.07	9214680.20	2828.61	T770	818	785943.09	9214701.99	2817.09	T818
771	785836.02	9214671.98	2822.70	T771	819	785946.65	9214698.67	2811.25	T819
772	785836.30	9214664.25	2814.54	T772	820	785951.73	9214707.34	2810.06	T820
773	785837.53	9214658.83	2811.27	T773	821	785948.91	9214709.82	2810.32	T821
774	785845.25	9214661.44	2811.35	T774	822	785944.62	9214713.27	2815.13	T822
775	785846.00	9214667.98	2815.41	T775	823	785940.60	9214716.38	2821.19	T823
776	785844.51	9214672.55	2821.24	T776	824	785939.71	9214732.84	2824.85	T824
777	785844.73	9214682.53	2829.14	T777	825	785949.19	9214729.91	2816.96	T825
778	785852.06	9214684.44	2828.92	T778	826	785954.79	9214725.23	2811.32	T826
779	785853.77	9214676.99	2822.85	T779	827	785962.41	9214722.61	2810.56	T827
780	785855.74	9214670.61	2814.81	T780	828	785943.32	9214756.69	2835.30	T828
781	785856.62	9214664.30	2811.32	T781	829	785951.53	9214752.52	2826.69	T829
782	785864.65	9214667.17	2811.52	T782	830	785957.05	9214749.33	2816.76	T830
783	785865.66	9214673.24	2814.80	T783	831	785970.87	9214743.15	2812.34	T831
784	785861.87	9214681.13	2824.59	T784	832	785979.33	9214748.55	2811.33	T832
785	785864.22	9214687.78	2828.98	T785	833	785972.81	9214758.51	2817.07	T833
786	785876.47	9214684.54	2825.02	T786	834	785964.79	9214766.83	2828.54	T834
787	785874.10	9214678.66	2820.52	T787	835	785955.31	9214773.88	2835.09	T835
788	785876.28	9214673.66	2812.15	T788	836	785965.12	9214779.46	2832.89	T836
789	785876.17	9214668.84	2811.36	T789	837	785975.16	9214769.78	2824.64	T837
790	785884.83	9214669.96	2811.41	T790	838	785982.40	9214763.64	2816.91	T838
791	785885.81	9214676.45	2816.54	T791	839	785986.96	9214756.92	2811.63	T839
792	785884.23	9214682.13	2822.73	T792	840	785991.82	9214766.06	2812.51	T840
793	785882.11	9214693.69	2826.69	T793	841	785987.66	9214776.66	2814.28	T841
794	785892.27	9214691.84	2822.48	T794	842	785982.21	9214781.95	2818.89	T842
795	785894.68	9214682.77	2821.23	T795	843	785969.97	9214794.37	2831.13	T843
796	785895.52	9214678.63	2816.63	T796	844	785983.78	9214805.31	2827.06	T844
797	785895.87	9214673.30	2811.69	T797	845	785990.71	9214794.95	2820.61	T845
798	785903.54	9214673.69	2811.41	T798	846	785998.42	9214785.75	2815.46	T846
799	785905.67	9214679.13	2814.77	T799	847	786002.18	9214779.24	2813.61	T847
800	785905.36	9214683.75	2818.63	T800	848	786008.12	9214788.29	2814.70	T848
801	785902.45	9214694.75	2820.72	T801	849	785998.11	9214802.15	2820.53	T849
802	785914.79	9214695.77	2818.52	T802	850	785992.36	9214812.75	2827.21	T850
803	785913.87	9214686.49	2816.75	T803	851	785987.42	9214819.20	2833.16	T851
804	785914.84	9214679.54	2812.93	T804	852	785976.50	9214811.31	2834.00	T852
805	785915.74	9214675.49	2811.15	T805	853	786002.74	9214823.62	2831.27	T853
806	785922.89	9214678.82	2811.20	T806	854	786009.27	9214814.66	2824.61	T854
807	785922.34	9214687.60	2814.65	T807	855	786014.03	9214807.57	2818.94	T855
808	785919.11	9214699.83	2818.84	T808	856	786020.04	9214816.03	2820.87	T856
809	785923.95	9214696.47	2816.75	T809	857	786017.03	9214825.92	2829.01	T857
810	785929.59	9214687.92	2812.70	T810	858	786012.48	9214833.70	2834.66	T858
811	785932.71	9214685.03	2811.50	T811	859	786028.27	9214841.53	2834.81	T859
812	785938.33	9214690.42	2811.25	T812	860	786033.95	9214830.19	2828.65	T860
813	785937.00	9214695.06	2813.01	T813	861	786037.50	9214821.87	2822.91	T861
814	785931.84	9214698.06	2817.24	T814	862	786041.52	9214815.22	2817.85	T862
815	785927.38	9214705.18	2820.75	T815	863	786051.32	9214822.30	2819.40	T863
816	785933.41	9214711.80	2825.14	T816	864	786045.70	9214830.90	2826.81	T864



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN	PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
865	786040.12	9214842.13	2832.93	T865	913	786154.00	9214882.83	2833.28	T913
866	786037.68	9214850.13	2837.17	T866	914	786152.47	9214893.47	2844.78	T914
867	786050.75	9214854.21	2839.03	T867	915	786163.96	9214891.72	2840.24	T915
868	786053.72	9214843.46	2832.72	T868	916	786165.15	9214885.67	2833.41	T916
869	786055.81	9214835.38	2827.39	T869	917	786165.89	9214878.65	2826.23	T917
870	786057.69	9214827.12	2819.63	T870	918	786166.91	9214872.77	2821.49	T918
871	786065.60	9214831.95	2819.67	T871	919	786175.45	9214876.07	2821.79	T919
872	786063.25	9214839.13	2826.94	T872	920	786176.05	9214883.59	2828.63	T920
873	786061.43	9214848.93	2834.63	T873	921	786174.26	9214889.76	2835.36	T921
874	786060.15	9214860.42	2842.73	T874	922	786173.08	9214896.87	2843.22	T922
875	786066.23	9214861.18	2842.73	T875	923	786183.78	9214899.81	2842.99	T923
876	786069.71	9214851.90	2835.14	T876	924	786186.52	9214893.47	2836.47	T924
877	786070.87	9214843.49	2826.85	T877	925	786185.44	9214887.27	2830.64	T925
878	786072.92	9214838.47	2820.43	T878	926	786186.59	9214877.44	2821.53	T926
879	786080.96	9214843.60	2820.95	T879	927	786195.62	9214878.80	2821.08	T927
880	786079.24	9214848.35	2826.83	T880	928	786193.93	9214885.58	2826.29	T928
881	786076.61	9214855.63	2834.93	T881	929	786193.64	9214894.79	2835.11	T929
882	786071.29	9214866.67	2844.84	T882	930	786192.85	9214902.37	2842.64	T930
883	786081.36	9214868.88	2842.84	T883	931	786201.86	9214909.15	2846.54	T931
884	786085.88	9214861.04	2834.96	T884	932	786203.14	9214901.30	2839.13	T932
885	786088.29	9214853.67	2826.85	T885	933	786204.02	9214892.74	2831.09	T933
886	786089.49	9214848.05	2821.06	T886	934	786205.10	9214883.45	2822.12	T934
887	786098.94	9214854.42	2821.34	T887	935	786215.07	9214883.76	2820.64	T935
888	786097.13	9214859.26	2827.25	T888	936	786214.07	9214892.04	2826.87	T936
889	786094.77	9214863.75	2832.66	T889	937	786212.92	9214902.25	2835.13	T937
890	786091.24	9214871.84	2841.33	T890	938	786210.59	9214911.49	2842.99	T938
891	786102.78	9214881.11	2844.86	T891	939	786220.71	9214920.00	2844.69	T939
892	786105.23	9214871.49	2834.94	T892	940	786223.27	9214910.89	2836.84	T940
893	786106.60	9214865.52	2829.00	T893	941	786224.06	9214902.35	2829.63	T941
894	786107.97	9214859.40	2821.75	T894	942	786224.29	9214888.71	2822.27	T942
895	786117.82	9214862.33	2821.80	T895	943	786233.68	9214891.46	2822.79	T943
896	786116.58	9214868.64	2829.03	T896	944	786233.44	9214900.95	2827.60	T944
897	786113.99	9214875.81	2836.62	T897	945	786231.33	9214909.15	2832.94	T945
898	786112.74	9214884.00	2845.19	T898	946	786228.35	9214922.53	2842.24	T946
899	786123.25	9214886.24	2844.74	T899	947	786236.26	9214932.72	2846.37	T947
900	786125.71	9214876.31	2834.06	T900	948	786239.18	9214923.17	2838.87	T948
901	786125.87	9214870.91	2828.50	T901	949	786243.38	9214907.51	2827.29	T949
902	786125.89	9214864.67	2821.82	T902	950	786243.83	9214892.94	2822.00	T950
903	786137.76	9214866.63	2821.31	T903	951	786253.91	9214894.51	2819.84	T951
904	786135.53	9214874.73	2828.88	T904	952	786253.68	9214905.65	2824.01	T952
905	786135.12	9214881.85	2836.94	T905	953	786249.96	9214919.83	2833.03	T953
906	786134.21	9214889.18	2844.89	T906	954	786245.94	9214936.08	2845.20	T954
907	786142.72	9214891.54	2845.24	T907	955	786254.23	9214933.03	2842.96	T955
908	786144.07	9214882.36	2835.11	T908	956	786256.40	9214924.05	2834.69	T956
909	786145.52	9214875.01	2827.00	T909	957	786260.23	9214912.49	2824.81	T957
910	786147.53	9214868.80	2821.41	T910	958	786262.53	9214896.84	2819.27	T958
911	786156.86	9214871.07	2821.55	T911	959	786272.08	9214902.00	2819.72	T959
912	786155.56	9214877.41	2827.19	T912	960	786269.88	9214912.90	2822.71	T960



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN	PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
961	786265.19	9214925.29	2832.81	T961	1009	786350.65	9214882.69	2816.67	T1009
962	786262.26	9214932.89	2840.87	T962	1010	786379.13	9214905.89	2818.45	T1010
963	786268.75	9214940.36	2844.92	T963	1011	786377.46	9214895.60	2816.77	T1011
964	786271.78	9214930.70	2834.89	T964	1012	786372.94	9214887.97	2815.99	T1012
965	786276.29	9214918.97	2824.23	T965	1013	786373.48	9214877.45	2815.99	T1013
966	786281.58	9214907.78	2820.64	T966	1014	786391.90	9214873.54	2820.56	T1014
967	786290.53	9214910.86	2819.79	T967	1015	786391.91	9214886.20	2819.02	T1015
968	786285.98	9214923.19	2824.95	T968	1016	786391.53	9214899.43	2817.97	T1016
969	786283.08	9214932.22	2832.89	T969	1017	786389.84	9214908.32	2817.04	T1017
970	786278.91	9214942.37	2842.24	T970	1018	786398.20	9214901.15	2817.98	T1018
971	786286.54	9214949.57	2846.56	T971	1019	786406.15	9214892.02	2821.07	T1019
972	786291.65	9214936.99	2834.48	T972	1020	786408.88	9214876.16	2828.00	T1020
973	786295.80	9214925.59	2824.64	T973	1021	786420.46	9214883.61	2832.00	T1021
974	786298.81	9214915.24	2819.81	T974	1022	786414.23	9214894.21	2820.89	T1022
975	786307.67	9214918.38	2819.70	T975	1023	786408.93	9214901.90	2817.99	T1023
976	786305.28	9214926.64	2822.92	T976	1024	786398.06	9214913.22	2818.39	T1024
977	786303.53	9214937.12	2831.19	T977	1025	786404.66	9214921.01	2817.81	T1025
978	786298.10	9214951.95	2845.32	T978	1026	786415.53	9214910.22	2817.99	T1026
979	786314.26	9214955.99	2844.96	T979	1027	786423.15	9214904.52	2819.52	T1027
980	786312.02	9214945.05	2836.34	T980	1028	786432.45	9214897.28	2827.45	T1028
981	786318.18	9214932.00	2822.36	T981	1029	786439.91	9214906.18	2824.57	T1029
982	786316.01	9214921.19	2819.67	T982	1030	786432.65	9214913.33	2819.77	T1030
983	786327.42	9214924.43	2819.57	T983	1031	786421.56	9214921.35	2817.06	T1031
984	786325.76	9214936.05	2826.37	T984	1032	786411.50	9214928.79	2817.77	T1032
985	786326.03	9214945.47	2836.59	T985	1033	786416.27	9214937.45	2817.41	T1033
986	786321.32	9214957.88	2845.39	T986	1034	786427.17	9214929.94	2818.17	T1034
987	786335.40	9214959.15	2844.69	T987	1035	786437.62	9214923.18	2819.65	T1035
988	786336.94	9214947.29	2836.26	T988	1036	786447.30	9214918.37	2823.52	T1036
989	786336.51	9214934.08	2824.27	T989	1037	786454.96	9214927.21	2824.76	T1037
990	786335.22	9214925.79	2819.41	T990	1038	786447.23	9214931.53	2820.58	T1038
991	786347.95	9214928.18	2819.66	T991	1039	786431.89	9214942.62	2818.39	T1039
992	786348.07	9214940.57	2830.29	T992	1040	786421.95	9214947.08	2817.59	T1040
993	786344.82	9214948.32	2836.37	T993	1041	786426.82	9214955.13	2818.09	T1041
994	786345.26	9214955.57	2841.10	T994	1042	786432.07	9214951.75	2818.24	T1042
995	786358.57	9214952.10	2834.38	T995	1043	786445.03	9214942.53	2819.54	T1043
996	786358.04	9214944.22	2828.00	T996	1044	786459.13	9214936.26	2823.62	T1044
997	786358.40	9214932.79	2821.13	T997	1045	786466.08	9214943.47	2824.93	T1045
998	786356.70	9214924.03	2819.15	T998	1046	786461.32	9214945.55	2822.48	T1046
999	786364.86	9214918.01	2815.99	T999	1047	786454.53	9214951.06	2819.92	T1047
1000	786367.00	9214932.59	2817.43	T1000	1048	786433.03	9214964.40	2818.04	T1048
1001	786367.98	9214947.64	2826.68	T1001	1049	786437.39	9214971.80	2818.23	T1049
1002	786372.23	9214940.50	2818.04	T1002	1050	786456.41	9214961.06	2819.74	T1050
1003	786379.16	9214948.94	2822.67	T1003	1051	786464.93	9214952.82	2822.40	T1051
1004	786384.38	9214938.87	2815.14	T1004	1052	786472.41	9214949.69	2826.53	T1052
1005	786373.96	9214925.47	2815.92	T1005	1053	786476.04	9214954.34	2826.94	T1053
1006	786367.37	9214910.43	2816.74	T1006	1054	786472.18	9214956.21	2823.79	T1054
1007	786364.17	9214902.73	2815.69	T1007	1055	786465.82	9214962.23	2821.26	T1055
1008	786357.61	9214889.59	2816.59	T1008	1056	786443.29	9214979.28	2818.45	T1056



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN	PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1057	786447.80	9214988.13	2818.36	T1057	1105	786538.93	9215051.16	2823.86	T1105
1058	786458.18	9214977.74	2819.41	T1058	1106	786544.19	9215060.96	2824.36	T1106
1059	786468.35	9214968.82	2820.90	T1059	1107	786551.05	9215050.96	2829.70	T1107
1060	786475.67	9214962.12	2823.74	T1060	1108	786560.28	9215040.29	2843.39	T1108
1061	786483.30	9214966.42	2826.75	T1061	1109	786568.41	9215029.56	2853.90	T1109
1062	786479.89	9214970.82	2823.76	T1062	1110	786572.01	9215034.64	2851.08	T1110
1063	786473.16	9214978.70	2820.99	T1063	1111	786567.66	9215041.16	2846.63	T1111
1064	786458.43	9214994.83	2818.76	T1064	1112	786561.62	9215050.63	2836.52	T1112
1065	786463.15	9215001.94	2819.11	T1065	1113	786553.99	9215064.98	2824.01	T1113
1066	786476.29	9214984.84	2820.64	T1066	1114	786561.03	9215070.12	2824.01	T1114
1067	786485.51	9214976.55	2824.00	T1067	1115	786566.73	9215057.03	2833.26	T1115
1068	786488.88	9214970.54	2828.68	T1068	1116	786573.99	9215047.80	2843.03	T1116
1069	786495.36	9214976.22	2830.78	T1069	1117	786578.12	9215034.92	2852.62	T1117
1070	786492.27	9214979.30	2827.20	T1070	1118	786584.42	9215040.94	2848.97	T1118
1071	786488.41	9214984.85	2823.40	T1071	1119	786580.89	9215050.70	2842.57	T1119
1072	786471.93	9215009.65	2819.89	T1072	1120	786577.72	9215061.49	2834.80	T1120
1073	786480.16	9215012.94	2820.05	T1073	1121	786571.47	9215073.35	2824.11	T1121
1074	786493.61	9214994.85	2823.44	T1074	1122	786579.71	9215077.44	2825.02	T1122
1075	786499.02	9214986.62	2828.97	T1075	1123	786585.38	9215063.86	2836.82	T1123
1076	786502.68	9214979.57	2834.39	T1076	1124	786591.47	9215051.28	2844.64	T1124
1077	786510.53	9214983.78	2837.28	T1077	1125	786593.13	9215039.45	2852.58	T1125
1078	786506.30	9214990.22	2832.42	T1078	1126	786603.26	9215043.66	2852.68	T1126
1079	786502.77	9214998.72	2827.21	T1079	1127	786600.53	9215054.92	2846.26	T1127
1080	786491.17	9215017.75	2820.95	T1080	1128	786596.46	9215064.27	2840.49	T1128
1081	786497.40	9215022.92	2820.87	T1081	1129	786591.30	9215079.77	2825.65	T1129
1082	786506.67	9215010.50	2826.82	T1082	1130	786598.28	9215082.69	2825.75	T1130
1083	786513.43	9214998.81	2835.60	T1083	1131	786602.81	9215070.56	2839.58	T1131
1084	786518.39	9214991.44	2839.65	T1084	1132	786608.93	9215058.01	2848.38	T1132
1085	786528.22	9214998.73	2843.22	T1085	1133	786615.01	9215047.49	2856.69	T1133
1086	786524.28	9215005.34	2840.68	T1086	1134	786623.11	9215054.83	2856.47	T1134
1087	786515.27	9215018.57	2832.16	T1087	1135	786620.48	9215062.46	2850.99	T1135
1088	786506.09	9215029.63	2822.02	T1088	1136	786618.05	9215073.94	2843.66	T1136
1089	786513.44	9215035.39	2822.90	T1089	1137	786610.40	9215088.44	2825.64	T1137
1090	786525.20	9215019.37	2836.52	T1090	1138	786616.91	9215092.20	2825.57	T1138
1091	786533.55	9215013.01	2841.33	T1091	1139	786624.11	9215079.97	2842.26	T1139
1092	786539.90	9215006.18	2847.41	T1092	1140	786630.81	9215070.18	2850.06	T1140
1093	786546.59	9215014.39	2850.67	T1093	1141	786637.57	9215059.31	2860.07	T1141
1094	786539.72	9215021.66	2846.54	T1094	1142	786652.16	9215069.49	2860.22	T1142
1095	786533.68	9215027.75	2841.77	T1095	1143	786646.22	9215064.70	2860.47	T1143
1096	786525.49	9215038.23	2825.60	T1096	1144	786641.06	9215072.22	2854.68	T1144
1097	786521.35	9215042.92	2822.90	T1097	1145	786634.84	9215084.28	2842.39	T1145
1098	786528.84	9215047.89	2823.24	T1098	1146	786627.23	9215095.53	2826.37	T1146
1099	786536.59	9215038.49	2835.24	T1099	1147	786633.29	9215104.15	2824.82	T1147
1100	786544.83	9215030.61	2846.58	T1100	1148	786642.07	9215090.14	2841.11	T1148
1101	786555.95	9215018.94	2853.50	T1101	1149	786647.82	9215081.52	2852.26	T1149
1102	786561.99	9215025.52	2855.05	T1102	1150	786660.53	9215077.00	2860.67	T1150
1103	786555.73	9215029.91	2850.19	T1103	1151	786656.30	9215084.81	2854.85	T1151
1104	786550.00	9215038.02	2841.24	T1104	1152	786651.29	9215095.60	2842.55	T1152



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN	PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1153	786644.08	9215105.02	2826.69	T1153	1201	786751.04	9215171.18	2858.05	T1201
1154	786652.22	9215110.79	2825.59	T1154	1202	786743.98	9215176.72	2844.36	T1202
1155	786659.09	9215100.09	2841.37	T1155	1203	786737.53	9215181.80	2827.48	T1203
1156	786664.44	9215092.12	2854.68	T1156	1204	786742.47	9215188.48	2827.69	T1204
1157	786671.22	9215082.25	2860.39	T1157	1205	786750.48	9215182.19	2844.25	T1205
1158	786675.61	9215090.30	2861.45	T1158	1206	786757.84	9215177.44	2856.95	T1206
1159	786670.88	9215098.41	2852.69	T1159	1207	786765.17	9215173.99	2868.36	T1207
1160	786666.33	9215106.96	2838.23	T1160	1208	786771.01	9215180.22	2866.25	T1208
1161	786663.43	9215112.70	2829.21	T1161	1209	786763.94	9215185.76	2854.44	T1209
1162	786661.35	9215118.44	2824.94	T1162	1210	786759.62	9215189.50	2844.59	T1210
1163	786669.04	9215121.40	2825.04	T1163	1211	786752.00	9215194.90	2828.47	T1211
1164	786673.06	9215114.30	2835.56	T1164	1212	786754.43	9215204.59	2827.05	T1212
1165	786677.21	9215106.39	2850.22	T1165	1213	786763.54	9215197.79	2842.11	T1213
1166	786683.05	9215098.32	2862.14	T1166	1214	786771.76	9215193.07	2856.90	T1214
1167	786692.18	9215104.75	2862.31	T1167	1215	786779.58	9215185.75	2863.74	T1215
1168	786686.06	9215110.13	2854.93	T1168	1216	786787.62	9215193.78	2860.15	T1216
1169	786683.61	9215117.69	2840.36	T1169	1217	786780.32	9215198.24	2856.14	T1217
1170	786678.43	9215124.16	2825.74	T1170	1218	786773.50	9215204.96	2848.59	T1218
1171	786686.14	9215131.13	2824.87	T1171	1219	786762.21	9215211.93	2828.51	T1219
1172	786692.71	9215122.51	2842.98	T1172	1220	786766.63	9215220.31	2829.80	T1220
1173	786698.56	9215115.98	2860.49	T1173	1221	786776.84	9215212.65	2844.00	T1221
1174	786702.71	9215111.33	2862.33	T1174	1222	786789.56	9215206.10	2853.05	T1222
1175	786709.71	9215120.50	2863.47	T1175	1223	786798.85	9215198.09	2858.70	T1223
1176	786704.35	9215125.54	2852.36	T1176	1224	786805.31	9215207.53	2854.57	T1224
1177	786701.51	9215132.40	2838.58	T1177	1225	786793.38	9215213.84	2848.77	T1225
1178	786695.09	9215137.30	2825.20	T1178	1226	786782.11	9215223.04	2834.68	T1226
1179	786702.47	9215144.15	2825.09	T1179	1227	786774.60	9215229.13	2829.99	T1227
1180	786709.58	9215135.87	2842.66	T1180	1228	786779.56	9215236.10	2830.01	T1228
1181	786715.24	9215129.50	2858.47	T1181	1229	786788.19	9215229.39	2835.17	T1229
1182	786719.46	9215126.94	2863.45	T1182	1230	786800.25	9215220.40	2846.15	T1230
1183	786727.71	9215133.42	2863.74	T1183	1231	786809.39	9215213.78	2850.88	T1231
1184	786722.44	9215139.06	2850.92	T1184	1232	786811.34	9215222.28	2846.61	T1232
1185	786718.77	9215143.74	2840.65	T1185	1233	786801.39	9215230.47	2841.43	T1233
1186	786712.65	9215148.53	2826.33	T1186	1234	786794.83	9215238.97	2835.11	T1234
1187	786716.89	9215157.41	2825.60	T1187	1235	786786.59	9215244.46	2831.52	T1235
1188	786723.72	9215151.48	2840.25	T1188	1236	786793.14	9215249.80	2831.86	T1236
1189	786730.22	9215145.13	2852.69	T1189	1237	786804.63	9215241.03	2838.69	T1237
1190	786736.37	9215140.81	2864.36	T1190	1238	786808.47	9215234.02	2843.53	T1238
1191	786744.89	9215148.33	2866.84	T1191	1239	786819.24	9215227.64	2846.85	T1239
1192	786739.43	9215151.31	2858.18	T1192	1240	786822.19	9215234.07	2846.64	T1240
1193	786733.76	9215156.72	2848.08	T1193	1241	786817.22	9215240.86	2845.19	T1241
1194	786729.00	9215162.82	2839.30	T1194	1242	786811.05	9215246.00	2840.25	T1242
1195	786724.39	9215166.82	2826.52	T1195	1243	786806.18	9215251.79	2835.13	T1243
1196	786729.88	9215172.93	2826.73	T1196	1244	786801.29	9215258.18	2832.05	T1244
1197	786735.00	9215169.18	2840.97	T1197	1245	786808.10	9215263.24	2833.28	T1245
1198	786740.47	9215164.32	2852.69	T1198	1246	786814.69	9215255.10	2838.55	T1246
1199	786747.78	9215158.74	2862.47	T1199	1247	786820.77	9215248.30	2844.14	T1247
1200	786756.32	9215166.40	2865.18	T1200	1248	786828.59	9215242.90	2846.59	T1248



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN	PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1249	786829.78	9215256.96	2846.00	T1249	1297	784662.27	9213853.81	2803.45	T1297
1250	786825.10	9215261.30	2841.35	T1250	1298	784657.27	9213849.27	2801.07	T1298
1251	786821.46	9215264.53	2838.75	T1251	1299	784647.36	9213841.92	2794.77	T1299
1252	786815.79	9215269.74	2833.94	T1252	1300	784638.04	9213833.03	2785.53	T1300
1253	786823.24	9215276.17	2834.15	T1253	1301	784631.69	9213838.55	2787.20	T1301
1254	786829.76	9215269.80	2840.84	T1254	1302	784639.41	9213844.05	2793.29	T1302
1255	786833.26	9215263.53	2844.80	T1255	1303	784648.88	9213851.22	2799.08	T1303
1256	786839.22	9215261.14	2846.02	T1256	1304	784656.13	9213856.38	2802.50	T1304
1257	786841.59	9215269.93	2845.28	T1257	1305	784662.03	9213858.64	2804.48	T1305
1258	786837.32	9215275.84	2842.71	T1258	1306	784655.14	9213859.87	2802.40	T1306
1259	786833.54	9215281.18	2835.91	T1259	1307	784651.84	9213860.07	2800.86	T1307
1260	786831.54	9215284.62	2835.72	T1260	1308	784636.62	9213856.43	2794.85	T1308
1261	786839.33	9215288.72	2836.19	T1261	1309	784624.81	9213856.74	2789.18	T1309
1262	786841.94	9215283.94	2837.24	T1262	1310	784628.44	9213867.72	2790.01	T1310
1263	786845.84	9215277.40	2845.57	T1263	1311	784635.74	9213864.85	2795.29	T1311
1264	786858.28	9215279.67	2845.41	T1264	1312	784642.63	9213863.05	2798.47	T1312
1265	786853.71	9215285.27	2842.58	T1265	1313	784629.46	9213875.55	2790.45	T1313
1266	786850.52	9215291.61	2837.37	T1266	1314	784638.92	9213870.51	2797.38	T1314
1267	786849.22	9215296.24	2836.50	T1267	1315	784651.64	9213864.04	2800.88	T1315
1268	786855.16	9215300.14	2837.36	T1268	1316	784661.41	9213861.49	2805.09	T1316
1269	786858.21	9215296.27	2838.00	T1269	1317	784655.60	9213867.47	2805.01	T1317
1270	786861.89	9215289.88	2839.88	T1270	1318	784652.02	9213871.21	2800.95	T1318
1271	786867.56	9215281.97	2846.44	T1271	1319	784645.21	9213874.59	2798.02	T1319
1272	786877.07	9215290.42	2847.53	T1272	1320	784639.65	9213880.68	2794.81	T1320
1273	786874.56	9215296.26	2845.11	T1273	1321	784635.38	9213885.11	2791.99	T1321
1274	786869.28	9215301.90	2840.81	T1274	1322	784642.43	9213890.50	2793.70	T1322
1275	786866.11	9215305.89	2839.52	T1275	1323	784650.42	9213878.93	2797.97	T1323
1276	786873.71	9215312.96	2839.99	T1276	1324	784656.32	9213873.93	2803.45	T1324
1277	786879.50	9215306.19	2841.44	T1277	1325	784661.02	9213868.64	2808.27	T1325
1278	786884.68	9215301.40	2845.31	T1278	1326	784668.29	9213872.93	2806.36	T1326
1279	786890.19	9215293.67	2851.30	T1279	1327	784663.26	9213880.46	2803.41	T1327
1280	786898.41	9215313.80	2847.10	T1280	1328	784656.65	9213888.79	2796.92	T1328
1281	786891.18	9215318.08	2842.94	T1281	1329	784651.39	9213897.24	2794.12	T1329
1282	786877.90	9215319.05	2840.00	T1282	1330	784658.78	9213901.77	2795.68	T1330
1283	786887.84	9215310.56	2842.83	T1283	1331	784668.99	9213890.18	2802.88	T1331
1284	784665.55	9213801.70	2781.50	T1284	1332	784674.48	9213882.79	2806.95	T1332
1285	784659.34	9213810.60	2782.08	T1285	1333	784682.80	9213871.28	2811.39	T1333
1286	784666.92	9213815.63	2787.57	T1286	1334	784689.90	9213879.96	2813.97	T1334
1287	784675.70	9213820.72	2794.94	T1287	1335	784683.13	9213887.30	2810.58	T1335
1288	784682.52	9213825.79	2799.15	T1288	1336	784674.59	9213897.06	2805.00	T1336
1289	784675.58	9213837.12	2800.62	T1289	1337	784668.11	9213908.67	2796.36	T1337
1290	784667.34	9213831.15	2796.69	T1290	1338	784674.74	9213913.33	2797.09	T1338
1291	784662.39	9213824.33	2791.34	T1291	1339	784684.89	9213902.95	2809.28	T1339
1292	784654.11	9213818.51	2783.44	T1292	1340	784693.47	9213892.54	2813.91	T1340
1293	784645.86	9213825.11	2784.01	T1293	1341	784698.53	9213885.07	2812.37	T1341
1294	784653.76	9213833.03	2792.47	T1294	1342	784701.60	9213897.67	2813.35	T1342
1295	784657.73	9213840.81	2796.88	T1295	1343	784694.73	9213907.01	2812.58	T1343
1296	784669.10	9213850.32	2803.42	T1296	1344	784689.88	9213914.14	2804.11	T1344



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

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1345	784684.24	9213920.13	2797.46	T1345
1346	784691.00	9213925.32	2797.47	T1346
1347	784696.33	9213918.67	2806.97	T1347
1348	784700.36	9213912.97	2813.21	T1348
1349	784710.81	9213899.76	2810.97	T1349
1350	784729.32	9213923.52	2811.06	T1350
1351	784719.36	9213929.91	2813.81	T1351
1352	784714.17	9213934.06	2808.68	T1352
1353	784710.70	9213936.14	2804.43	T1353
1354	784705.19	9213940.11	2797.77	T1354
1355	784709.51	9213949.00	2797.70	T1355
1356	784715.41	9213946.97	2803.05	T1356
1357	784729.98	9213941.46	2813.32	T1357
1358	784740.55	9213937.01	2809.22	T1358
1359	784745.39	9213946.95	2808.63	T1359
1360	784731.60	9213953.48	2813.07	T1360
1361	784721.99	9213955.01	2805.26	T1361
1362	784713.43	9213958.29	2797.75	T1362
1363	784716.80	9213969.18	2797.98	T1363
1364	784728.69	9213964.89	2807.46	T1364
1365	784741.09	9213961.29	2812.69	T1365
1366	784751.71	9213957.39	2807.47	T1366
1367	784755.52	9213965.89	2807.11	T1367
1368	784744.51	9213969.68	2812.55	T1368
1369	784730.99	9213973.48	2806.78	T1369
1370	784719.69	9213977.60	2798.02	T1370
1371	784723.36	9213986.29	2799.29	T1371
1372	784734.13	9213983.65	2806.00	T1372
1373	784746.29	9213978.31	2813.83	T1373
1374	784754.71	9213976.81	2809.13	T1374
1375	784762.38	9213984.81	2807.01	T1375
1376	784744.47	9213991.26	2810.78	T1376
1377	784732.98	9213993.82	2803.06	T1377
1378	784726.75	9213996.06	2799.27	T1378
1379	784730.57	9214006.97	2799.33	T1379
1380	784739.09	9214001.67	2806.94	T1380
1381	784748.09	9213997.79	2810.84	T1381
1382	784755.51	9213993.37	2813.34	T1382
1383	784763.83	9213989.55	2807.10	T1383
1384	784751.23	9213986.69	2813.92	T1384

ANEXO B:

CLASIFICACIÓN DENTRO DEL SISTEMA NACIONAL DE CARRETERAS



El Peruano

190 AÑOS

1825-2015. LA HISTORIA PARA CONTAR | **DIARIO OFICIAL**



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

ACTUALIZACIÓN DEL CLASIFICADOR DE RUTAS DEL SISTEMA NACIONAL DE CARRETERAS - SINAC

ANEXO - DECRETO SUPREMO
N° 011-2016-MTC

NORMAS LEGALES

SEPARATA ESPECIAL

ANEXO C:
CLASIFICACIÓN POR DEMANDA

ANEXO D:
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CERTIFICADO DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Yo S.J. GUERRERO GONZALES LEINER, Señor Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos “GUERSAN INGENIEROS S.R.L” identificado con DNI N° 45567546 certifico que el ex-alumno de la Escuela académico profesional de Ingeniería Civil: William John Rebaza Castrejón identificado con DNI N° 48122962, domiciliados en el Jr. Los Pinos N° 106 realizó todos los ensayos necesarios para el desarrollo de su tesis: “Evaluación de la Estabilidad del Talud de corte en la carretera que une los centros poblados Otuzco - Combayo, tramo: Km 02+500 - Km 06” para optar el Título Profesional, teniendo como asesor al Ing. Marco Hoyos Saucedo.

Atte.:

GUERSAN INGENIEROS S.R.L


LEINER GUERRERO GONZALES
GERENTE GENERAL

GUERRERO GONZALES LEINER
DNI N° 45567546

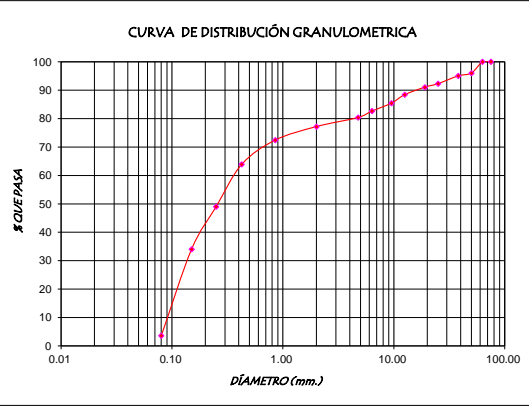
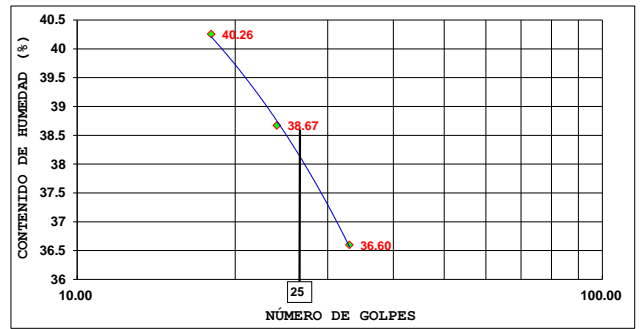
PROYECTO	TESIS: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO – COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 – Km 06.			
LABORATORIO	Guersan Ingenieros S.R.L.			
UBICACIÓN	DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA			
MUESTRA	CALICATA C-1	PROFUNDIDAD	1.10 M	
COORDENADAS	ESTE: 784556.01 M	NORTE: 9213438.10 M	ESTRATO	ÚNICO
ELABORADO	WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN			

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D 422/C136 / AASHTO T 88 - 70

PESO SECO INICIAL		1261.40			
TAMIZ		PRP	% Parcial	% Reten. Acumulado	% QUE PASA
Nº	ABER.(mm)	(gr)			
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	49.99	3.96	3.96	96.04
1 1/2"	38.10	12.25	0.97	4.93	95.07
1"	25.00	34.76	2.76	7.69	92.31
3/4"	19.00	15.56	1.23	8.92	91.08
1/2"	12.50	33.66	2.67	11.59	88.41
3/8"	9.50	37.30	2.96	14.55	85.45
1/4"	6.35	35.32	2.80	17.35	82.65
Nº4	4.75	28.47	2.26	19.61	80.39
Nº10	2.00	40.24	3.19	22.80	77.20
Nº20	0.85	60.36	4.79	27.58	72.42
Nº40	0.43	107.31	8.51	36.09	63.91
Nº60	0.25	187.80	14.89	50.98	49.02
Nº100	0.15	189.14	14.99	65.97	34.03
Nº200	0.08	384.24	30.46	96.43	3.57
CAZOLETA	--	45.00	3.57	100.00	0.00
TOTAL		1261.40			

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D 4318 - 93 / AASHTO T 89-68/ T 90-70

ENSAYO Nº	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Peso suelo hum+tara	23.33	22.49	22.13	18.34	19.80
Peso suelo seco + tara	21.76	20.22	20.56	15.91	17.49
Peso del Agua	1.57	2.27	1.57	2.43	2.31
Peso Tara	17.47	14.35	16.66	6.82	9.02
Peso del suelo	4.29	5.87	3.90	9.09	8.47
Cont. de humedad (%)	36.60	38.67	40.26	26.73	27.27
Número de golpes	33	24	18	27.00	
Límite Líquido	38.51				





CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA : ASTM D 2216/D 4643

MUESTRA	C - 1		
	ÚNICO		
ESTRATO	1	2	3
TARA Nº			
Peso Húmedo + tara(gr)	633.15	632.08	635.25
Peso Seco + tara (gr)	567.45	570.18	562.50
Peso del Agua	65.70	61.90	72.75
Peso Tara	25.76	25.52	32.02
Peso del Suelo	541.69	544.66	530.48
Contenido de Humedad	12.13	11.36	13.71
W % Prom.	12.40		

CLASIFICACION DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS (SUCS) Y AASHTO
ASTM D2487-94 AASHTO M 145-66

Nº4	80.39	% GRAVA	17.35	LL =	39.00%	W (%)	12.40%
Nº10	77.20	% ARENA	79.08	LP =	27.00%	AASHTO	A-3
Nº40	63.91	% FINOS	3.57	LP =	12.00%	S.U.C.S	SP
Nº200	3.57						

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS:					
"EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"					
INFORME:		ESTUDIO DE SUELOS CALICATA 01			
TESISTA:		WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN			
ASESOR:		ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO			
Departamento:	CAJAMARCA	Provincia:	CAJAMARCA	Distrito:	BAÑOS DEL INCA
FECHA:		MAYO 2022			
NOMBRE:		ESC 01			

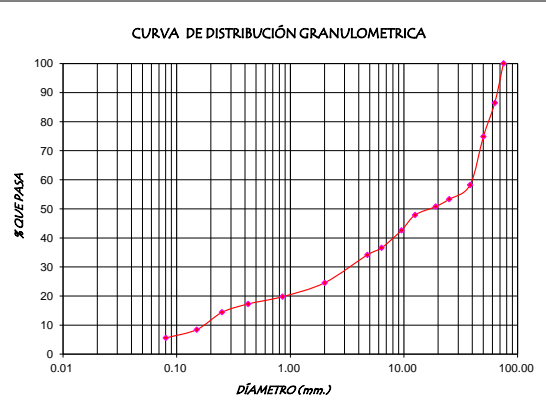
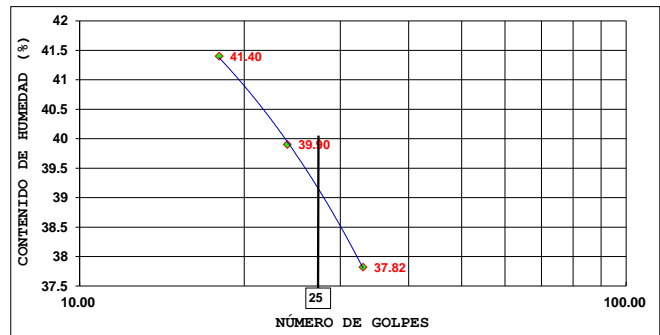
PROYECTO	TESIS: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06.			
LABORATORIO	Guersan Ingenieros S.R.L.			
UBICACIÓN	DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA			
MUESTRA	CALICATA C-2	PROFUNDIDAD	1.10 M	
COORDENADAS	ESTE: 784739.49 M	NORTE: 9214000.18 M	ESTRATO	ÚNICO
ELABORADO	WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN			

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D 422/C136 / AASHTO T 88 - 70

PESO SECO INICIAL		1275.60			
TAMIZ		PRP	% Parcial	% Reten. Acumulado	% QUE PASA
Nº	ABER.(mm)	(gr)			
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	172.46	13.52	13.52	86.48
2"	50.00	148.22	11.62	25.14	74.86
1 1/2"	38.10	213.03	16.70	41.84	58.16
1"	25.00	62.25	4.88	46.72	53.28
3/4"	19.00	32.02	2.51	49.23	50.77
1/2"	12.50	37.12	2.91	52.14	47.86
3/8"	9.50	67.22	5.27	57.41	42.59
1/4"	6.35	77.05	6.04	63.45	36.55
Nº4	4.75	30.87	2.42	65.87	34.13
Nº10	2.00	122.46	9.60	75.47	24.53
Nº20	0.85	60.85	4.77	80.24	19.76
Nº40	0.43	31.89	2.50	82.74	17.26
Nº60	0.25	37.12	2.91	85.65	14.35
Nº100	0.15	75.64	5.93	91.58	8.42
Nº200	0.08	36.61	2.87	94.45	5.55
CAZOLETA	--	70.79	5.55	100.00	0.00
TOTAL		1275.60			

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D 4318 - 93 / AASHTO T 89-68/ T 90-70

ENSAYO Nº	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Peso suelo hum+tara	19.85	19.68	19.78	17.55	17.50
Peso suelo seco + tara	18.22	18.04	19.13	16.04	15.90
Peso del Agua	1.63	1.64	0.65	1.51	1.60
Peso Tara	13.91	13.93	17.56	9.45	9.07
Peso del suelo	4.31	4.11	1.57	6.59	6.83
Cont. de humedad (%)	37.82	39.90	41.40	22.91	23.43
Número de golpes	33	24	18	23.17	
Límite Líquido	39.71				





CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA : ASTM D 2216/D 4643

MUESTRA	C - 2		
ESTRATO	ÚNICO		
TARA Nº	1	2	3
Peso Húmedo + tara(gr)	715.54	713.86	714.20
Peso Seco + tara (gr)	624.85	628.10	624.45
Peso del Agua	90.69	85.76	89.75
Peso Tara	29.75	27.54	32.05
Peso del Suelo	595.10	600.56	592.40
Contenido de Humedad	15.24	14.28	15.15
W % Prom.	14.89		

CLASIFICACION DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS (SUCS) Y AASHTO
ASTM D2487-94 AASHTO M 145-66

Nº4	34.13	% GRAYA	63.45	LL=	40.00%	W (%)	14.89%
Nº10	24.53	% ARENA	31.00	L.P.=	23.00%	AASHTO	A-2-6
Nº40	17.26	% FINOS	5.55	I.P.=	17.00%	S.U.C.S	GW-GC
Nº200	5.55						

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"		
INFORME: ESTUDIO DE SUELOS CALICATA 02		NOMBRE:
TESISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN	ESC.: S/E	ES C 02
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO	FECHA:	
Departamento: CAJAMARCA Provincia: CAJAMARCA Distrito: BAÑOS DEL INCA	MAYO 2022	

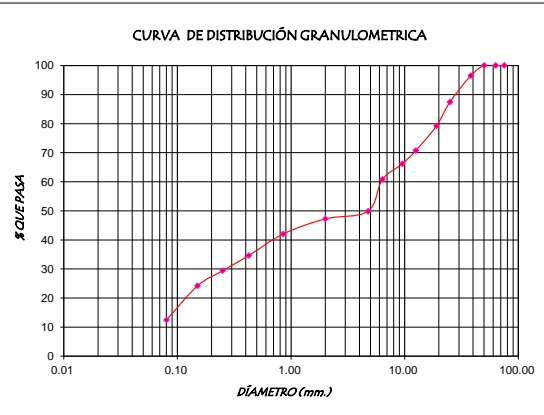
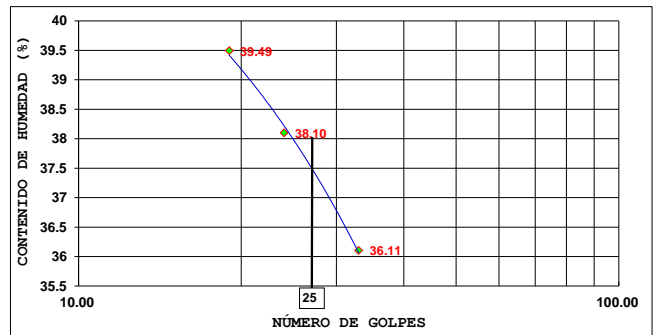
PROYECTO	TESIS: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06.				
LABORATORIO	Guersan Ingenieros S.R.L.				
UBICACIÓN	DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA				
MUESTRA	CALICATA C-3	PROFUNDIDAD	1.10 M		
COORDENADAS	ESTE: 785035.66 M	NORTE: 9214437.19 M	ESTRATO	ÚNICO	
ELABORADO	WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN				

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D 422/C136 / AASHTO T 88 - 70

PESO SECO INICIAL		1245.80			
TAMIZ		PRP	% Parcial	% Reten. Acumulado	% QUE PASA
Nº	ABER.(mm)	(gr)			
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	43.90	3.52	3.52	96.48
1"	25.00	112.67	9.04	12.57	87.43
3/4"	19.00	102.84	8.25	20.82	79.18
1/2	12.50	105.39	8.46	29.28	70.72
3/8"	9.50	57.02	4.58	33.86	66.14
1/4"	6.35	67.01	5.38	39.24	60.76
Nº4	4.75	136.28	10.94	50.18	49.82
Nº10	2.00	32.42	2.60	52.78	47.22
Nº20	0.85	65.01	5.22	58.00	42.00
Nº40	0.43	91.92	7.38	65.38	34.62
Nº60	0.25	65.28	5.24	70.62	29.38
Nº100	0.15	64.84	5.20	75.82	24.18
Nº200	0.08	147.03	11.80	87.62	12.38
CAZOLETA	--	154.19	12.38	100.00	0.00
TOTAL		1245.80			

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D 4318 - 93 / AASHTO T 89-68/ T 90-70

ENSAYO N°	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Peso suelo hum+tara	21.94	21.09	22.14	18.46	18.01
Peso suelo seco + tara	19.64	18.96	19.64	16.82	16.46
Peso del Agua	2.30	2.13	2.50	1.64	1.55
Peso Tara	13.27	13.37	13.31	9.02	9.19
Peso del suelo	6.37	5.59	6.33	7.80	7.27
Cont. de humedad (%)	36.11	38.10	39.49	21.03	21.32
Número de golpes	33	24	19	21.17	
Límite Líquido	37.90				



CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA : ASTM D 2216/D 4643

MUESTRA	C - 3		
	ÚNICO		
TARA N°	1	2	3
Peso Húmedo + tara(gr)	718.56	722.64	715.20
Peso Seco + tara (gr)	635.28	642.20	628.91
Peso del Agua	83.28	80.44	86.29
Peso Tara	28.45	25.50	26.38
Peso del Suelo	606.83	616.70	602.53
Contenido de Humedad	13.72	13.04	14.32
W % Prom.	13.70		

CLASIFICACION DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS (SUCS) Y AASHTO
ASTM D2487-94 AASHTO M 145-66

Nº4	49.82	% GRAVA	39.24	LL=	38.00%	W (%)	13.70%
Nº10	47.22	% ARENA	48.38	LP=	21.00%	AASHTO	A-2-6
Nº40	34.62	% FINOS	12.38	LP=	17.00%	S.U.C.S	GC
Nº200	12.38						

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"					
INFORME: ESTUDIO DE SUELOS CALICATA 03		NOMBRE: ES C 03			
TESISISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN		ESC.: S/E			
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO		FECHA: MAYO 2022			
Departamento	CAJAMARCA	Provincia	CAJAMARCA	Distrito	BAÑOS DEL INCA

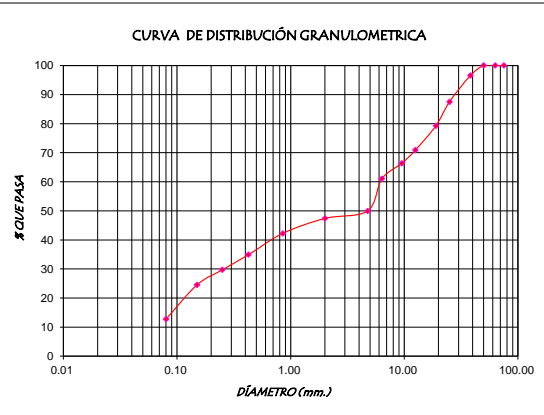
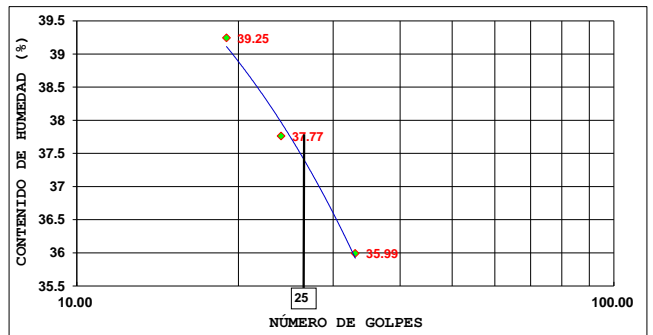
PROYECTO	TESIS: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06.				
LABORATORIO	Guersan Ingenieros S.R.L.				
UBICACIÓN	DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA				
MUESTRA	CALICATA C-4	PROFUNDIDAD	1.10 M		
COORDENADAS	ESTE: 785512.50 M	NORTE: 9214534.98 M	ESTRATO	ÚNICO	
ELABORADO	WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN				

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D 422/C136 / AASHTO T 88 - 70

PESO SECO INICIAL		1245.80			
TAMIZ		PRP	% Parcial	% Reten. Acumulado	% QUE PASA
Nº	ABER.(mm)	(gr)			
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	43.36	3.48	3.48	96.52
1"	25.00	112.13	9.00	12.48	87.52
3/4"	19.00	102.30	8.21	20.69	79.31
1/2	12.50	104.85	8.42	29.11	70.89
3/8"	9.50	56.48	4.53	33.64	66.36
1/4"	6.35	66.47	5.34	38.98	61.02
Nº4	4.75	138.00	11.08	50.06	49.94
Nº10	2.00	31.88	2.56	52.61	47.39
Nº20	0.85	64.47	5.17	57.79	42.21
Nº40	0.43	91.38	7.34	65.12	34.88
Nº60	0.25	64.74	5.20	70.32	29.68
Nº100	0.15	64.30	5.16	75.48	24.52
Nº200	0.08	147.03	11.80	87.28	12.72
CAZOLETA	--	158.41	12.72	100.00	0.00
TOTAL		1245.80			

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D 4318 - 93 / AASHTO T 89-68/ T 90-70

ENSAYO Nº	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Peso suelo hum+tara	21.94	21.09	22.14	18.46	18.01
Peso suelo seco + tara	19.64	18.96	19.64	16.82	16.46
Peso del Agua	2.30	2.13	2.50	1.64	1.55
Peso Tara	13.25	13.32	13.27	9.02	9.19
Peso del suelo	6.39	5.64	6.37	7.80	7.27
Cont. de humedad (%)	35.99	37.77	39.25	21.03	21.32
Número de golpes	33	24	19	21.17	
Límite Líquido	37.67				





CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA : ASTM D 2216/D 4643

MUESTRA	C - 4		
	ÚNICO		
TARA Nº	1	2	3
Peso Húmedo + tara(gr)	718.56	722.64	715.20
Peso Seco + tara (gr)	635.28	642.20	628.91
Peso del Agua	83.28	80.44	86.29
Peso Tara	28.40	25.12	26.38
Peso del Suelo	606.88	617.08	602.53
Contenido de Humedad	13.72	13.04	14.32
W% Prom.	13.69		

CLASIFICACION DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS (SUCS) Y AASHTO
ASTM D2487-94 AASHTO M 145-66

Nº4	49.94	% GRAVA	38.98	LL=	38.00%	W (%)	13.69%
Nº10	47.39	% ARENA	48.31	LP=	21.00%	AASHTO	A-2-6
Nº40	34.88	% FINOS	12.72	LP=	17.00%	S.U.C.S	GC
Nº200	12.72						

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"		
INFORME: ESTUDIO DE SUELOS CALICATA 04		NOMBRE:
TESISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN	ESC.: S/E	ES C 04
ASESOR: ING.MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO	FECHA: MAYO 2022	
Departamento: CAJAMARCA	Provincia: CAJAMARCA	Distrito: BAÑOS DEL INCA

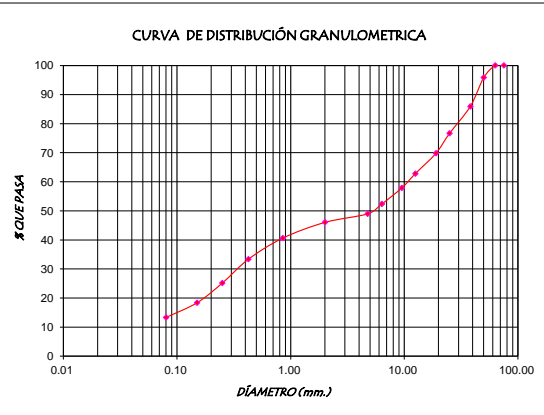
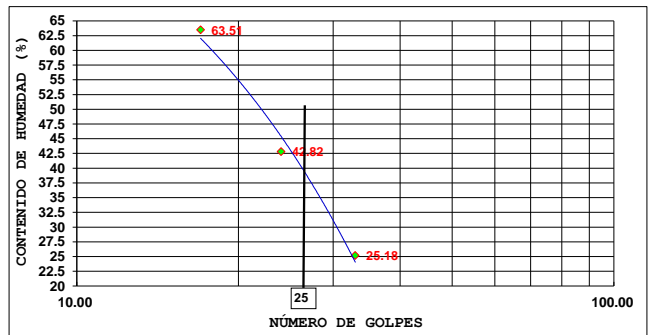
PROYECTO	TESIS: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06.			
LABORATORIO	Guersan Ingenieros S.R.L.			
UBICACIÓN	DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA			
MUESTRA	CALICATA C-5	PROFUNDIDAD	1.10 M	
COORDENADAS	ESTE: 785942.53 M	NORTE: 9214706.31 M	ESTRATO	ÚNICO
ELABORADO	WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN			

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D 422/C136 / AASHTO T 88 - 70

PESO SECO INICIAL		1185.70			
TAMIZ		PRP	% Parcial	% Reten. Acumulado	% QUE PASA
N°	ABER.(mm)	(gr)			
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	49.49	4.17	4.17	95.83
1 1/2"	38.10	117.33	9.90	14.07	85.93
1"	25.00	110.21	9.29	23.36	76.64
3/4"	19.00	80.84	6.82	30.18	69.82
1/2	12.50	83.37	7.03	37.21	62.79
3/8"	9.50	58.14	4.90	42.12	57.88
1/4"	6.35	65.48	5.52	47.64	52.36
N°4	4.75	40.24	3.39	51.03	48.97
N°10	2.00	35.02	2.95	53.99	46.01
N°20	0.85	64.34	5.43	59.41	40.59
N°40	0.43	85.95	7.25	66.66	33.34
N°60	0.25	97.43	8.22	74.88	25.12
N°100	0.15	80.14	6.76	81.64	18.36
N°200	0.08	60.18	5.08	86.71	13.29
CAZOLETA	--	157.54	13.29	100.00	0.00
TOTAL		1185.70			

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D 4318 - 93 / AASHTO T 89-68/ T 90-70

ENSAYO N°	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Peso suelo hum+tara	20.22	20.17	20.14	17.48	18.15
Peso suelo seco + tara	19.19	18.32	18.33	15.84	16.10
Peso del Agua	1.03	1.85	1.81	1.64	2.05
Peso Tara	15.10	14.00	15.48	9.16	9.45
Peso del suelo	4.09	4.32	2.85	6.68	6.65
Cont. de humedad (%)	25.18	42.82	63.51	24.55	30.83
Número de golpes	33	24	17	27.69	
Límite Líquido	43.84				





CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA : ASTM D 2216/D 4643

MUESTRA	C - 5		
	ÚNICO		
TARA N°	1	2	3
Peso Húmedo + tara(gr)	664.44	670.25	672.54
Peso Seco + tara (gr)	585.02	600.68	594.22
Peso del Agua	79.42	69.57	78.32
Peso Tara	28.14	26.45	27.14
Peso del Suelo	556.88	574.23	567.08
Contenido de Humedad	14.26	12.12	13.81
W% Prom.	13.40		

CLASIFICACION DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS (SUCS) Y AASHTO
ASTM D2487-94 AASHTO M 145-66

N°4	48.97	% GRAVA	47.64	LL=	44.00%	W (%)	13.40%
N°10	46.01	% ARENA	39.07	LP=	28.00%	AASHTO	A-2-7
N°40	33.34	% FINOS	13.29	LP=	16.00%	S.U.C.S	GM
N°200	13.29						

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"		
INFORME: ESTUDIO DE SUELOS CALICATA 05		NOMBRE:
TESISISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN		ESC.: S/E
ASESOR: ING.MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO		FECHA:
Departamento: CAJAMARCA	Provincia: CAJAMARCA	Distrito: BAÑOS DEL INCA
		MAYO 2022
		ES C 05

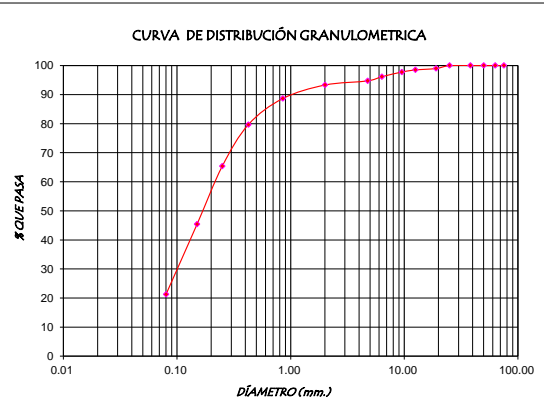
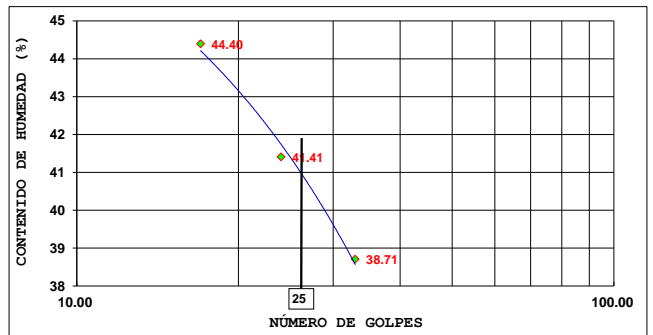
PROYECTO	TESIS: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06.			
LABORATORIO	Guersan Ingenieros S.R.L.			
UBICACIÓN	DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA			
MUESTRA	CALICATA C-6	PROFUNDIDAD	1.10 M	
COORDENADAS	ESTE: 786639.44 M	NORTE: 9215094.73 M	ESTRATO	ÚNICO
ELABORADO	WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN			

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D 422/C136 / AASHTO T 88 - 70

PESO SECO INICIAL		1248.50			
TAMIZ		PRP	% Parcial	% Reten. Acumulado	% QUE PASA
Nº	ABER.(mm)	(gr)			
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	12.68	1.02	1.02	98.98
1/2	12.50	6.15	0.49	1.51	98.49
3/8"	9.50	8.99	0.72	2.23	97.77
1/4"	6.35	20.15	1.61	3.84	96.16
Nº4	4.75	17.97	1.44	5.28	94.72
Nº10	2.00	17.77	1.42	6.70	93.30
Nº20	0.85	58.32	4.67	11.38	88.62
Nº40	0.43	111.36	8.92	20.30	79.70
Nº60	0.25	179.16	14.35	34.65	65.35
Nº100	0.15	249.42	19.98	54.62	45.38
Nº200	0.08	301.27	24.13	78.75	21.25
CAZOLETA	--	265.26	21.25	100.00	0.00
TOTAL		1248.50			

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D 4318 - 93 / AASHTO T 89-68/ T 90-70

ENSAYO Nº	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Peso suelo hum+tara	25.68	24.98	25.22	22.42	21.79
Peso suelo seco + tara	22.25	21.58	21.93	19.69	18.53
Peso del Agua	3.43	3.40	3.29	2.73	3.26
Peso Tara	13.39	13.37	14.52	7.10	6.04
Peso del suelo	8.86	8.21	7.41	12.59	12.49
Cont. de humedad (%)	38.71	41.41	44.40	21.68	26.10
Número de golpes	33	24	17	23.89	
Límite Líquido	41.51				





CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA : ASTM D 2216/D 4643

MUESTRA	C - 6		
ESTRATO	ÚNICO		
TARA Nº	1	2	3
Peso Húmedo + tara(gr)	710.40	708.20	708.50
Peso Seco + tara (gr)	650.22	633.88	638.60
Peso del Agua	60.18	74.32	69.90
Peso Tara	27.80	25.54	26.40
Peso del Suelo	622.42	608.34	612.20
Contenido de Humedad	9.67	12.22	11.42
W% Prom.	11.10		

CLASIFICACION DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS (SUCS) Y AASHTO
ASTM D2487-94 AASHTO M 145-66

Nº4	94.72	% GRAVA	3.84	LL=	42.00%	W (%)	11.10%
Nº10	93.30	% ARENA	74.91	LP=	24.00%	AASHTO	A-2-7
Nº40	79.70	% FINOS	21.25	LP=	18.00%	S.U.C.S	SC
Nº200	21.25						

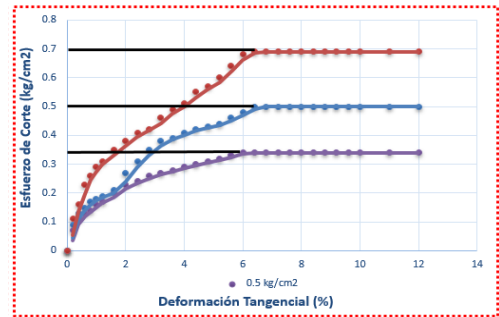
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"		
INFORME: ESTUDIO DE SUELOS CALICATA 06		NOMBRE:
TESISISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN	ESC.: S/E	ES C 06
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYS SAUCEDO	FECHA:	
Departamento: CAJAMARCA	Provincia: CAJAMARCA	Distrito: BAÑOS DEL INCA
		MAYO 2022

PROYECTO	TESIS: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO – COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 – Km 06.		
LABORATORIO	Guersan Ingenieros S.R.L.		
UBICACIÓN	DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA		
MUESTRA	CD - 01	CALICATA	C-1
COORDENADAS	ESTE: 784739.49 M NORTE: 9214000.18 M	ESTRATO	ÚNICO
ELABORADO	WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN		

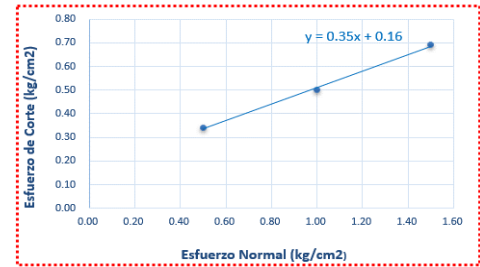
ENSAYO CORTE DIRECTO ASTM D-3080 / AASHTO T236

	Especimen 01		Especimen 02		Especimen 03	
Altura (cm)	2.20	2.19	2.20	2.15	2.20	2.11
Diámetro	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Humedad	27.20	31.71	27.26	31.55	27.15	31.75
Densidad Húmeda	1.66	2.11	1.37	2.00	1.36	1.90
Densidad Seca	1.46	1.47	1.47	1.50	1.40	1.52

Especimen 01			Especimen 02			Especimen 03		
Esfuerzo Vertical = 0.5 kg/cm2			Esfuerzo Vertical = 1.0 kg/cm2			Esfuerzo Vertical = 1.5 kg/cm2		
DEFORMACIÓN (%)	FUERZA DE CORTE (KG)	ESFUERZO DE CORTE (KG/CM2)	DEFORMACIÓN (%)	FUERZA DE CORTE (KG)	ESFUERZO DE CORTE (KG/CM2)	DEFORMACIÓN (%)	FUERZA DE CORTE (KG)	ESFUERZO DE CORTE (KG/CM2)
0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0
0.2	1.37	0.07	0.2	1.77	0.09	0.2	2.16	0.11
0.4	2.16	0.11	0.4	2.55	0.13	0.4	3.14	0.16
0.6	2.55	0.13	0.6	2.95	0.15	0.6	4.52	0.23
0.8	2.75	0.14	0.8	3.34	0.17	0.8	5.11	0.26
1	3.14	0.16	1	3.53	0.18	1	5.69	0.29
1.2	3.34	0.17	1.2	3.73	0.19	1.2	6.09	0.31
1.6	3.93	0.2	1.6	4.12	0.21	1.6	6.87	0.35
2	4.52	0.23	2	5.30	0.27	2	7.46	0.38
2.4	4.71	0.24	2.4	6.09	0.31	2.4	8.05	0.41
2.8	5.11	0.26	2.8	6.87	0.35	2.8	8.25	0.42
3.2	5.30	0.27	3.2	7.46	0.38	3.2	9.03	0.46
3.6	5.50	0.28	3.6	7.66	0.39	3.6	9.62	0.49
4	5.69	0.29	4	8.05	0.41	4	10.01	0.51
4.4	5.89	0.3	4.4	8.25	0.42	4.4	10.80	0.55
4.8	6.09	0.31	4.8	8.44	0.43	4.8	11.19	0.57
5.2	6.28	0.32	5.2	8.64	0.44	5.2	11.78	0.6
5.6	6.48	0.33	5.6	9.03	0.46	5.6	12.57	0.64
6	6.68	0.34	6	9.42	0.48	6	13.35	0.68
6.4	6.68	0.34	6.4	9.82	0.5	6.4	13.55	0.69
6.8	6.68	0.34	6.8	9.82	0.5	6.8	13.55	0.69
7.2	6.68	0.34	7.2	9.82	0.5	7.2	13.55	0.69
7.6	6.68	0.34	7.6	9.82	0.5	7.6	13.55	0.69
8	6.68	0.34	8	9.82	0.5	8	13.55	0.69
8.4	6.68	0.34	8.4	9.82	0.5	8.4	13.55	0.69
8.8	6.68	0.34	8.8	9.82	0.5	8.8	13.55	0.69
9.2	6.68	0.34	9.2	9.82	0.5	9.2	13.55	0.69
9.6	6.68	0.34	9.6	9.82	0.5	9.6	13.55	0.69
10	6.68	0.34	10	9.82	0.5	10	13.55	0.69
11	6.68	0.34	11	9.82	0.5	11	13.55	0.69
12	6.68	0.34	12	9.82	0.5	12	13.55	0.69



Esfuerzo Normal	Esfuerzo de Corte
0.50	0.34
1.00	0.50
1.50	0.69



Cohesión =	0.16 kg/cm2
Ángulo de Fricción=	19.29

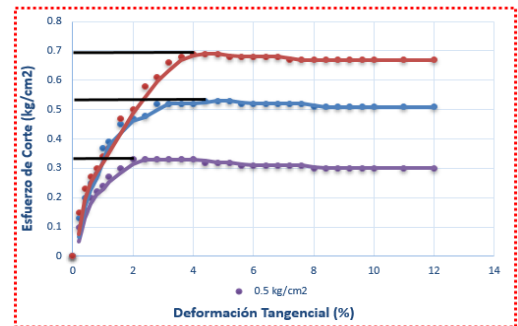
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 	
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"	
INFORME: ENSAYO DE CORTE DIRECTO 01	
TESISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN	
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO	
FECHA: MAYO 2022	
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	
PROVINCIA: CAJAMARCA	
DISTRITO: BAÑOS DEL INCA	
NOMBRE: E CD 01	

PROYECTO	TESIS: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO – COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 – Km 06.		
LABORATORIO	Guersan Ingenieros S.R.L.		
UBICACIÓN	DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA		
MUESTRA	CD - 03	CALICATA	C-6
COORDENADAS	ESTE: 786639.44 M NORTE: 9215094.73 M	ESTRATO	ÚNICO
ELABORADO	WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN		

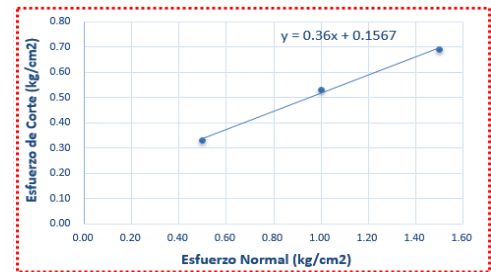
ENSAYO CORTE DIRECTO ASTM D-3080 / AASHTO T236

	Espécimen 01		Espécimen 02		Espécimen 03	
Altura (cm)	2.20	2.19	2.20	2.16	2.20	2.11
Diámetro	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Humedad	25.89	34.66	29.22	37.25	36.33	34.19
Densidad Húmeda	1.74	1.83	1.73	1.82	1.72	1.81
Densidad Seca	1.38	1.46	1.24	1.36	1.37	1.42


Espécimen 01		Espécimen 02			Espécimen 03		
Esfuerzo Vertical =	0.5 kg/cm2	Esfuerzo Vertical =	1.0 kg/cm2	Esfuerzo Vertical =	1.5 kg/cm2		
DEFORMACIÓN (%)	FUERZA DE CORTE (KG)	DEFORMACIÓN (%)	FUERZA DE CORTE (KG)	DEFORMACIÓN (%)	FUERZA DE CORTE (KG)	DEFORMACIÓN (%)	FUERZA DE CORTE (KG)
0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.2	1.96	0.1	0.2	2.55	0.13	0.2	2.95
0.4	3.14	0.16	0.4	3.93	0.2	0.4	4.52
0.6	3.93	0.2	0.6	4.91	0.25	0.6	5.30
0.8	4.32	0.22	0.8	5.50	0.28	0.8	5.89
1	4.71	0.24	1	7.26	0.37	1	6.68
1.2	5.30	0.27	1.2	7.66	0.39	1.2	7.26
1.6	5.89	0.3	1.6	8.84	0.45	1.6	9.23
2	6.48	0.33	2	9.23	0.47	2	9.82
2.4	6.48	0.33	2.4	9.42	0.48	2.4	11.39
2.8	6.48	0.33	2.8	10.21	0.52	2.8	11.98
3.2	6.48	0.33	3.2	10.21	0.52	3.2	12.96
3.6	6.48	0.33	3.6	10.21	0.52	3.6	13.35
4	6.48	0.33	4	10.21	0.52	4	13.55
4.4	6.28	0.32	4.4	10.41	0.53	4.4	13.55
4.8	6.28	0.32	4.8	10.41	0.53	4.8	13.55
5.2	6.28	0.32	5.2	10.41	0.53	5.2	13.35
5.6	6.09	0.31	5.6	10.21	0.52	5.6	13.35
6	6.09	0.31	6	10.21	0.52	6	13.35
6.4	6.09	0.31	6.4	10.21	0.52	6.4	13.35
6.8	6.09	0.31	6.8	10.21	0.52	6.8	13.35
7.2	6.09	0.31	7.2	10.21	0.52	7.2	13.16
7.6	6.09	0.31	7.6	10.21	0.52	7.6	13.16
8	5.89	0.3	8	10.01	0.51	8	13.16
8.4	5.89	0.3	8.4	10.01	0.51	8.4	13.16
8.8	5.89	0.3	8.8	10.01	0.51	8.8	13.16
9.2	5.89	0.3	9.2	10.01	0.51	9.2	13.16
9.6	5.89	0.3	9.6	10.01	0.51	9.6	13.16
10	5.89	0.3	10	10.01	0.51	10	13.16
11	5.89	0.3	11	10.01	0.51	11	13.16
12	5.89	0.3	12	10.01	0.51	12	13.16



Esfuerzo Normal	Esfuerzo de Corte
0.50	0.33
1.00	0.53
1.50	0.69



Cohesión =	0.1567 kg/cm2
Ángulo de Fricción=	19.80

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"		
INFORME: ENSAYO DE CORTE DIRECTO 03		NOMBRE:
TESISISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN	ESC.: S/E	E CD 03
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO	FECHA:	
Departamento: CAJAMARCA Provincia: CAJAMARCA Distrito: BAÑOS DEL INCA	MAYO 2022	

ANEXO E:
PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Identificación de zonas de deslizamiento. Progresiva 02+700 km



Fotografía 2. Descripción visual de características en los taludes



Fotografía 3. Registro de datos de caracterización visual en taludes. Progresiva 04+750 km



Fotografía 4. Levantamiento Topográfico, inicio del tramo en estudio. Progresiva 02+500 km



Fotografía 5. Levantamiento Topográfico, toma de puntos en el pie del talud. Progresiva 03+000 km



Fotografía 6. Levantamiento Topográfico, toma de puntos, parte intermedia del tramo en estudio. Progresiva 03+300 km



Fotografía 7. Levantamiento Topográfico, toma de puntos en ladera del talud. Progresiva 03+500km



Fotografía 8. Levantamiento Topográfico, parte final del tramo en estudio. Progresiva 06+000 km



Fotografía 9. Conteo Vehicular. Progresiva 02+300 km



Fotografía 10. Conteo Vehicular. Progresiva 02+300 km



Fotografía 11. Conteo Vehicular. Progresiva 02+300 km



Fotografía 12. Excavación para calicata. Progresiva 02+530 km



Fotografía 13. Excavación para calicata. Progresiva 04+330 km



Fotografía 14. Excavación para calicata. Progresiva 04+855 km



Fotografía 15. Calicata N°6: profundidad y material extraído. Progresiva 05+700 km



Fotografía 16. Calicata N°5: profundidad y material extraído. Progresiva 04+855 km



Fotografía 17. Calicata N°4: material de calicata y profundidad. Progresiva 04+330 km



Fotografía 18. Calicata N°3, en talud expuesto: profundidad y material. Progresiva 03+808 km



Fotografía 19. Calicata N°2, en talud expuesto: profundidad y material. Progresiva 03+248 km



Fotografía 20. Calicata N°1, en talud expuesto: profundidad y material. Progresiva 02+530 km



Fotografía 21. Ensayo Granulométrico, parte que pasa el tamiz N°4



Fotografía 22. Ensayo Granulométrico, fracción retenida el tamiz N°4



Fotografía 23. Preparación de muestra para determinar el Límite Líquido en la Cuchara de Casagrande



Fotografía 24. Registro del número de golpes, para el primer contenido de humedad



Fotografía 25. Preparación de rollitos para determinar el límite plástico



Fotografía 26. Muestras secadas al horno, para establecer los contenidos de humedad



Fotografía 27. Ensayo de Corte Directo, muestra CD-01



Fotografía 28. Corte Directo: Preparación y ensayo de muestra CD-02



Fotografía 29. Preparación de muestra para el Ensayo de Corte Directo, CD-03

ANEXO F:
LISTADO DE PLANOS

LISTADO DE PLANOS

PLANO DE UBICACIÓN: P U

PLANO TOPOGRÁFICO 01: P T 01

PLANO TOPOGRÁFICO 02: P T 02

PLANO TIPO DE SUELO - CLASIFICACIÓN AASHTO: PTS

PLANO SECCIÓN ANÁLISIS 01: PSA - 01

PLANO SECCIÓN ANÁLISIS 02: PSA - 02

PLANO SECCIÓN ANÁLISIS 03: PSA - 03

PLANO SECCIÓN ANÁLISIS 04: PSA - 04

PLANO SECCIÓN ANÁLISIS 05: PSA - 05

PLANO SECCIÓN ANÁLISIS 06: PSA - 06

PLANO SECCIÓN ANÁLISIS 07: PSA - 07

PLANO SECCIÓN ANÁLISIS 08: PSA - 08

PLANO SECCIÓN ANÁLISIS 09: PSA - 09

PLANO SECCIÓN ANÁLISIS 10: PSA - 10

PLANO SECCIÓN ANÁLISIS 11: PSA - 11

PLANO SECCIÓN ANÁLISIS 12: PSA - 12

PLANO SECCIÓN ANÁLISIS 13: PSA - 13

PLANO SECCIÓN ANÁLISIS 14: PSA - 14

PLANO SECCIÓN ANÁLISIS 15: PSA - 15

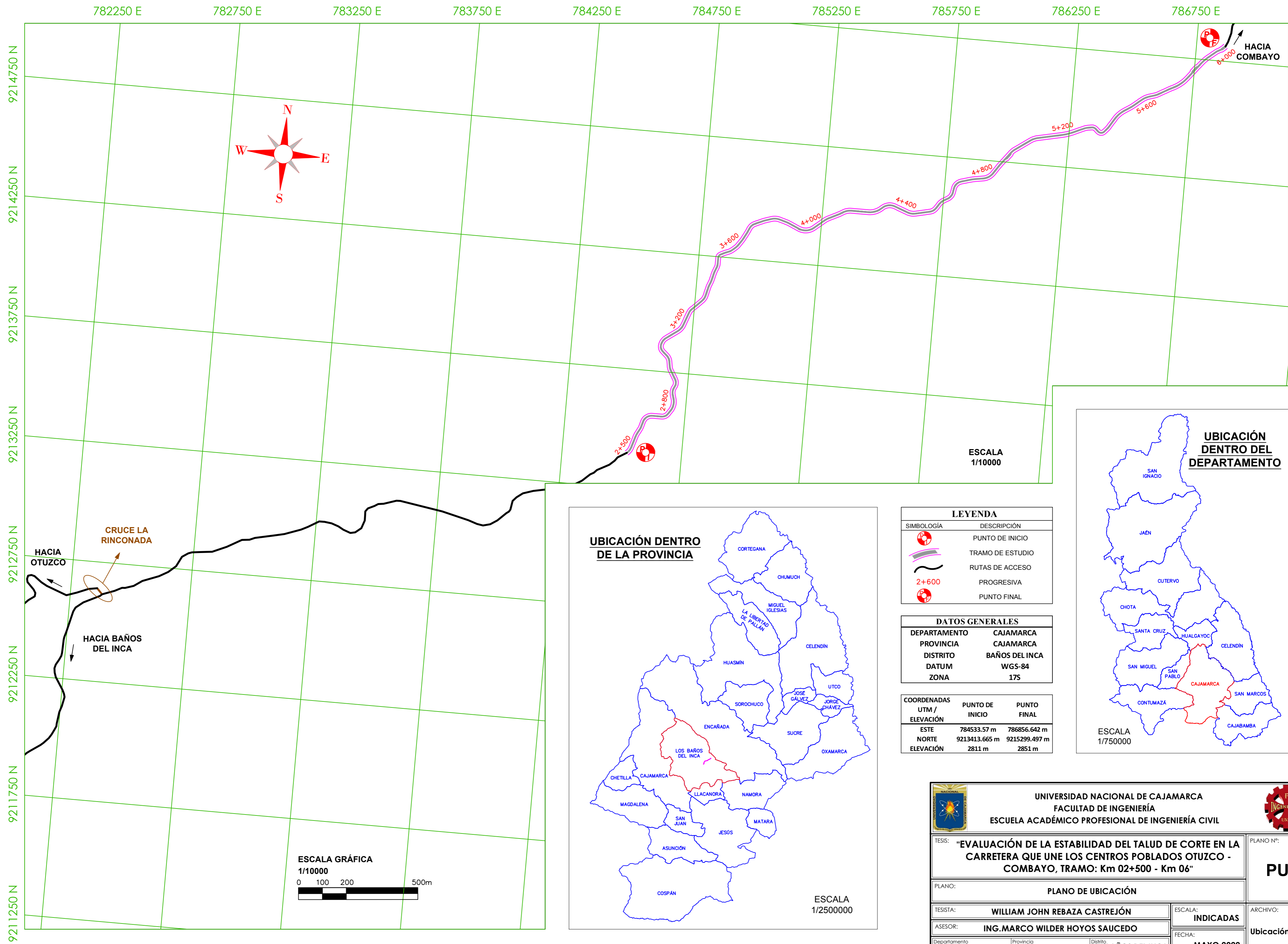
PLANO SECCIÓN ANÁLISIS 16: PSA - 16

PLANO SECCIÓN ANÁLISIS 17: PSA - 17

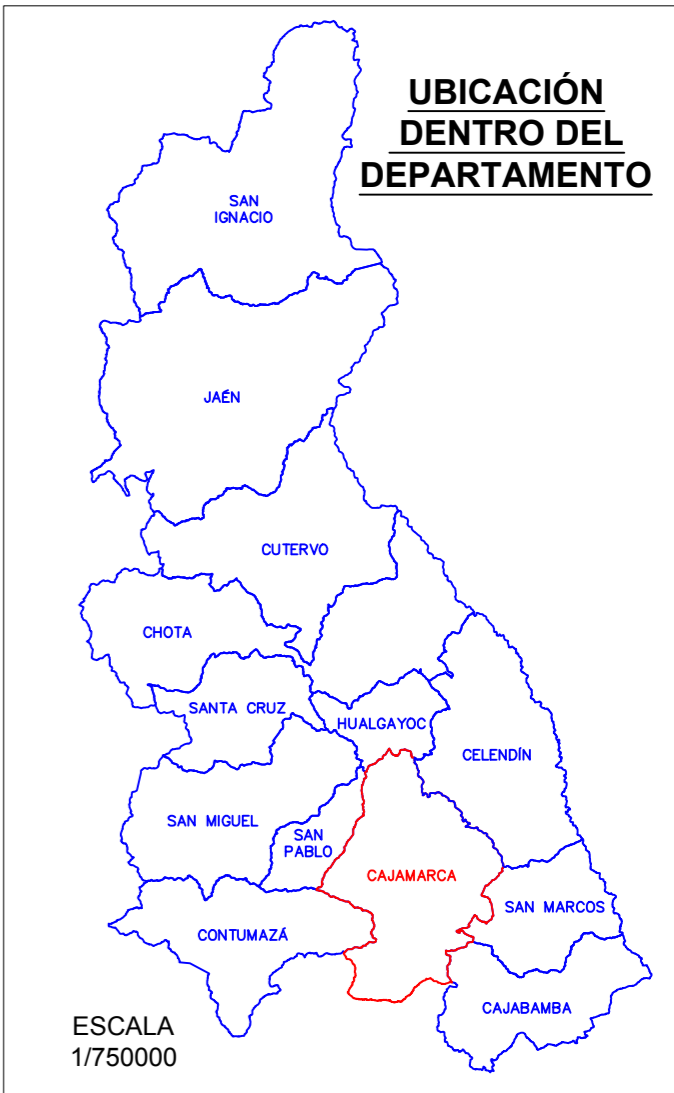
PLANO SECCIÓN ANÁLISIS 18: PSA - 18

PLANO SECCIÓN ANÁLISIS 19: PSA – 19

PLANO FACTOR DE SEGURIDAD – TALUD DE CORTE INESTABLE: PFS

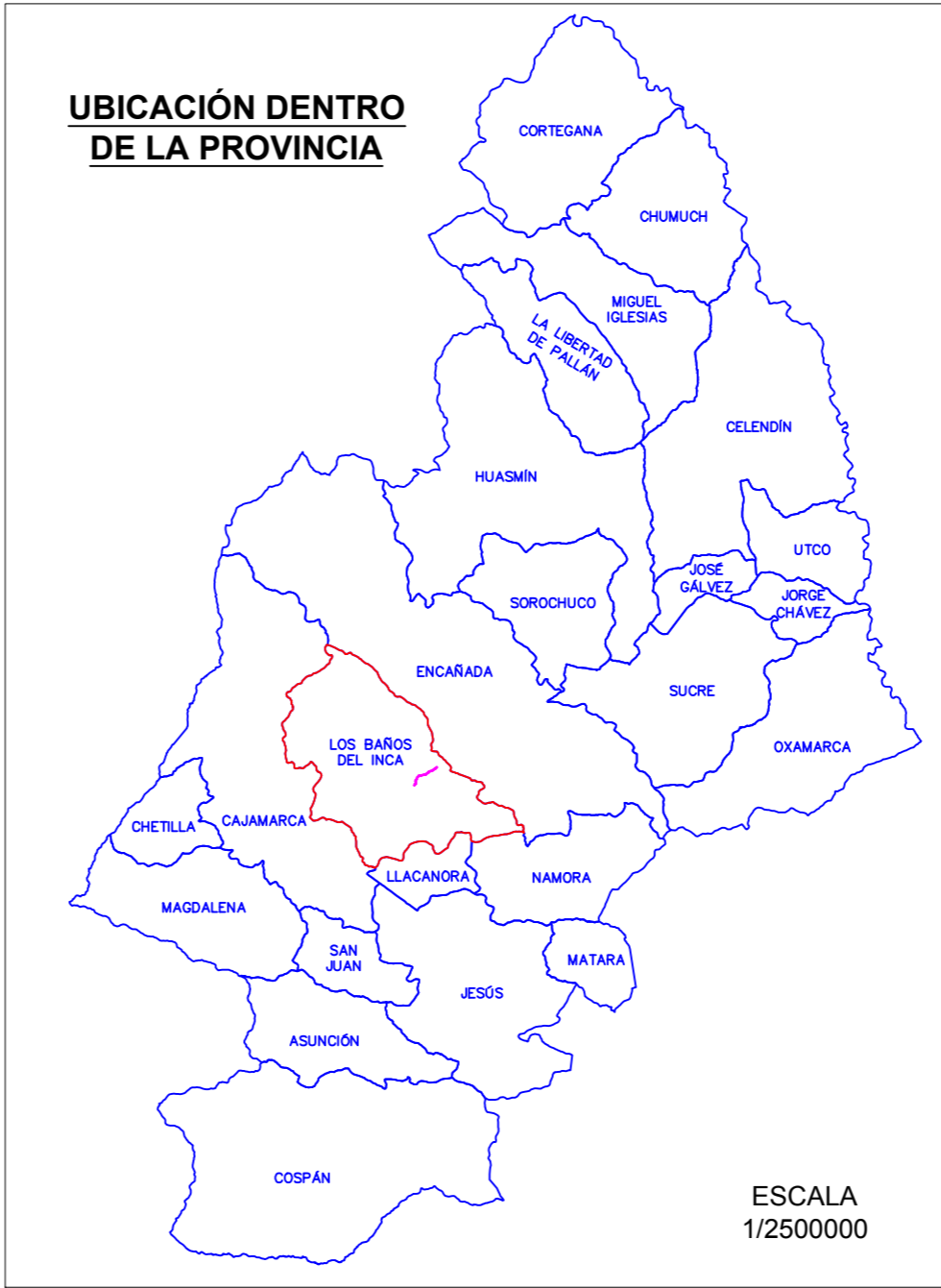


ESCALA
1/10000



UBICACIÓN
DENTRO DEL
DEPARTAMENTO

ESCALA
1/750000



UBICACIÓN DENTRO
DE LA PROVINCIA

ESCALA
1/2500000

LEYENDA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	PUNTO DE INICIO
	TRAMO DE ESTUDIO
	RUTAS DE ACCESO
	PROGRESIVA
	PUNTO FINAL

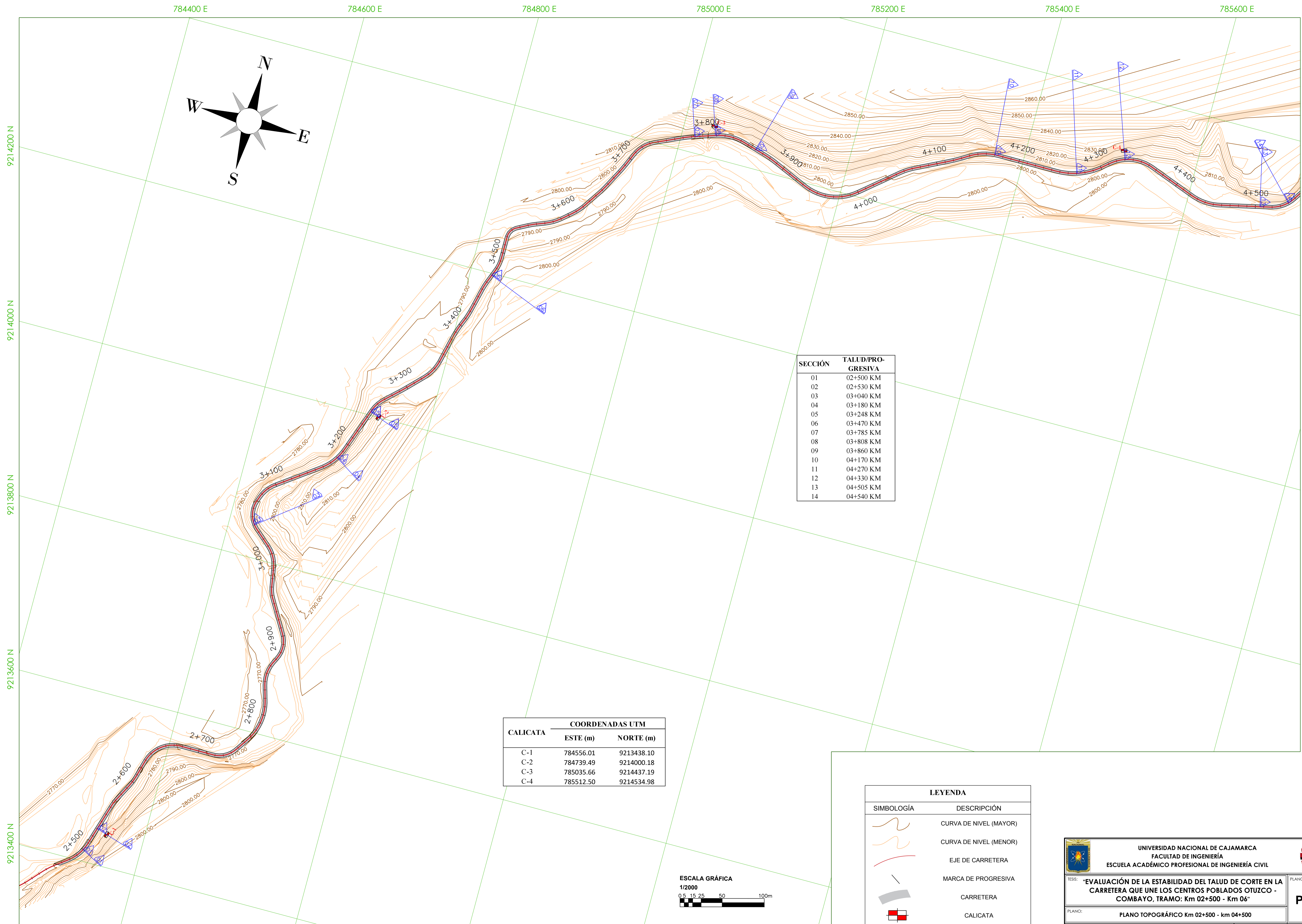
DATOS GENERALES	
DEPARTAMENTO	CAJAMARCA
PROVINCIA	CAJAMARCA
DISTRITO	BAÑOS DEL INCA
DATUM	WGS-84
ZONA	17S

COORDENADAS	PUNTO DE INICIO	PUNTO FINAL
UTM / ELEVACIÓN		
ESTE	784533.57 m	786856.642 m
NORTE	9213413.665 m	9215299.497 m
ELEVACIÓN	2811 m	2851 m



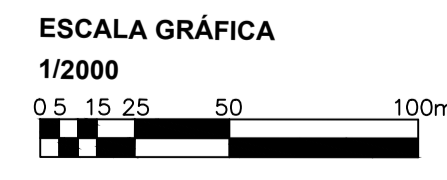
ESCALA GRÁFICA
1/10000

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"		PLANO N°: PU
PLANO: PLANO DE UBICACIÓN		
TESISISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN	ESCALA: INDICADAS	ARCHIVO:
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO	FECHA:	Ubicación.dwg
Departamento: CAJAMARCA	Provincia: CAJAMARCA	Distrito: BAÑOS DEL INCA
MAYO 2022		



SECCIÓN	TALUD/PROGRESIVA
01	02+500 KM
02	02+530 KM
03	03+040 KM
04	03+180 KM
05	03+248 KM
06	03+470 KM
07	03+785 KM
08	03+808 KM
09	03+860 KM
10	04+170 KM
11	04+270 KM
12	04+330 KM
13	04+505 KM
14	04+540 KM

CALICATA	COORDENADAS UTM	
	ESTE (m)	NORTE (m)
C-1	784556.01	9213438.10
C-2	784739.49	9214000.18
C-3	785035.66	9214437.19
C-4	785512.50	9214534.98

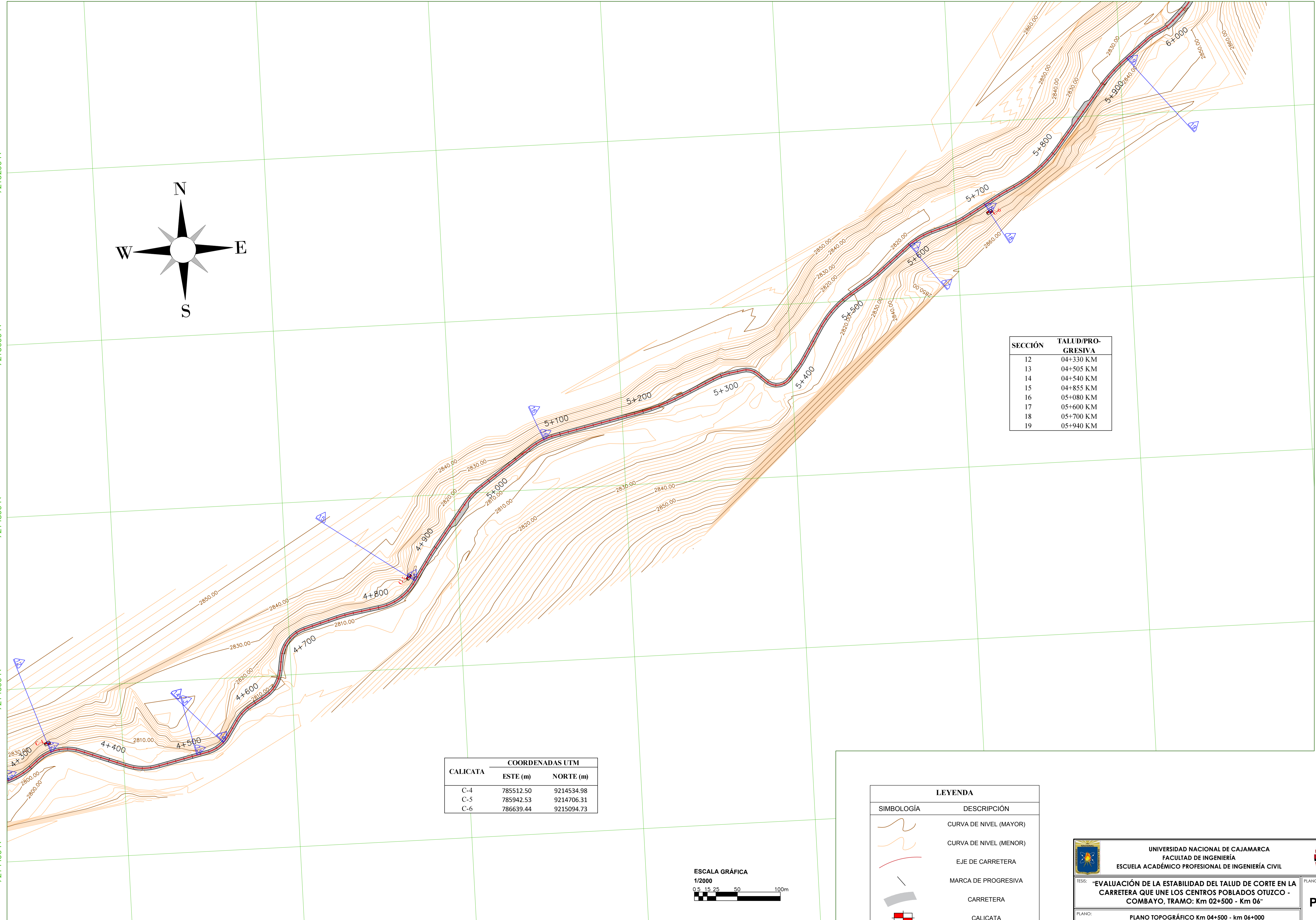
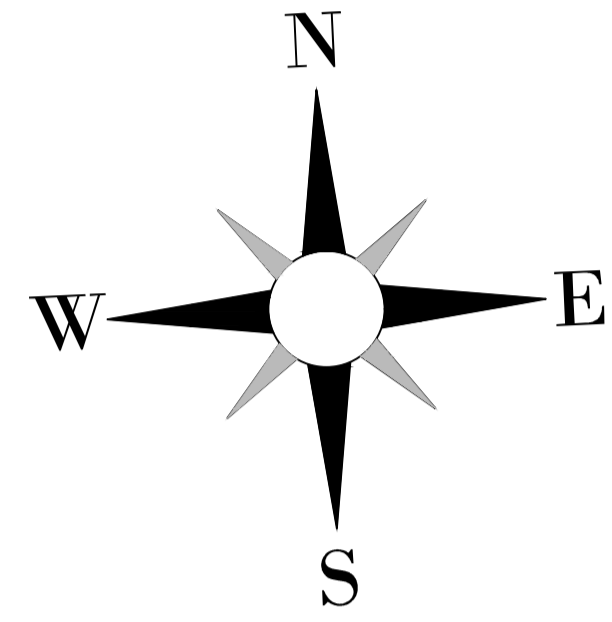


LEYENDA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	CURVA DE NIVEL (MAYOR)
	CURVA DE NIVEL (MENOR)
	EJE DE CARRETERA
	MARCA DE PROGRESIVA
	CARRETERA
	CALICATA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"		PLANO N°: PT-01
PLANO: PLANO TOPOGRÁFICO Km 02+500 - km 04+500		ARCHIVO: Topografía.dwg
TESIS: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN	ESCALA: 1/2000	FECHA: MAYO 2022
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO	Departamento: CAJAMARCA	Provincia: CAJAMARCA
Distrito: BAÑOS DEL INCA	Distrito: BAÑOS DEL INCA	

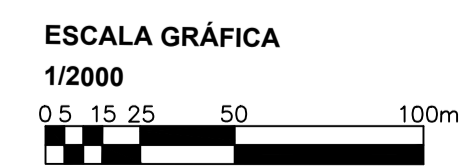
785600 E 785800 E 786000 E 786200 E 786400 E 786600 E 786800 E 787000 E

9215200 N
9215000 N
9214800 N
9214600 N
9214400 N



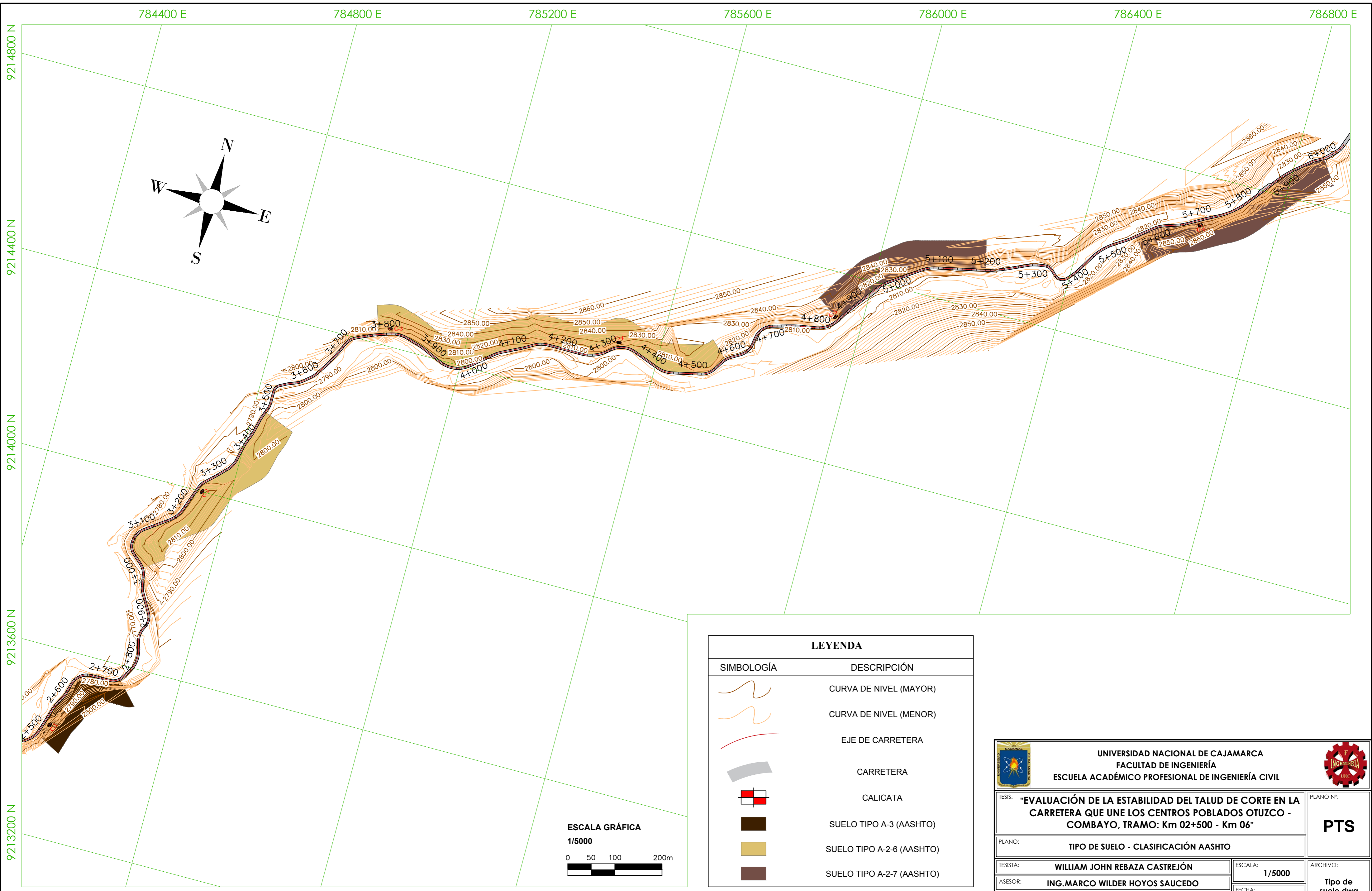
SECCIÓN	TALUD/PROGRESIVA
12	04+330 KM
13	04+505 KM
14	04+540 KM
15	04+855 KM
16	05+080 KM
17	05+600 KM
18	05+700 KM
19	05+940 KM

CALICATA	COORDENADAS UTM	
	ESTE (m)	NORTE (m)
C-4	785512.50	9214534.98
C-5	785942.53	9214706.31
C-6	786639.44	9215094.73

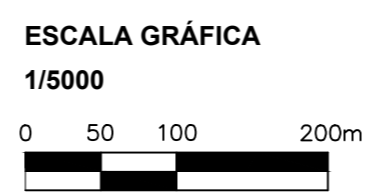


LEYENDA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	CURVA DE NIVEL (MAYOR)
	CURVA DE NIVEL (MENOR)
	EJE DE CARRETERA
	MARCA DE PROGRESIVA
	CARRETERA
	CALICATA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"		PLANO N°: PT-02
PLANO: PLANO TOPOGRÁFICO Km 04+500 - km 06+000		ESCALA: 1/2000
TESIS: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN		ARCHIVO: Topografía.dwg
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO		FECHA: MAYO 2022
Departamento: CAJAMARCA	Provincia: CAJAMARCA	Distrito: BAÑOS DEL INCA

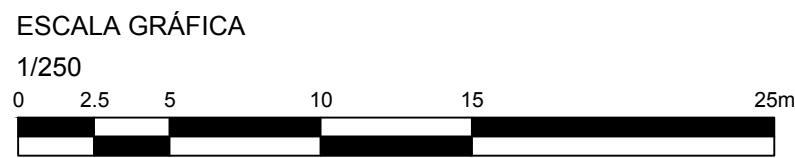
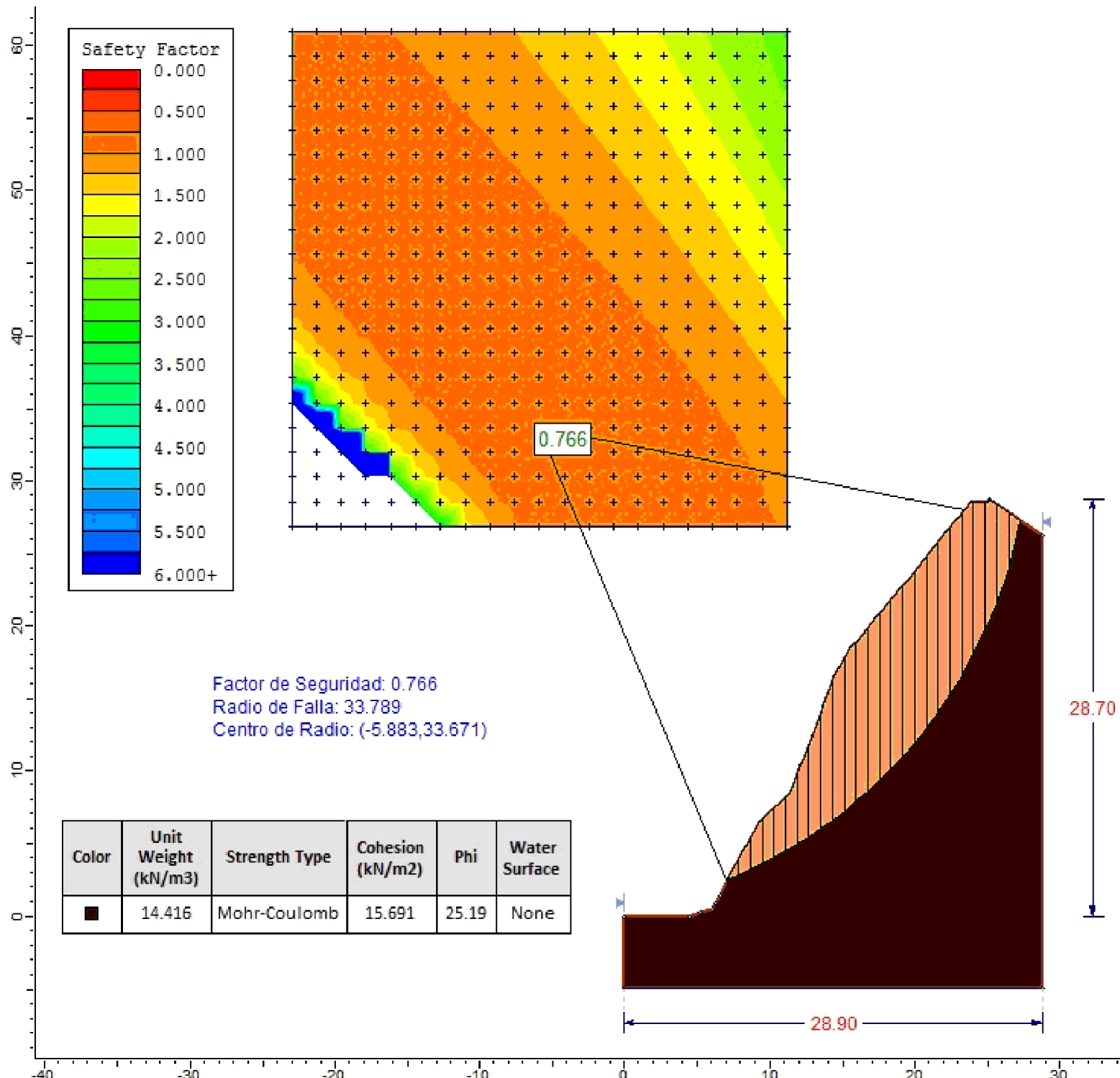


LEYENDA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	CURVA DE NIVEL (MAYOR)
	CURVA DE NIVEL (MENOR)
	EJE DE CARRETERA
	CARRETERA
	CALICATA
	SUELO TIPO A-3 (AASHTO)
	SUELO TIPO A-2-6 (AASHTO)
	SUELO TIPO A-2-7 (AASHTO)

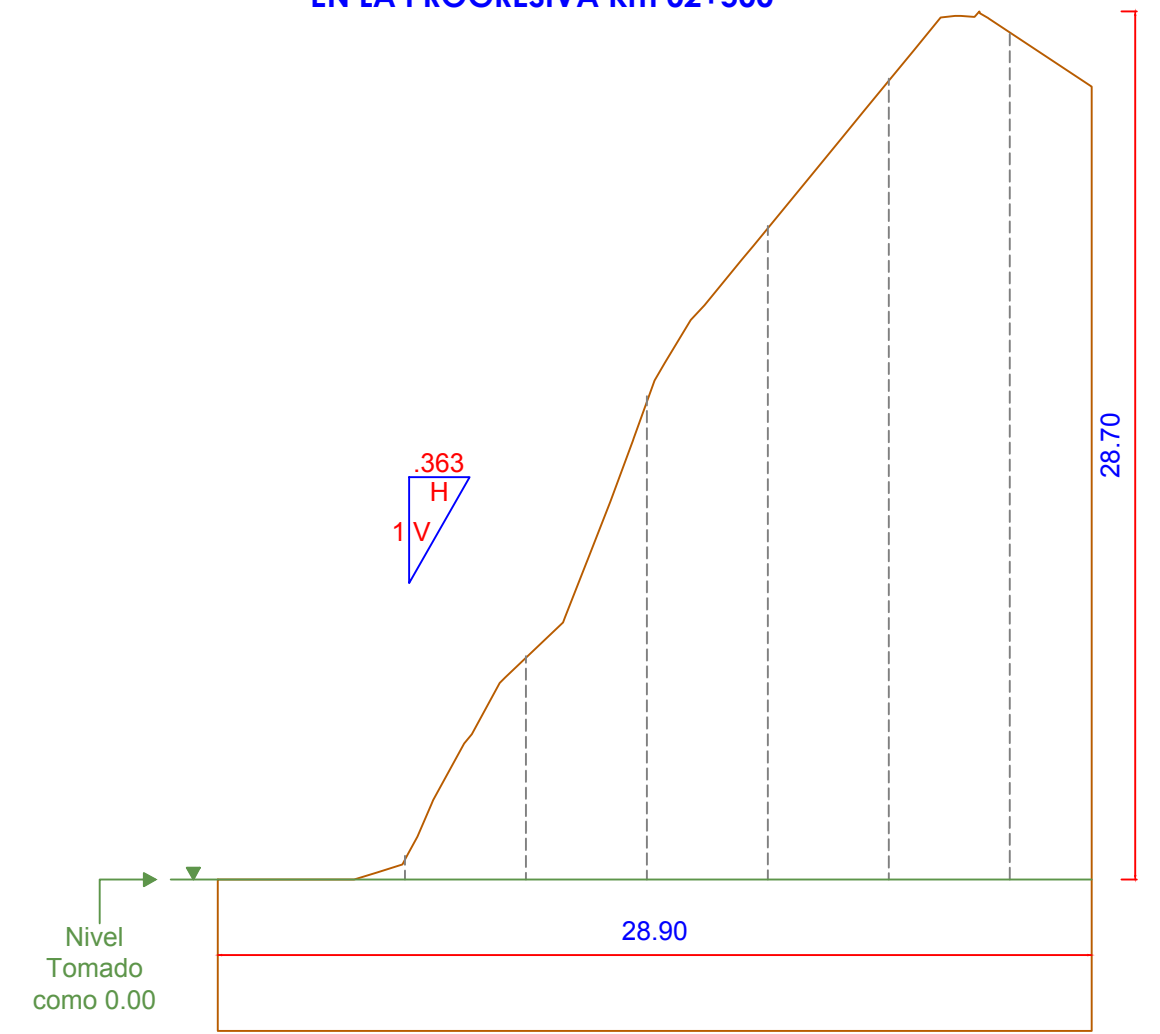


		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"			PLANO N°: PTS	
PLANO: TIPO DE SUELO - CLASIFICACIÓN AASHTO				
TESISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN		ESCALA: 1/5000		ARCHIVO:
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO		FECHA: MAYO 2022		Tipo de suelo.dwg
Departamento: CAJAMARCA	Provincia: CAJAMARCA	Distrito: BAÑOS DEL INCA		

REPORTE DEL FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE SLIDE POR EL MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO



SECCIÓN DEL TALUD EN LA PROGRESIVA Km 02+500



	02+500 Km	004.00	008.00	012.00	016.00	020.00	024.00	026.65
COTA	00.00	00.78	07.39	15.98	21.61	26.48	27.97	26.22

Escala: 1/250

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

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"

PLANO N°: **PSA 01**

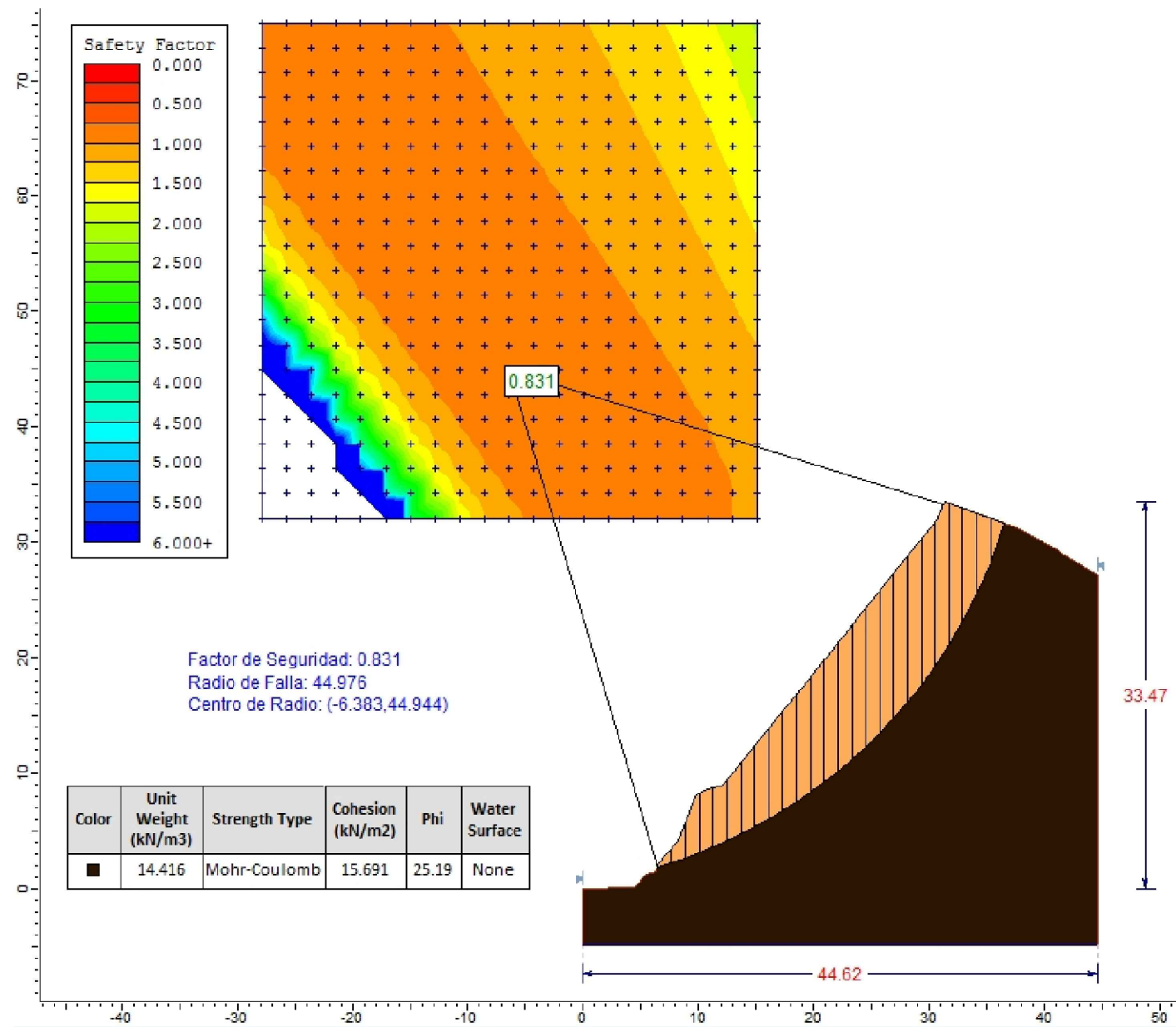
PLANO: PLANO SECCIÓN - ANÁLISIS

TESISTA: **WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN** ESCALA: 1/250

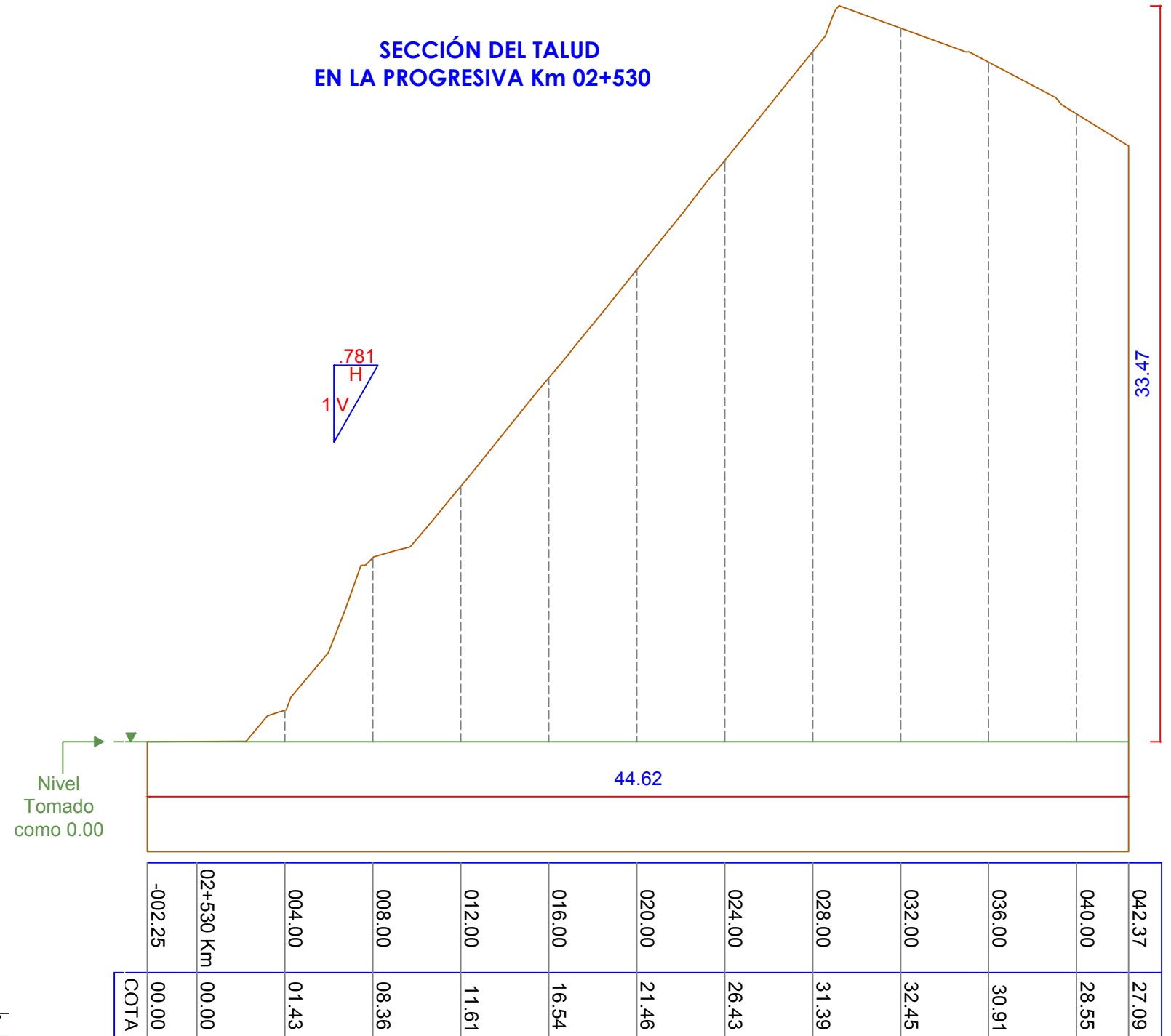
ASESOR: **ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO** ARCHIVO: Perfiles y Análisis.dwg

Departamento: **CAJAMARCA** Provincia: **CAJAMARCA** Distrito: **BAÑOS DEL INCA** FECHA: **MAYO 2022**

REPORTE DEL FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE SLIDE POR EL MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO



SECCIÓN DEL TALUD EN LA PROGRESIVA Km 02+530



Escala: 1/250

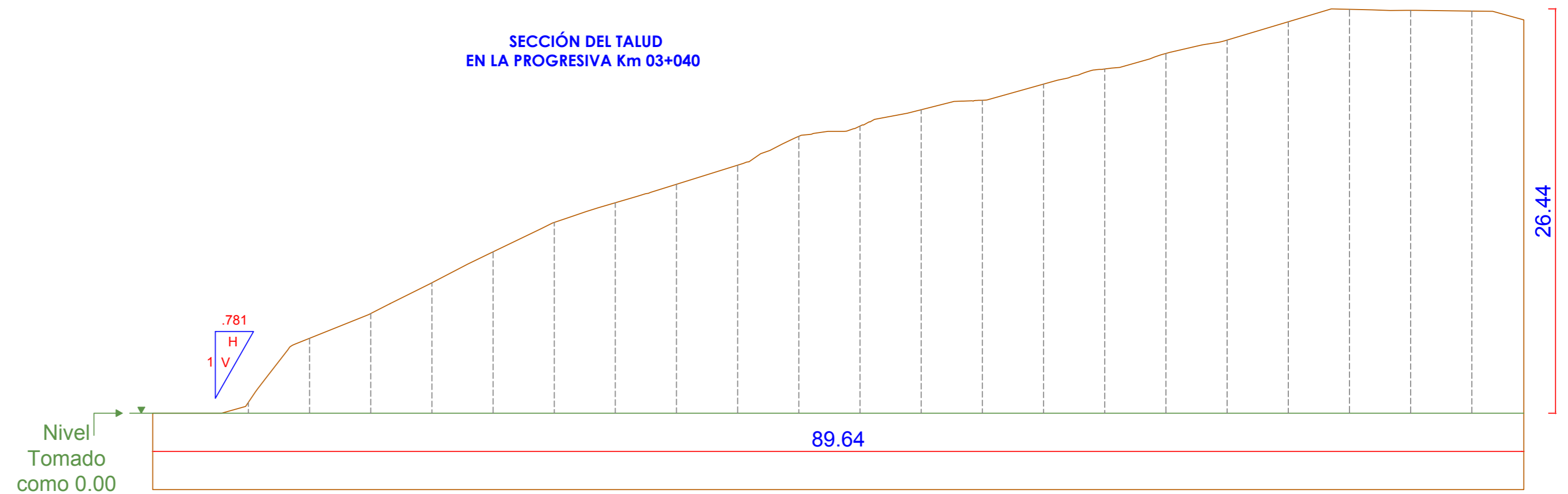
ESCALA GRÁFICA

1/250



		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"				PLANO N°: PSA 02	
PLANO: PLANO SECCIÓN - ANÁLISIS				ARCHIVO: Perfiles y Análisis.dwg	
TESISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN		ESCALA: 1/250		FECHA: MAYO 2022	
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO		Departamento: CAJAMARCA		Provincia: CAJAMARCA	
Distrito: BAÑOS DEL INCA					

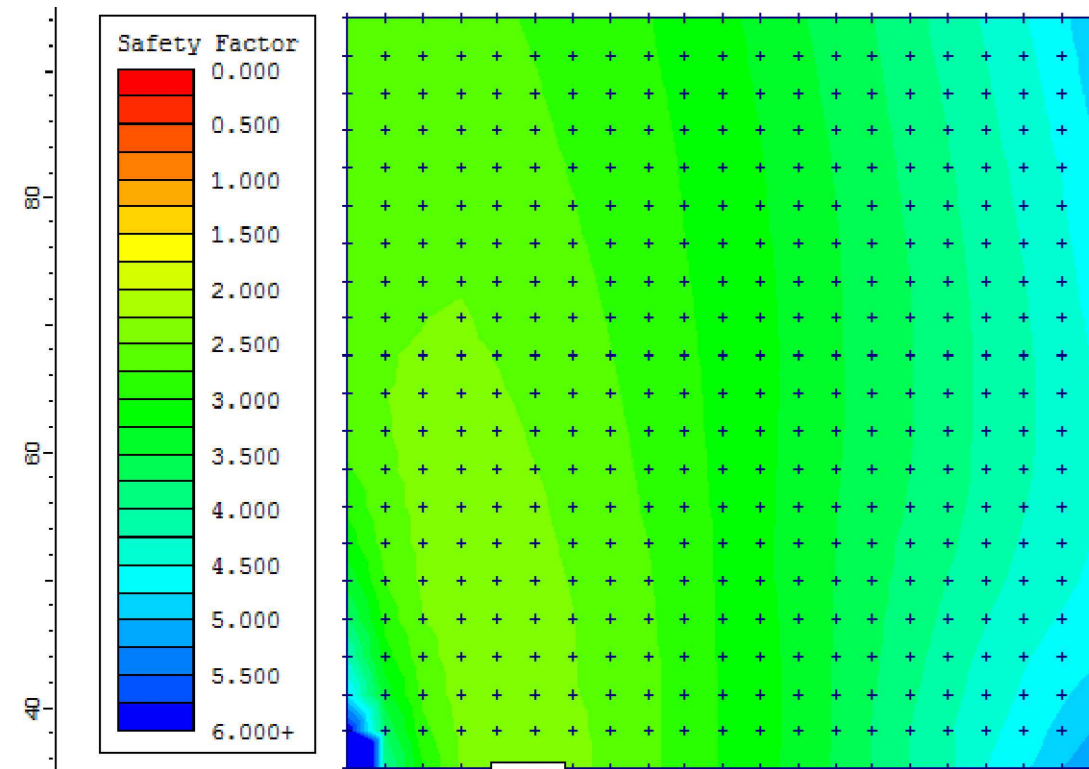
SECCIÓN DEL TALUD
EN LA PROGRESIVA Km 03+040



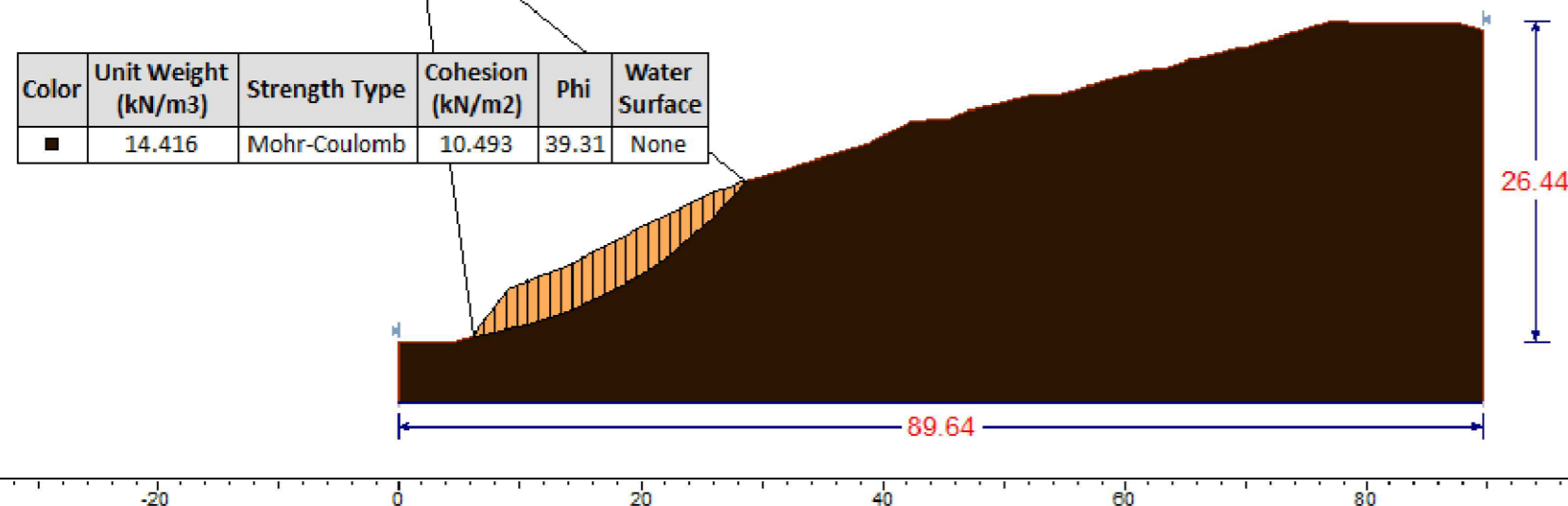
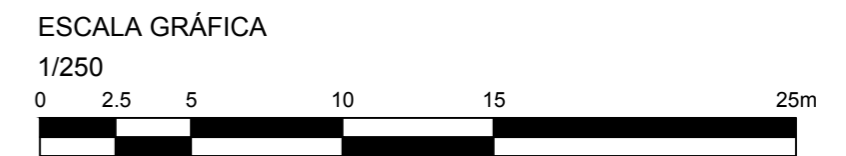
087.39	25.73
084.00	26.30
080.00	26.35
076.00	26.41
072.00	25.60
068.00	24.40
064.00	23.53
060.00	22.51
056.00	21.53
052.00	20.47
048.00	19.85
044.00	18.78
040.00	18.11
036.00	16.23
032.00	14.97
028.00	13.77
024.00	12.48
020.00	10.55
016.00	08.53
012.00	06.52
008.00	04.90
004.00	00.70
03+040 Km	00.00
COTA	00.00



REPORTE DEL FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE SLIDE POR
EL MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO

Escala: 1/250



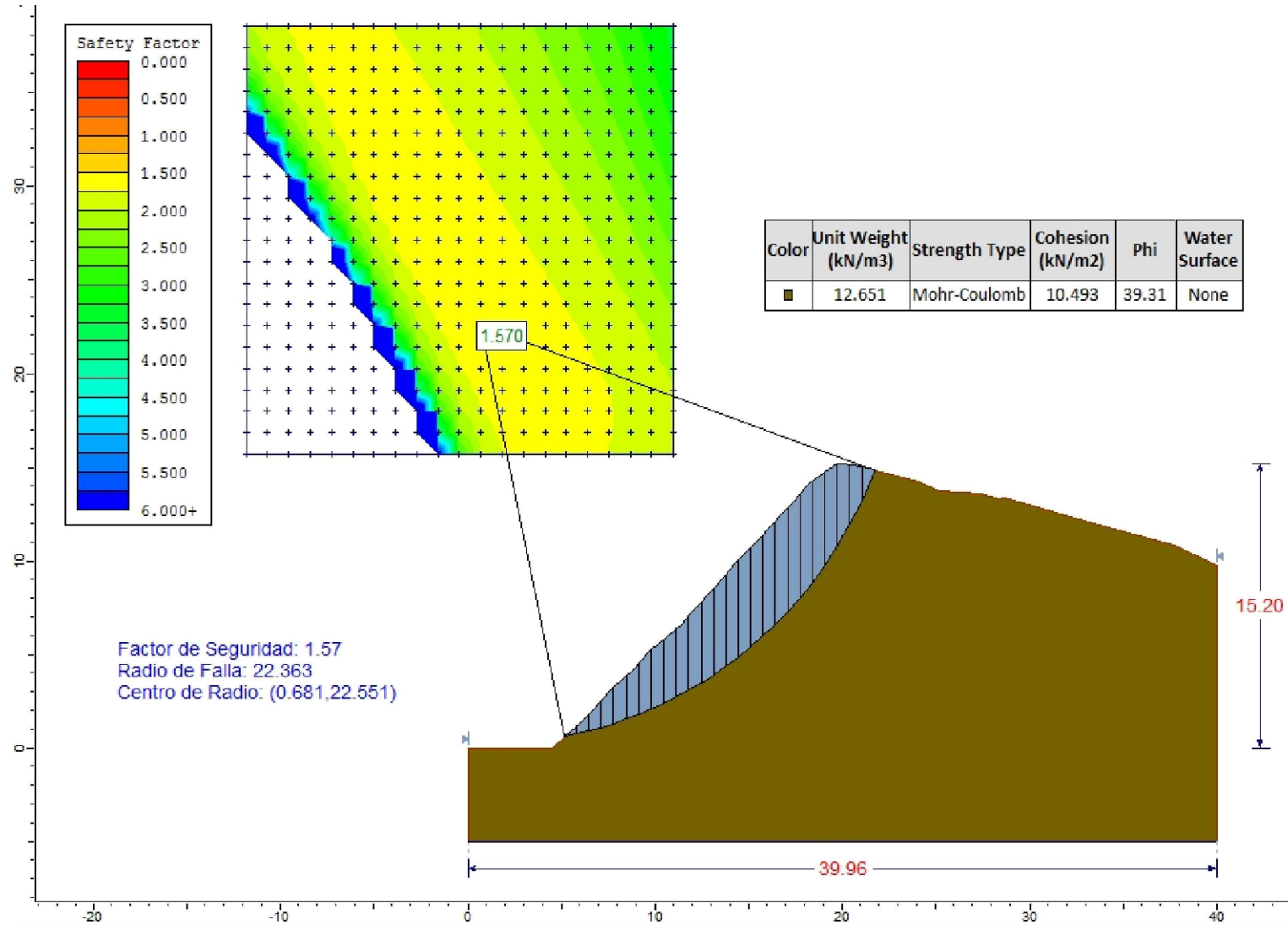
Factor de Seguridad: 2.308
Radio de Falla: 35.181
Centro de Radio: (1.245,35.348)



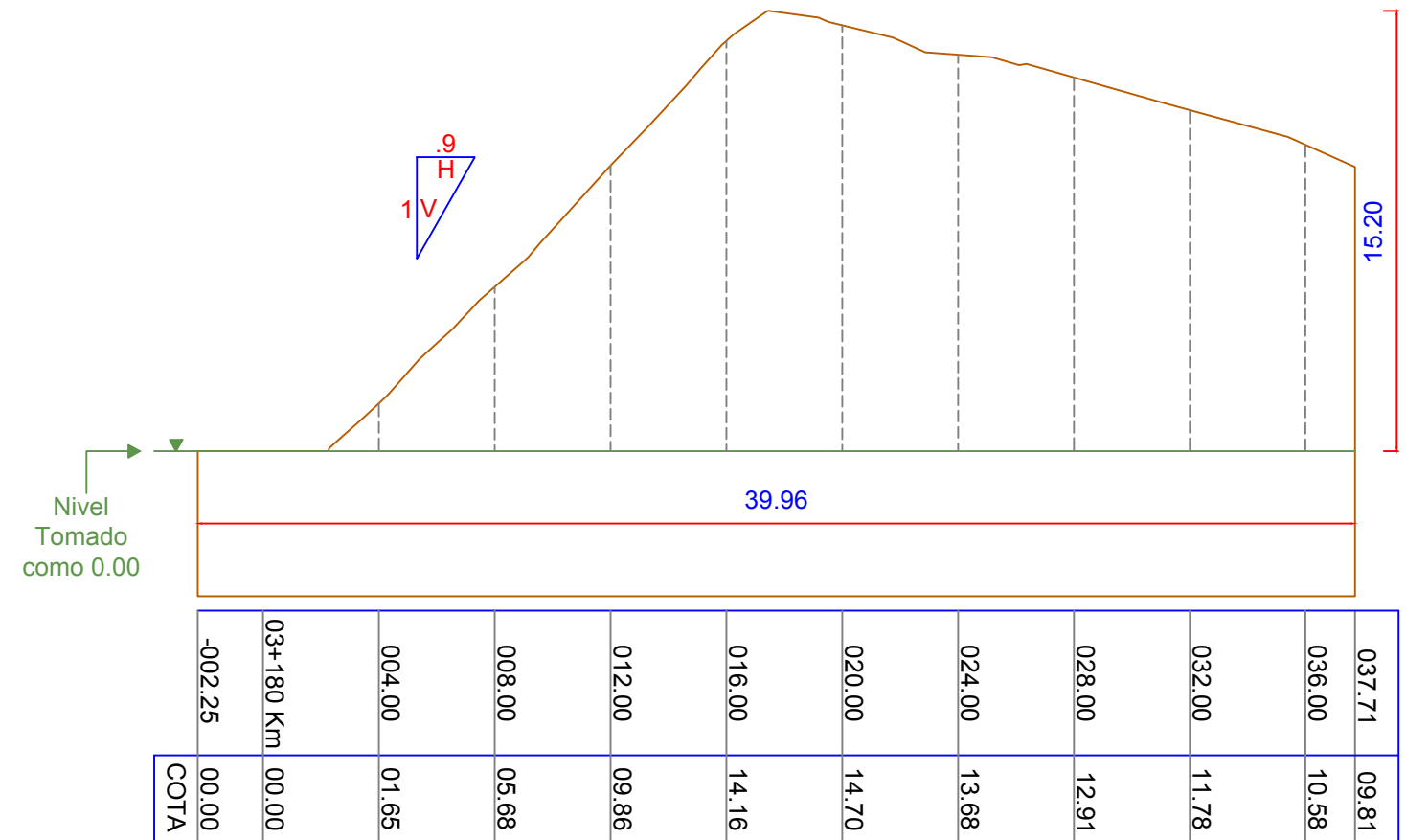
 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>		
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"		PLANO N°:
PLANO: PLANO SECCIÓN - ANÁLISIS		PSA 03
TESISISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN	ESCALA: 1/250	ARCHIVO:
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYS SAUCEDO	FECHA:	Perfiles y Análisis.dwg
Departamento: CAJAMARCA	Provincia: CAJAMARCA	Distrito: BAÑOS DEL INCA
MAYO 2022		

REPORTE DEL FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE SLIDE POR EL MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO

SECCIÓN DEL TALUD EN LA PROGRESIVA Km 03+180



Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kN/m ²)	Phi	Water Surface
■	12.651	Mohr-Coulomb	10.493	39.31	None





037.71	09.81
036.00	10.58
032.00	11.78
028.00	12.91
024.00	13.68
020.00	14.70
016.00	14.16
012.00	09.86
008.00	05.68
004.00	01.65
03+180 Km	00.00
-002.25	00.00
COTA	

Escala: 1/250

ESCALA GRÁFICA

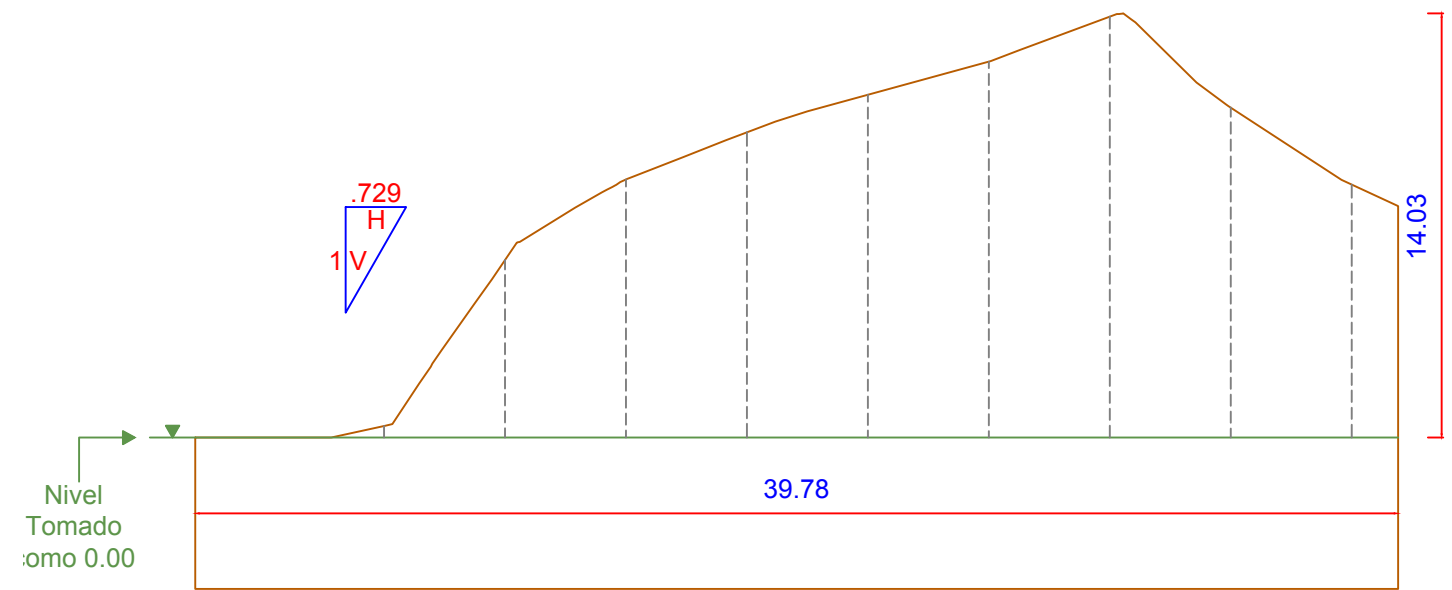
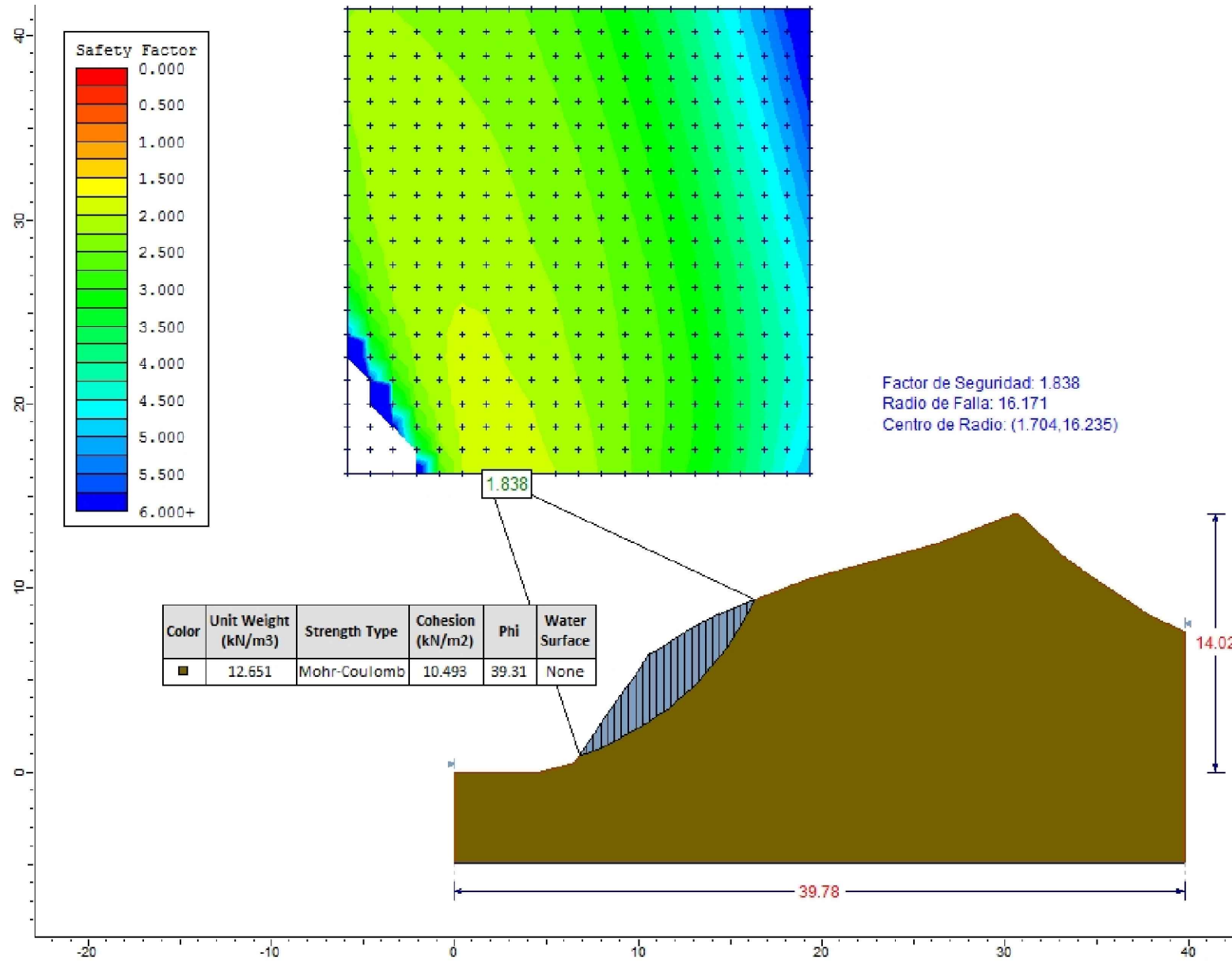
1/250



 <p align="center">UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>		
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"		PLANO N°: PSA 04
PLANO: PLANO SECCIÓN - ANÁLISIS		ARCHIVO: Perfiles y Análisis.dwg
TESISISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN		
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO		ESCALA: 1/250
Departamento: CAJAMARCA Provincia: CAJAMARCA Distrito: BAÑOS DEL INCA		FECHA: MAYO 2022

REPORTE DEL FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE SLIDE POR EL MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO

SECCIÓN DEL TALUD EN LA PROGRESIVA Km 03+248



03+248 Km	004.00	008.00	012.00	016.00	020.00	024.00	028.00	032.00	036.00	037.53
COTA	00.00	00.39	05.88	08.54	10.10	11.34	12.43	13.92	08.36	07.65

Escala: 1/250

ESCALA GRÁFICA

1/250



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



TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"

PLANO N°:

PSA
05

PLANO:

PLANO SECCIÓN - ANÁLISIS

TESISTA:

WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN

ESCALA:

1/250

ASESOR:

ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO

FECHA:

MAYO 2022

Departamento

CAJAMARCA

Provincia

CAJAMARCA

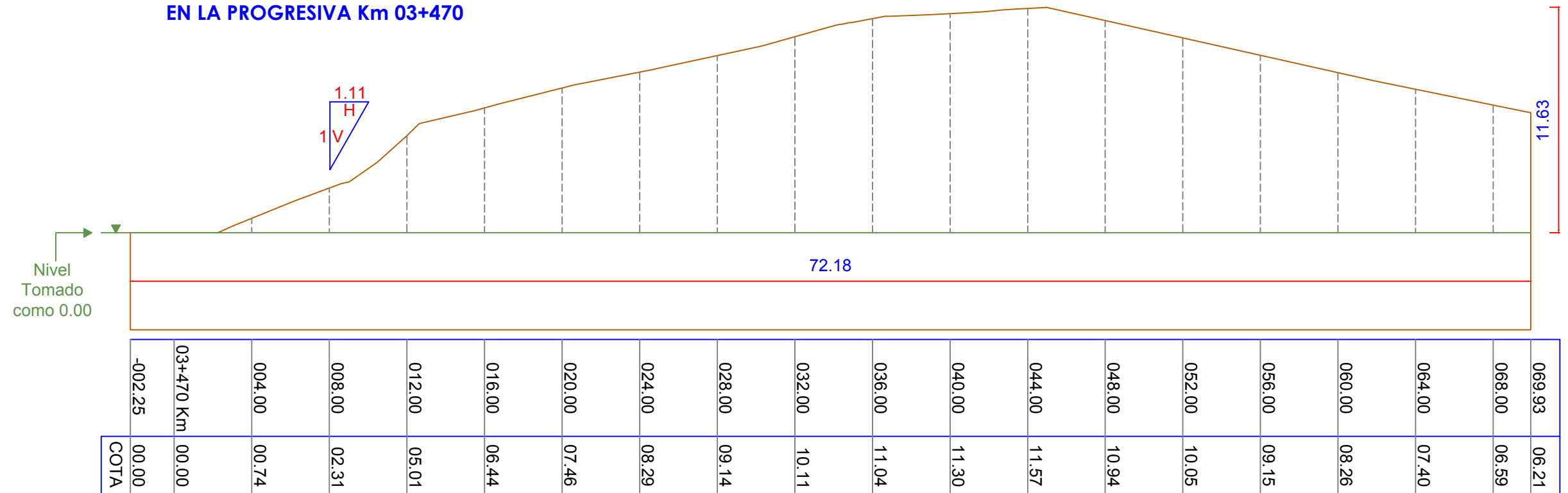
Distrito

BAÑOS DEL INCA

ARCHIVO:

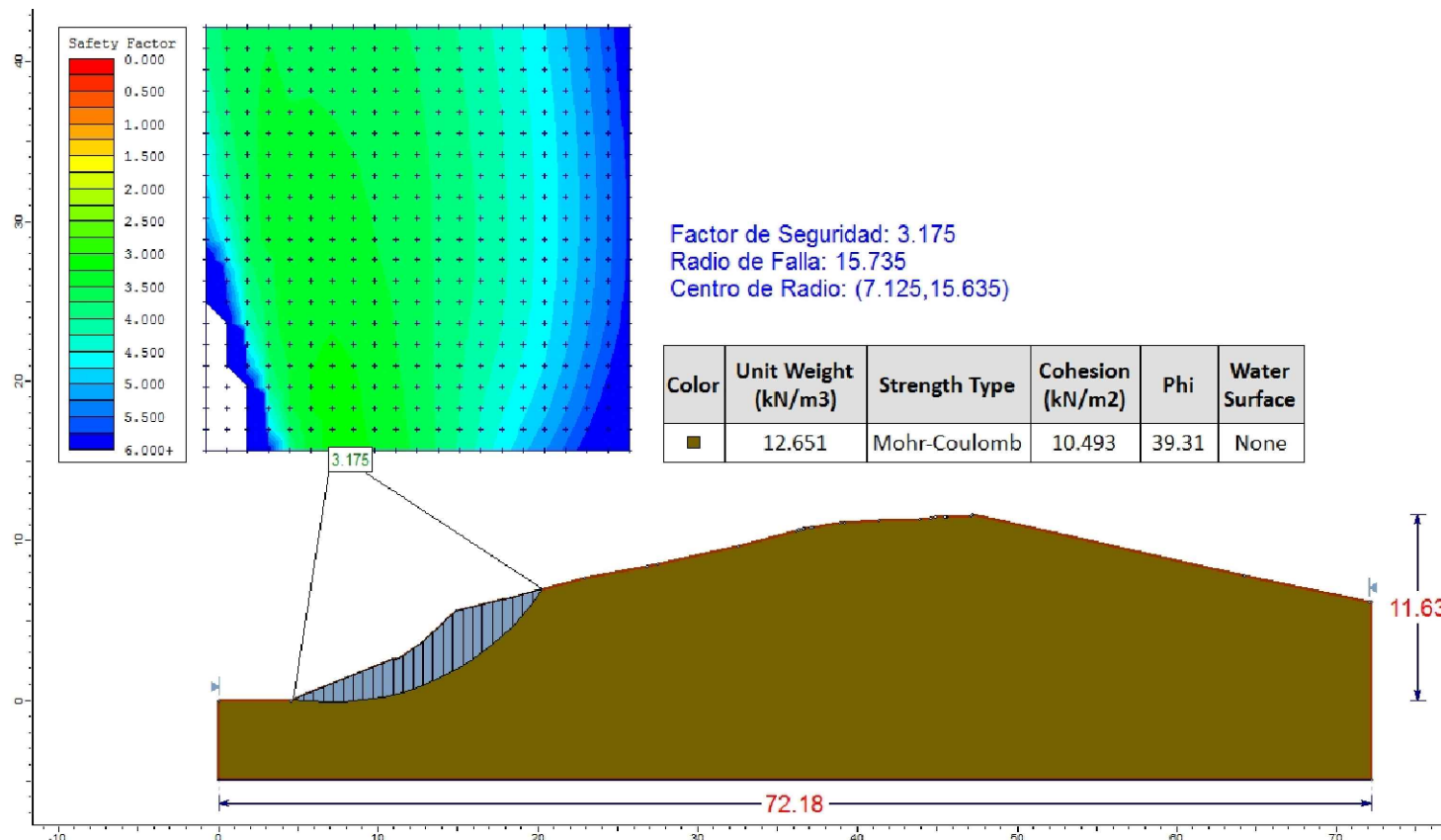
Perfiles y
Análisis.dwg

SECCIÓN DEL TALUD EN LA PROGRESIVA Km 03+470



Escala: 1/250



REPORTE DEL FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE SLIDE POR EL MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO



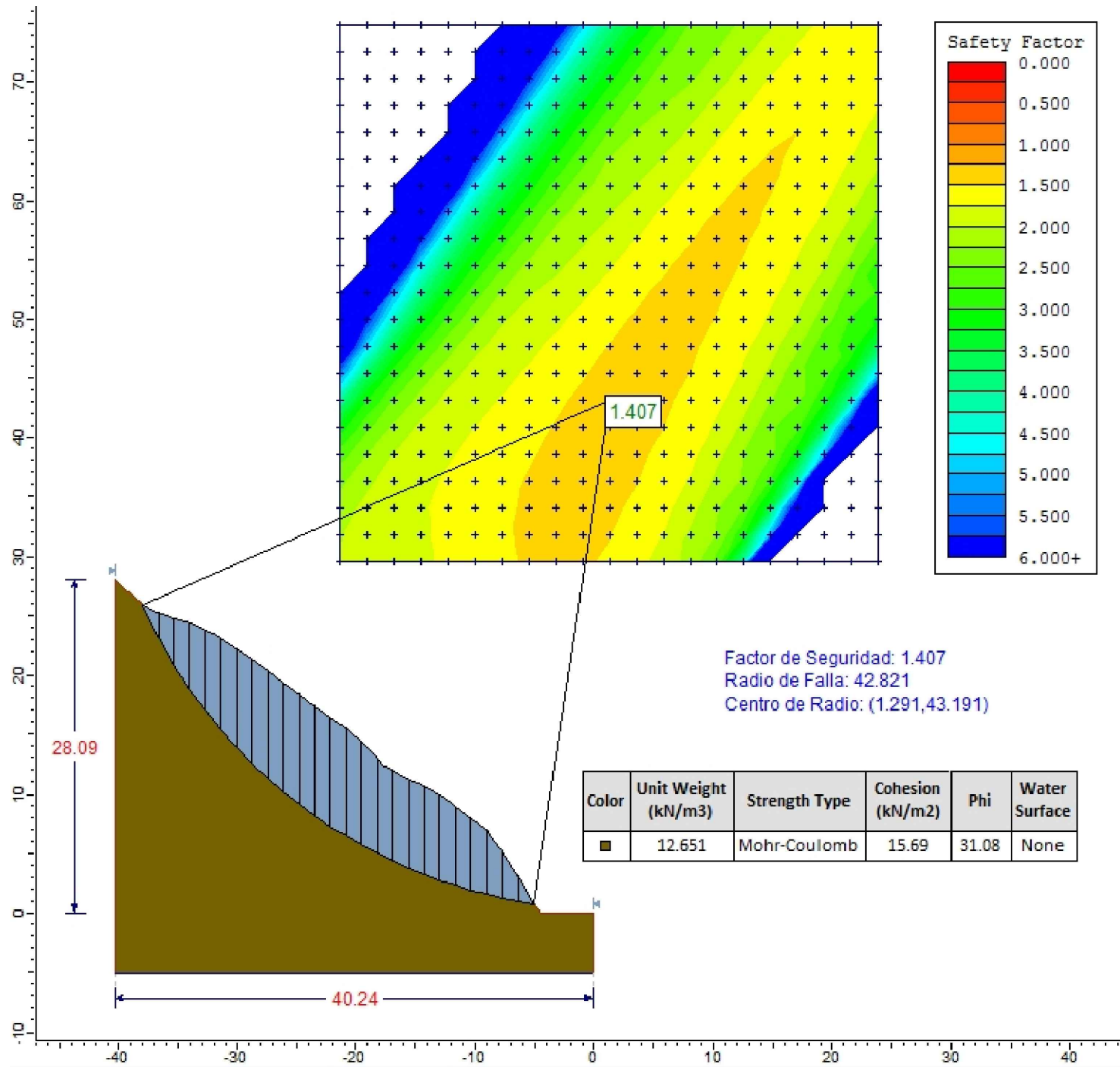
ESCALA GRÁFICA

1/250



		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"				PLANO N°: PSA 06	
PLANO: PLANO SECCIÓN - ANÁLISIS				ARCHIVO: Perfiles y Análisis.dwg	
TESISISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN		ESCALA: 1/250		FECHA: MAYO 2022	
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO		Departamento: CAJAMARCA		Provincia: CAJAMARCA	
Distrito: BAÑOS DEL INCA					

REPORTE DEL FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE SLIDE POR EL MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO

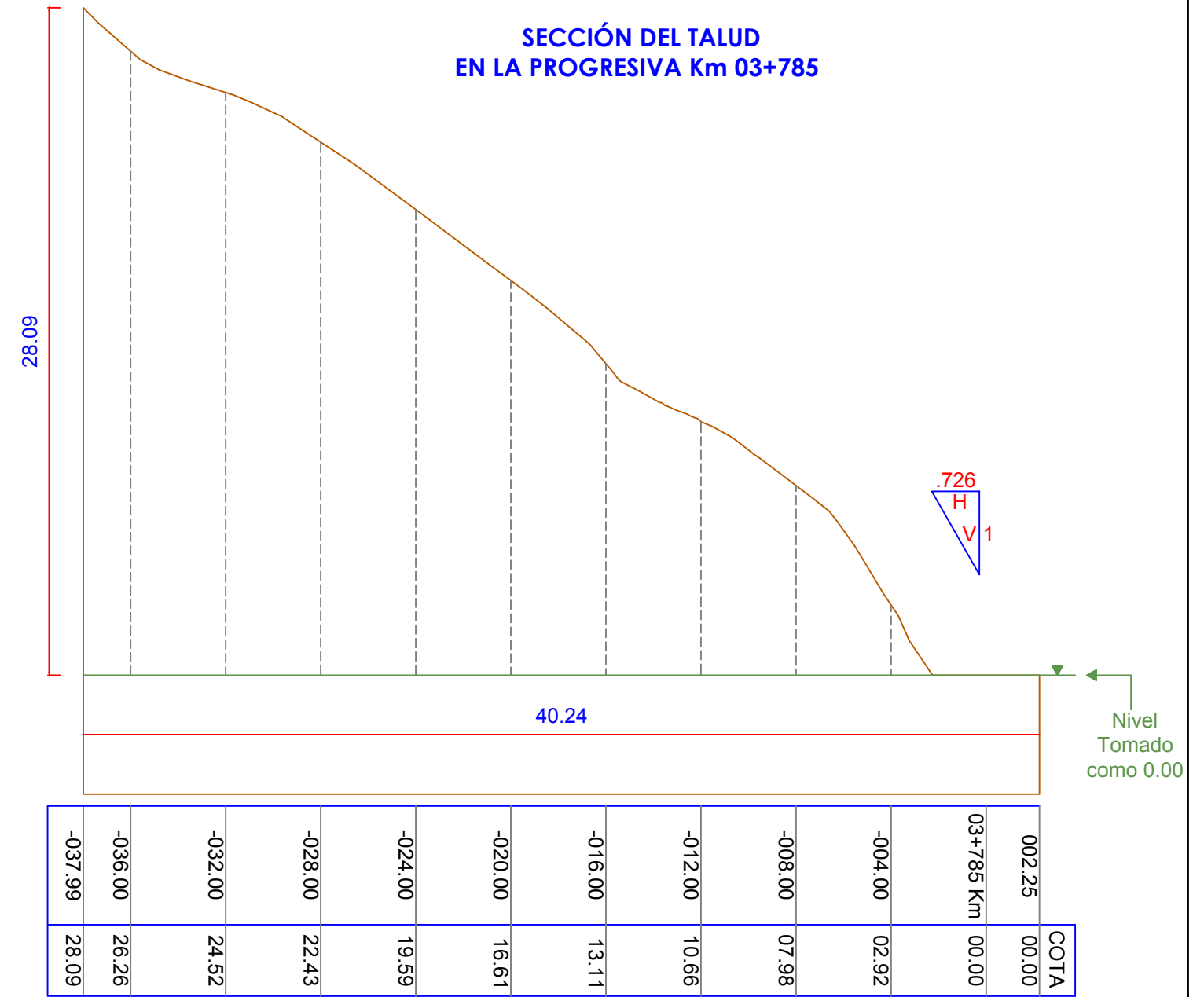


ESCALA GRÁFICA

1/250



SECCIÓN DEL TALUD EN LA PROGRESIVA Km 03+785



Escala: 1/250



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



TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"

PLANO N°:

PSA
07

PLANO: PLANO SECCIÓN - ANÁLISIS

TESISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN

ESCALA: 1/250

ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO

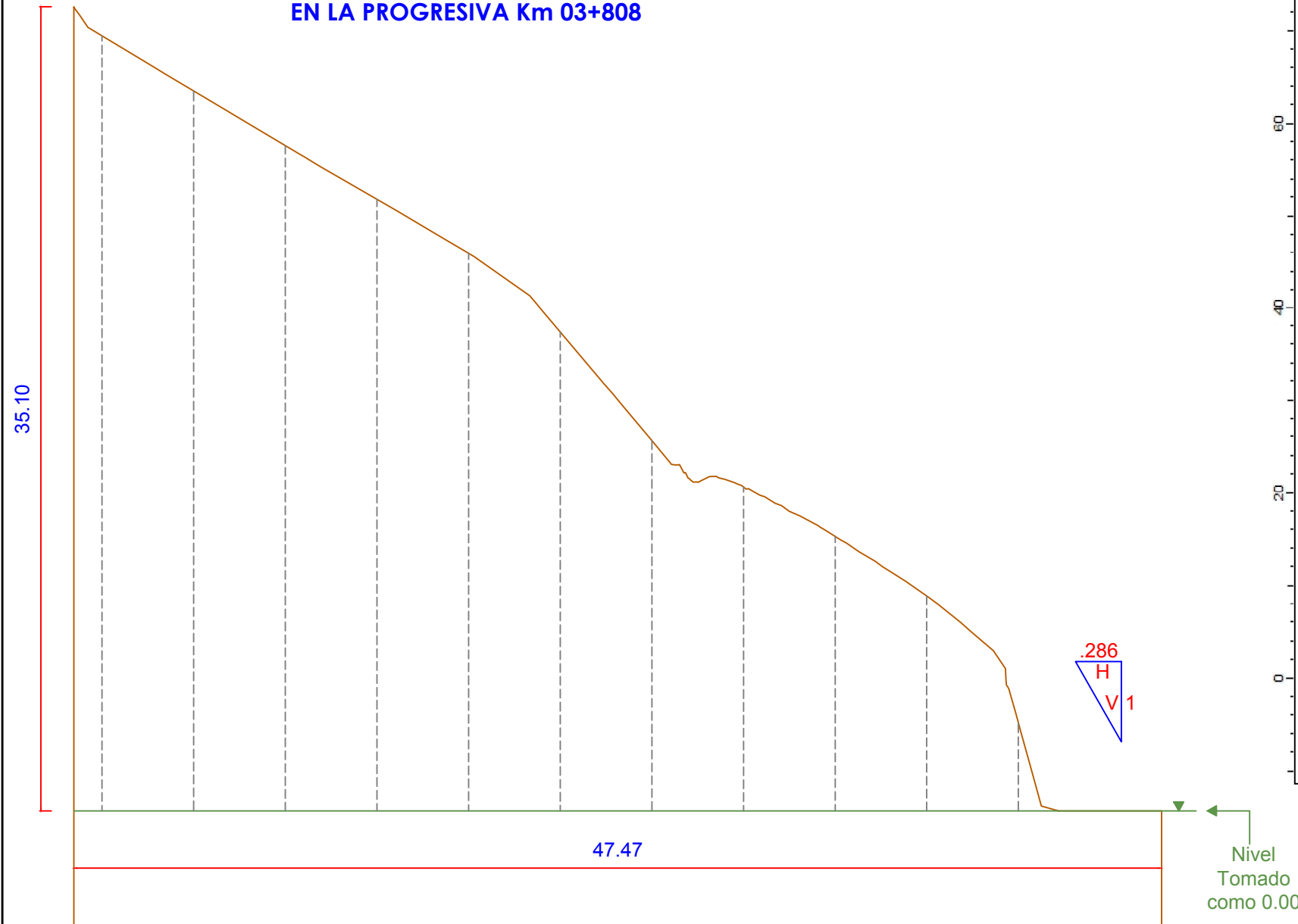
FECHA: MAYO 2022

Departamento CAJAMARCA Provincia CAJAMARCA Distrito BAÑOS DEL INCA

ARCHIVO: Perfiles y Análisis.dwg

REPORTE DEL FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE SLIDE POR EL MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO

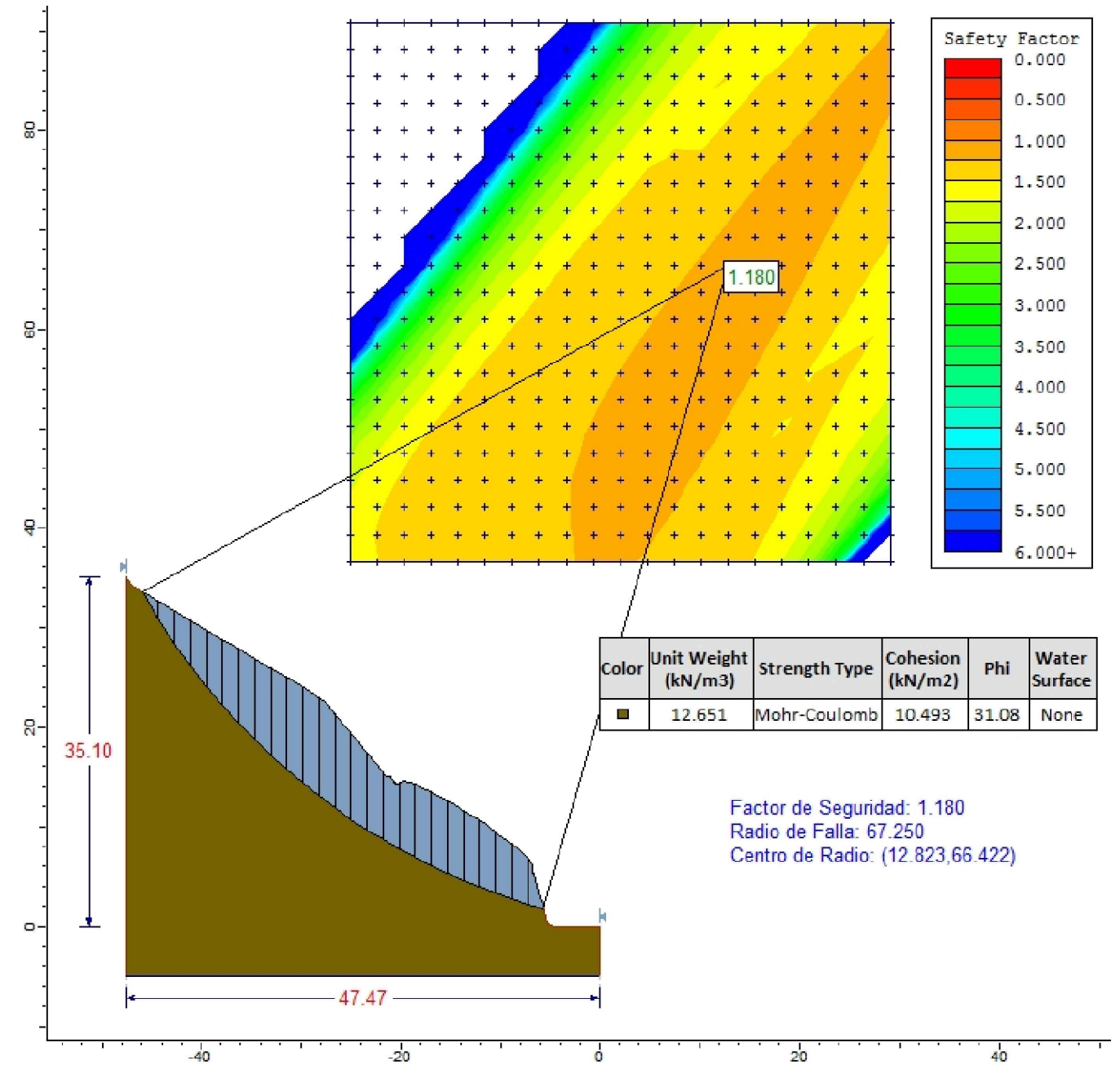
SECCIÓN DEL TALUD EN LA PROGRESIVA Km 03+808



002.25	00.00	COTA
03+808 Km	00.00	
-004.00	03.83	
-008.00	09.38	
-012.00	11.98	
-016.00	14.14	
-020.00	16.21	
-024.00	20.91	
-028.00	24.35	
-032.00	26.70	
-036.00	29.04	
-040.00	31.43	
-044.00	33.84	
-045.22	35.10	

Escala: 1/250

ESCALA GRÁFICA
1/250



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



TESISTA: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"

PLANO N°:

PSA
08

PLANO: PLANO SECCIÓN - ANÁLISIS

TESISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN

ESCALA: 1/250

ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO

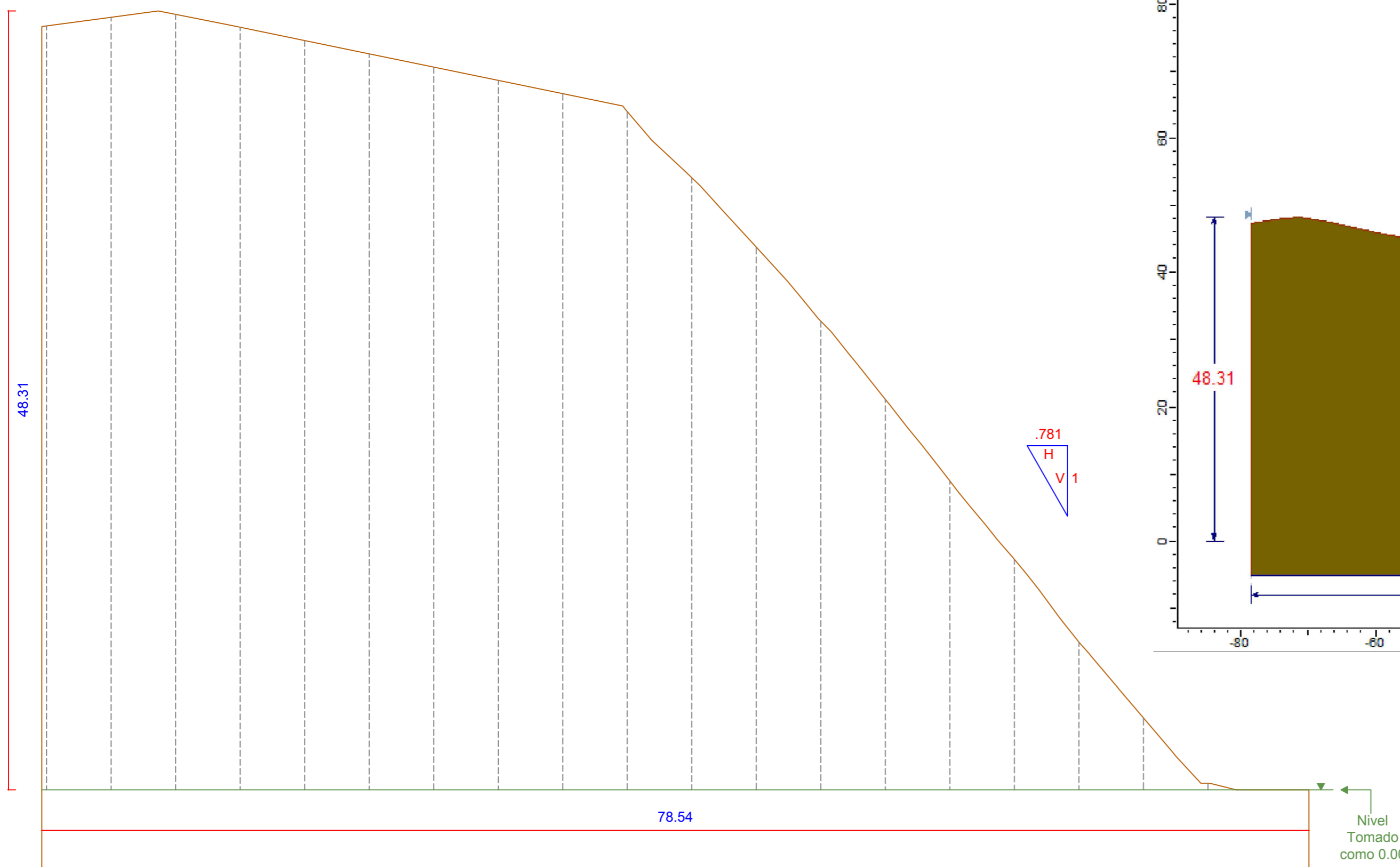
FECHA: MAYO 2022

Departamento CAJAMARCA Provincia CAJAMARCA Distrito BAÑOS DEL INCA

ARCHIVO: Perfiles y Análisis.dwg

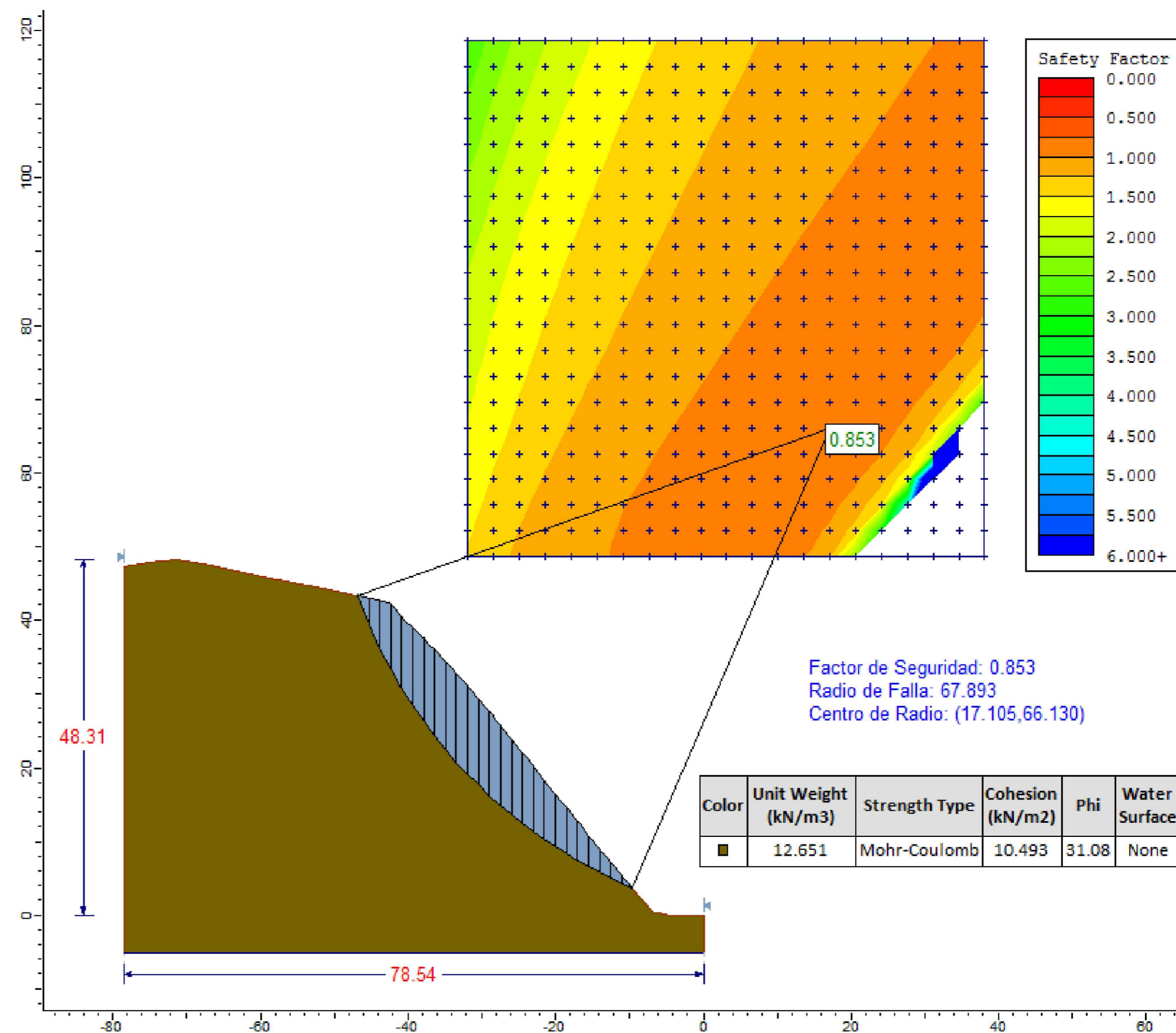
REPORTE DEL FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE SLIDE POR EL MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO

SECCIÓN DEL TALUD EN LA PROGRESIVA Km 03+860



-076.00	-072.00	-068.00	-064.00	-060.00	-056.00	-052.00	-048.00	-044.00	-040.00	-036.00	-032.00	-028.00	-024.00	-020.00	-016.00	-012.00	-008.00	-004.00	03+860 Km	002.25
47.39	47.92	48.10	47.31	46.48	45.65	44.83	44.00	43.18	42.07	37.97	33.66	29.07	24.22	19.16	14.29	09.17	04.47	00.41	00.00	COTA

Escala: 1/250



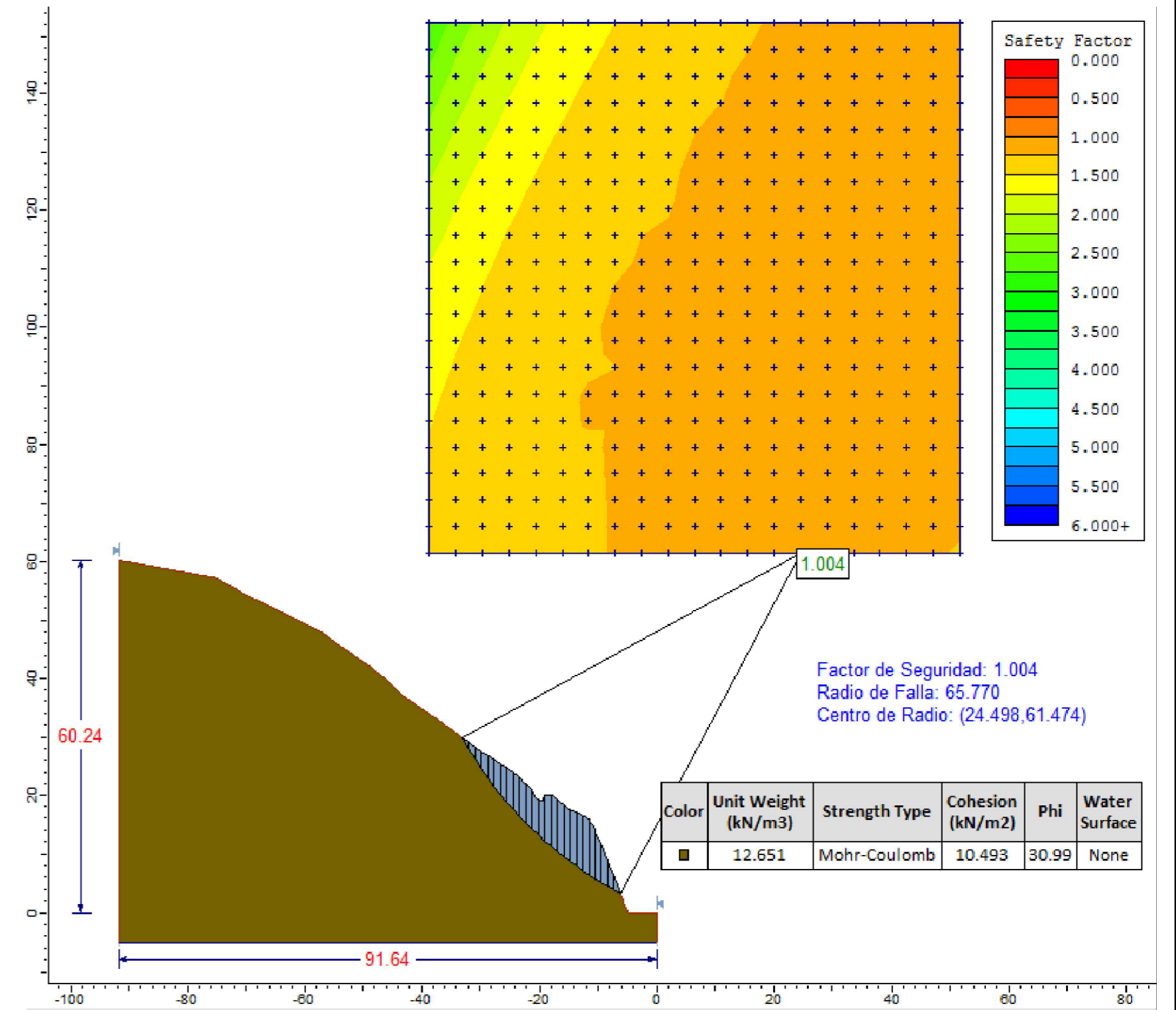
ESCALA GRÁFICA



		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"				PLANO N°: PSA 09
PLANO: PLANO SECCIÓN - ANÁLISIS				
TESISISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN		ESCALA: 1/250		ARCHIVO: Perfiles y Análisis.dwg
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO		FECHA: MAYO 2022		
Departamento: CAJAMARCA	Provincia: CAJAMARCA	Distrito: BAÑOS DEL INCA		

REPORTE DEL FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE SLIDE POR EL MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO

SECCIÓN DEL TALUD EN LA PROGRESIVA Km 04+170



ESCALA GRÁFICA

1/250



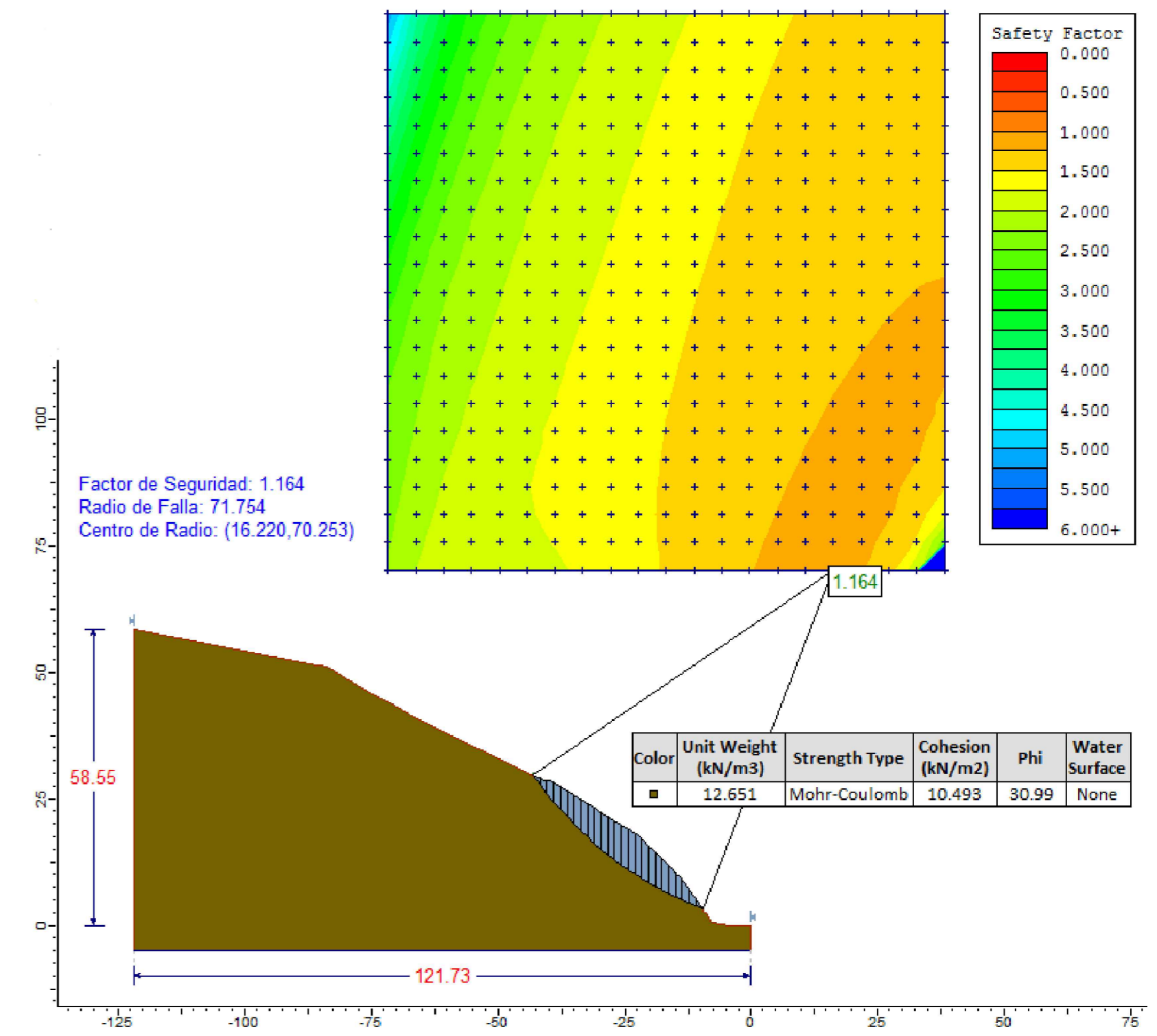
002.25	00.00	COTA
04+170 Km	00.00	
-004.00	03.35	
-008.00	13.44	
-012.00	17.29	
-016.00	20.05	
-020.00	21.86	
-024.00	25.11	
-028.00	27.78	
-032.00	30.72	
-036.00	33.55	
-040.00	36.32	
-044.00	40.03	
-048.00	42.94	
-052.00	45.75	
-056.00	48.63	
-060.00	50.51	
-064.00	52.38	
-068.00	54.43	
-072.00	56.66	
-076.00	57.83	
-080.00	58.55	
-084.00	59.27	
-088.00	59.99	
-089.39	60.24	

Escala: 1/250

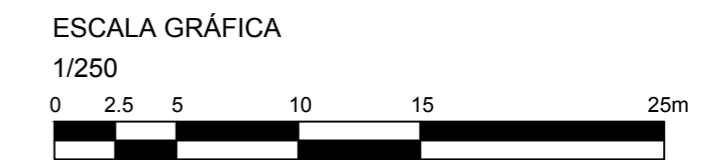
<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>		
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"		PLANO N°:
PLANO: PLANO SECCIÓN - ANÁLISIS		PSA 10
TESISISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN	ESCALA: 1/250	ARCHIVO:
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYS SAUCEDO	FECHA:	Perfiles y Análisis.dwg
Departamento: CAJAMARCA	Provincia: CAJAMARCA	Distrito: BAÑOS DEL INCA
MAYO 2022		

REPORTE DEL FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE SLIDE POR EL MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO

SECCIÓN DEL TALUD EN LA PROGRESIVA Km 04+270



Factor de Seguridad: 1.164
Radio de Falla: 71.754
Centro de Radio: (16.220,70.253)



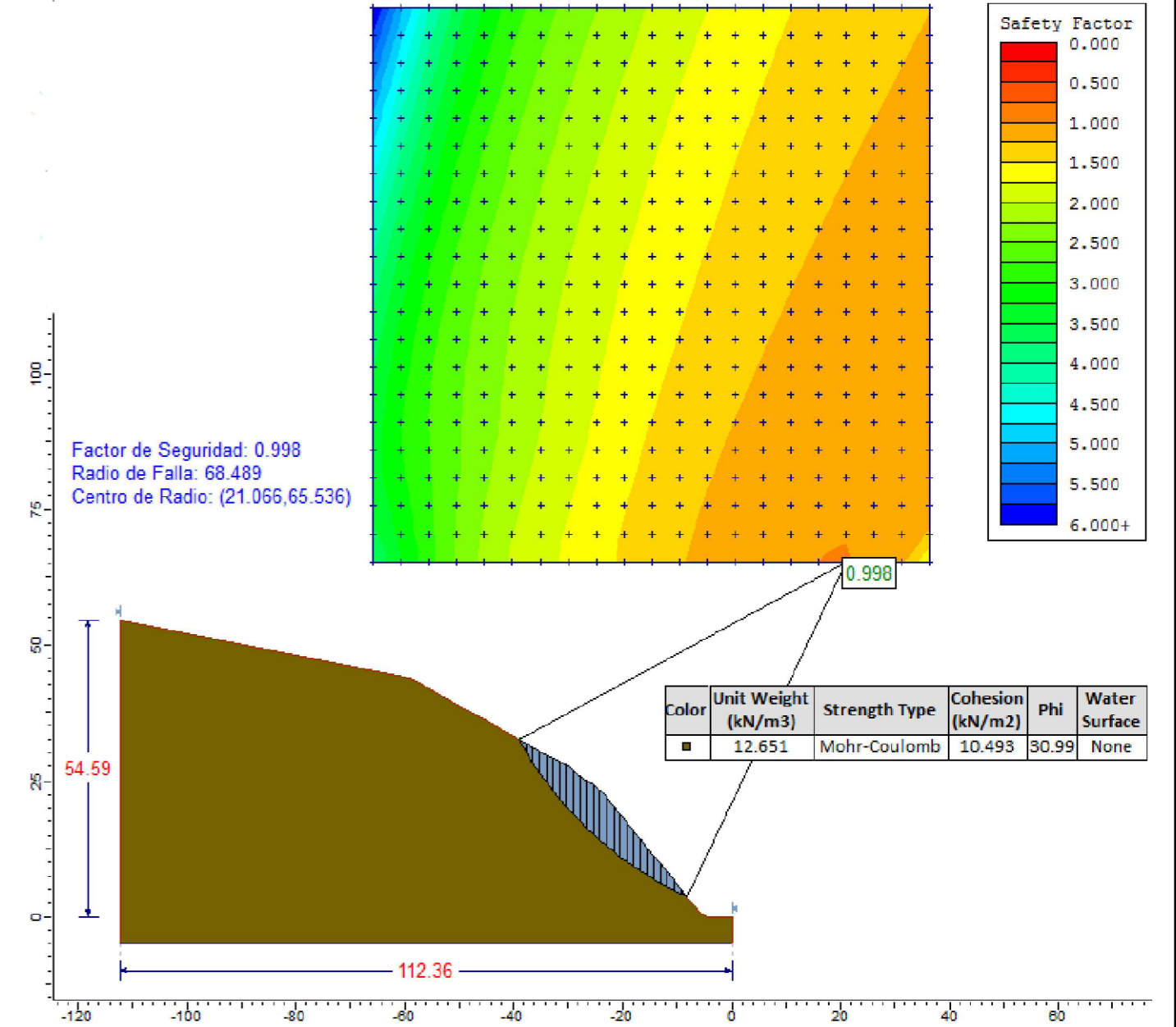
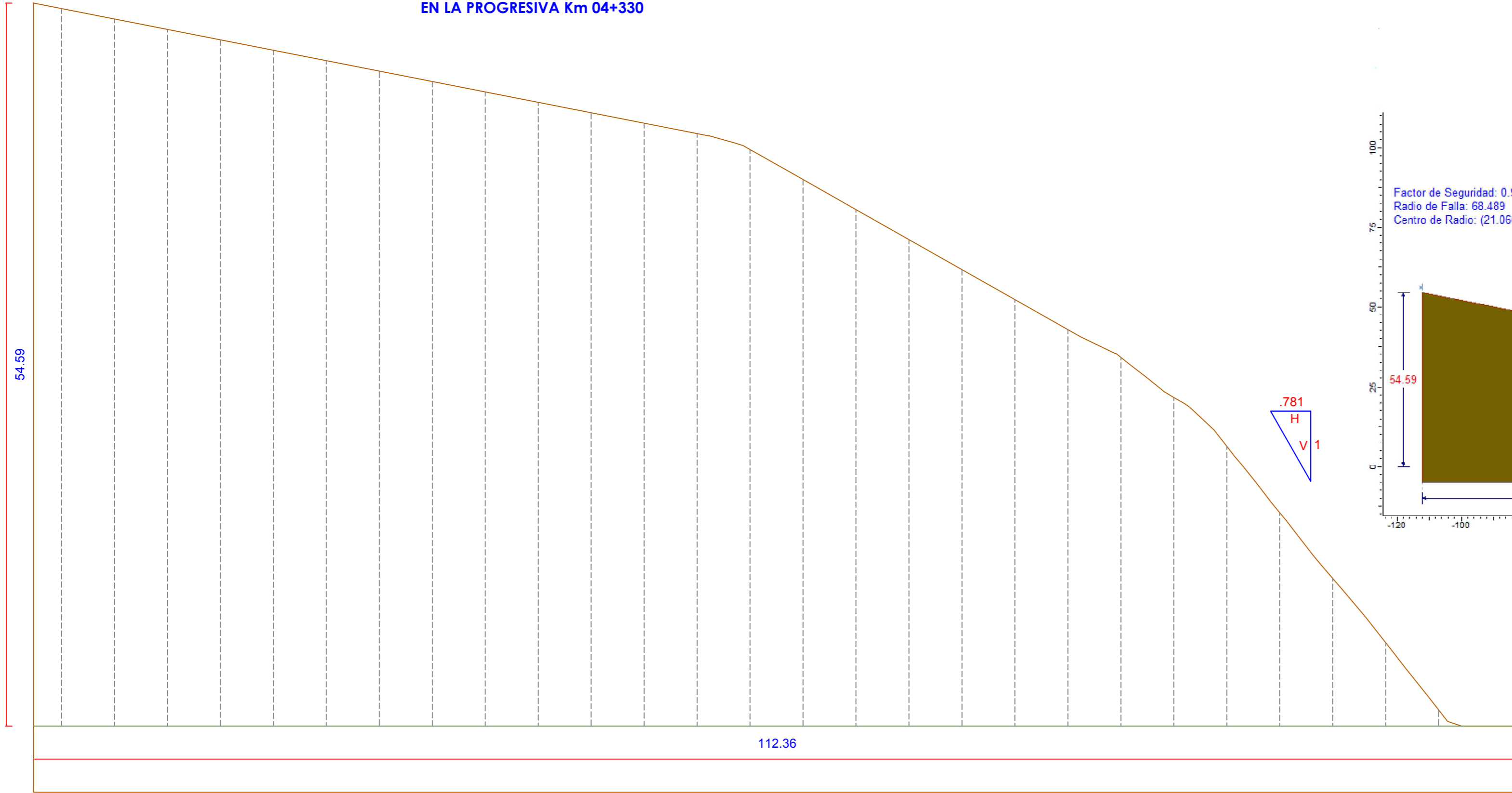
002.25	00.00	COTA
04+270km	00.00	
-004.00	00.35	
-008.00	04.23	
-012.00	09.59	
-016.00	13.69	
-020.00	17.64	
-024.00	20.19	
-028.00	22.68	
-032.00	25.26	
-036.00	27.82	
-040.00	29.43	
-044.00	31.36	
-048.00	33.29	
-052.00	35.22	
-056.00	37.16	
-060.00	39.09	
-064.00	41.04	
-068.00	43.31	
-072.00	45.58	
-076.00	47.85	
-080.00	50.12	
-084.00	51.63	
-088.00	52.41	
-092.00	53.19	
-096.00	53.97	
-100.00	54.75	
-104.00	55.53	
-108.00	56.32	
-112.00	57.10	
-116.00	57.88	
-119.48	58.55	

Escala: 1/250

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>		
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"		PLANO N°: PSA 11
PLANO: PLANO SECCIÓN - ANÁLISIS		ARCHIVO: Perfiles y Análisis.dwg
TESISISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN	ESCALA: 1/250	FECHA: MAYO 2022
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO	Departamento: CAJAMARCA	Provincia: CAJAMARCA
Distrito: BAÑOS DEL INCA		

REPORTE DEL FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE SLIDE POR EL MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO

SECCIÓN DEL TALUD EN LA PROGRESIVA Km 04+330





PROGRESIVA	COTA
002.25	00.00
04+330km	00.00
-004.00	01.22
-008.00	06.28
-012.00	11.15
-016.00	16.11
-020.00	21.13
-024.00	24.81
-028.00	27.85
-032.00	29.93
-036.00	32.20
-040.00	34.47
-044.00	36.73
-048.00	39.00
-052.00	41.27
-056.00	43.54
-060.00	44.74
-064.00	45.53
-068.00	46.31
-072.00	47.10
-076.00	47.88
-080.00	48.67
-084.00	49.46
-088.00	50.24
-092.00	51.03
-096.00	51.82
-100.00	52.60
-104.00	53.39
-108.00	54.18
-110.11	54.59

Escala: 1/250

ESCALA GRÁFICA

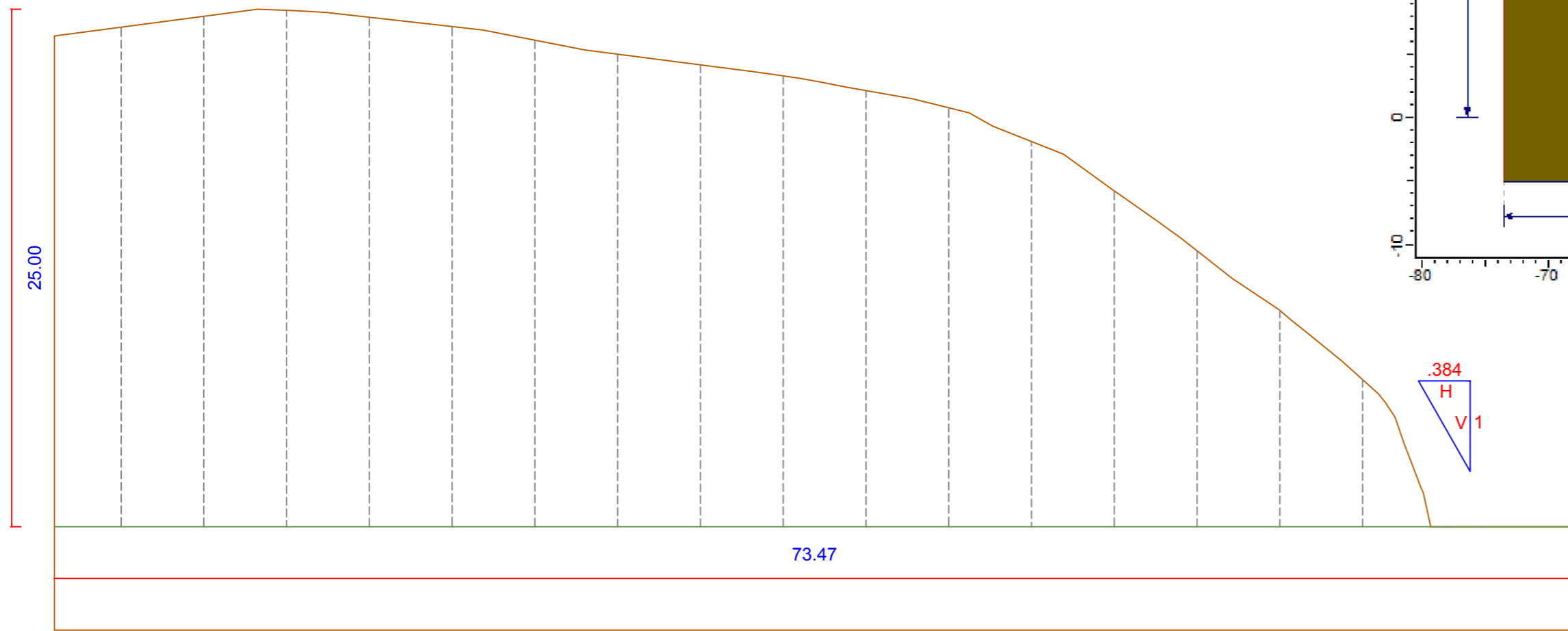
1/250



 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>		
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"		PLANO N°: PSA 12
PLANO: PLANO SECCIÓN - ANÁLISIS		
TESIS: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN		ESCALA: 1/250
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO		ARCHIVO: Perfiles y Análisis.dwg
Departamento: CAJAMARCA	Provincia: CAJAMARCA	Distrito: BAÑOS DEL INCA FECHA: MAYO 2022

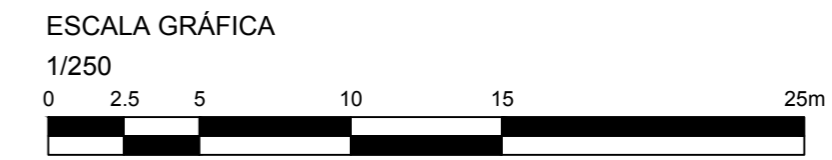
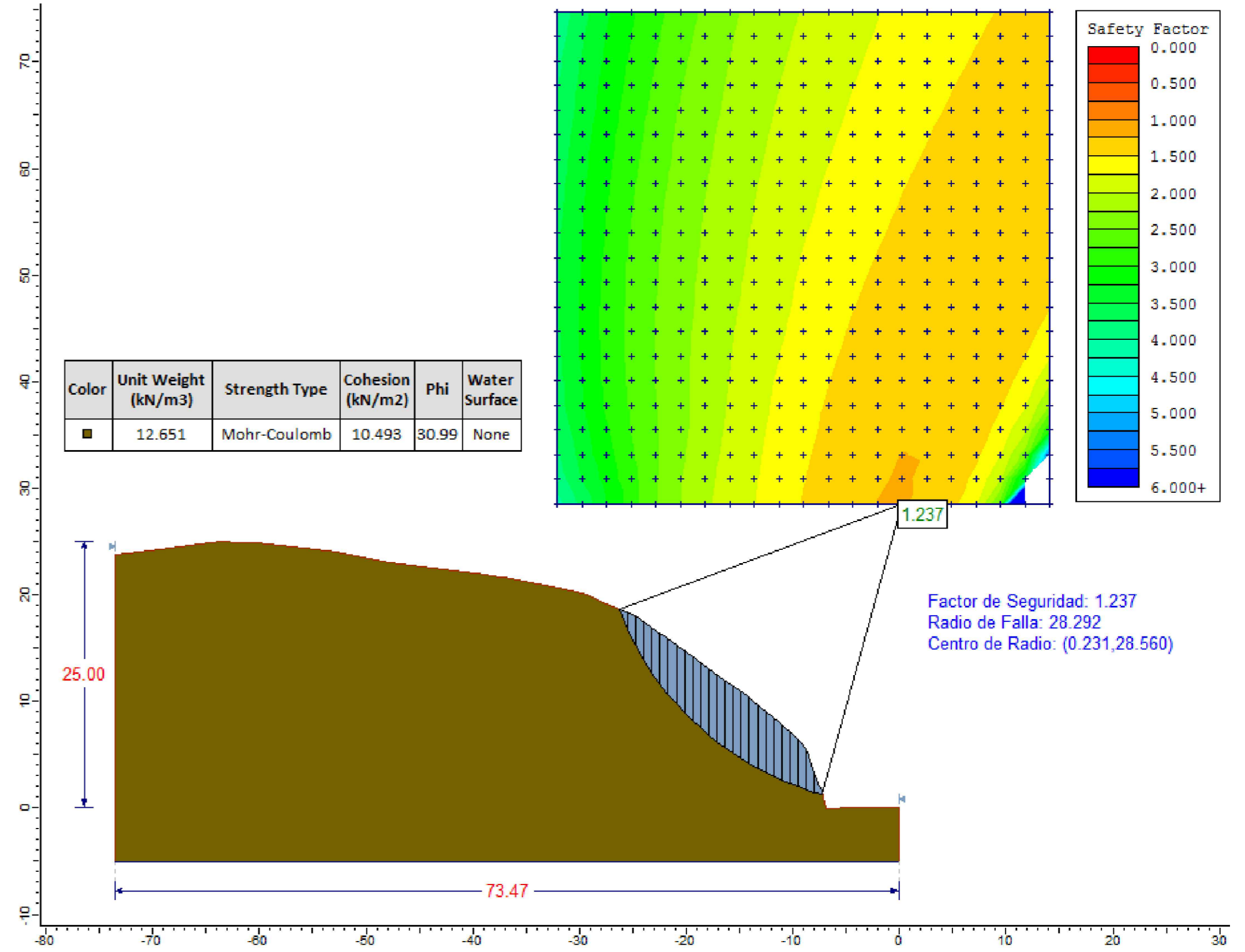
REPORTE DEL FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE SLIDE POR EL MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO

SECCIÓN DEL TALUD EN LA PROGRESIVA Km 04+505



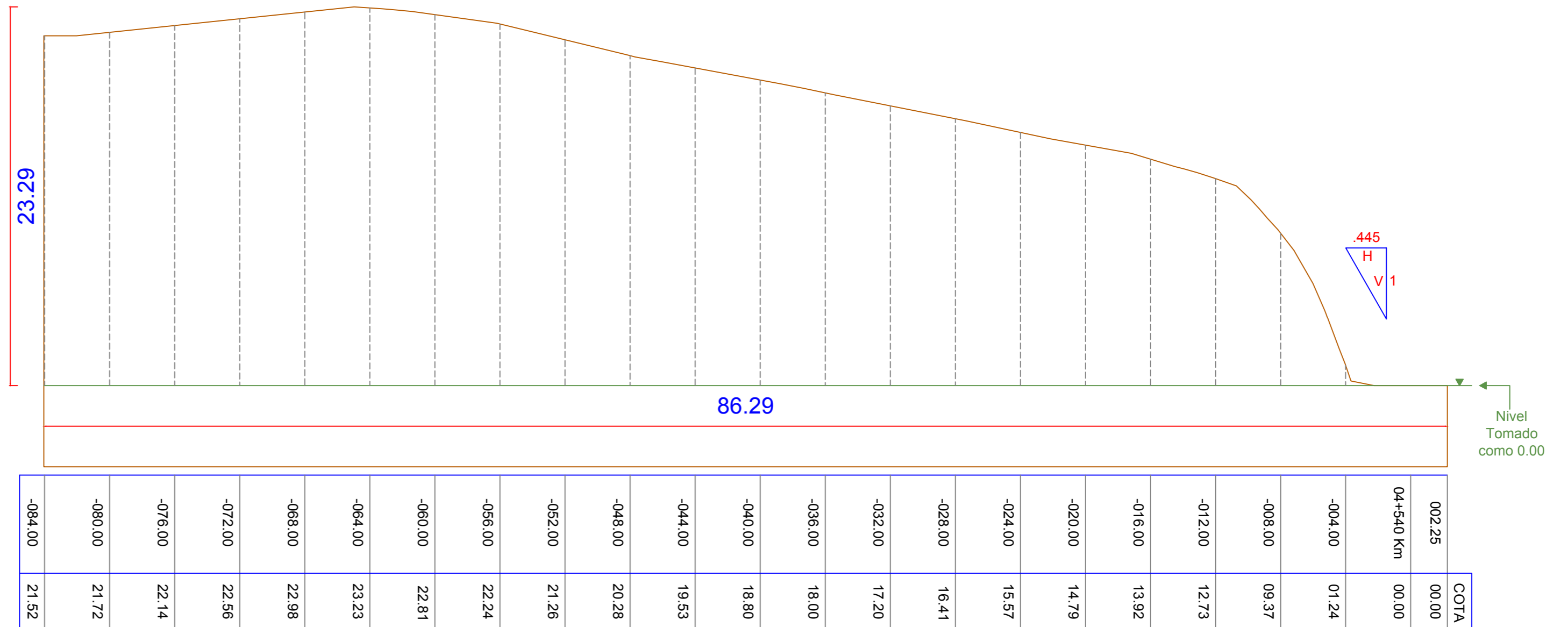
002.25	00.00	COTA
04+505 Km	00.00	
-004.00	00.00	
-008.00	07.11	
-012.00	10.49	
-016.00	13.33	
-020.00	16.22	
-024.00	18.61	
-028.00	20.24	
-032.00	21.07	
-036.00	21.79	
-040.00	22.31	
-044.00	22.85	
-048.00	23.51	
-052.00	24.17	
-056.00	24.61	
-060.00	24.95	
-064.00	24.66	
-068.00	24.13	
-071.22	23.71	

Escala: 1/250

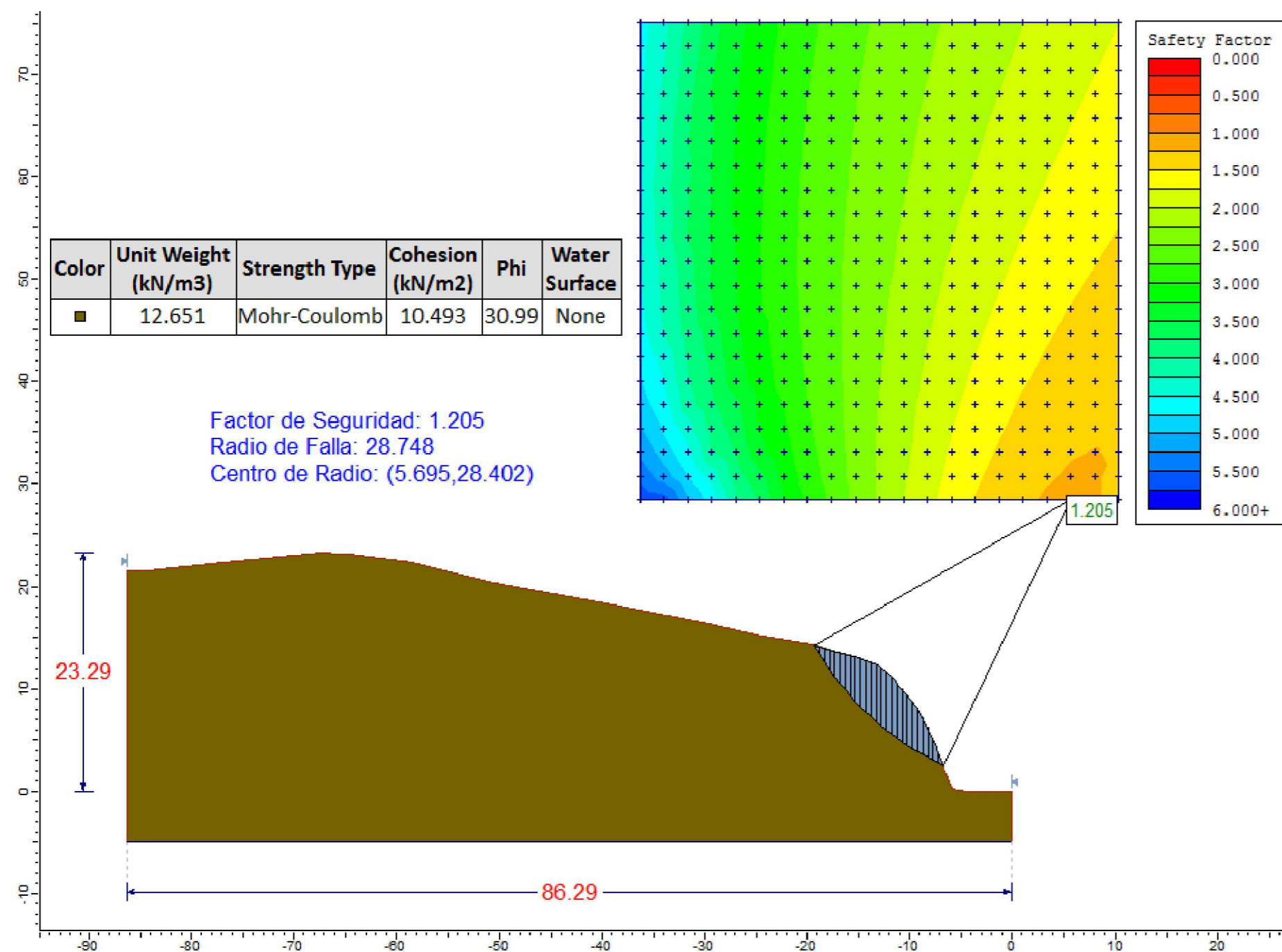


		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"				PLANO N°: PSA 13
PLANO: PLANO SECCIÓN - ANÁLISIS				
TESISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN		ESCALA: 1/250		ARCHIVO: Perfiles y Análisis.dwg
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYS SAUCEDO		FECHA: MAYO 2022		
Departamento: CAJAMARCA	Provincia: CAJAMARCA	Distrito: BAÑOS DEL INCA		

SECCIÓN DEL TALUD
EN LA PROGRESIVA Km 04+540



REPORTE DEL FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE SLIDE POR
EL MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO



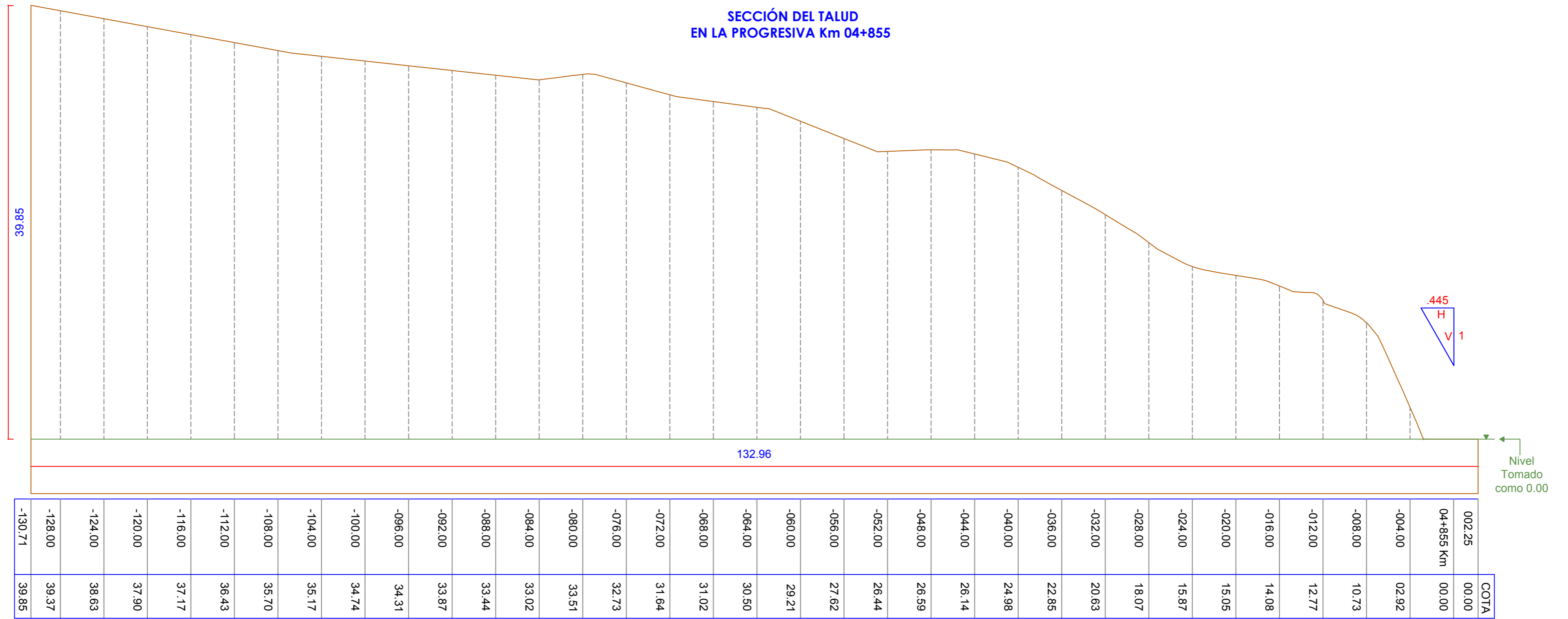
Escala: 1/250

ESCALA GRÁFICA



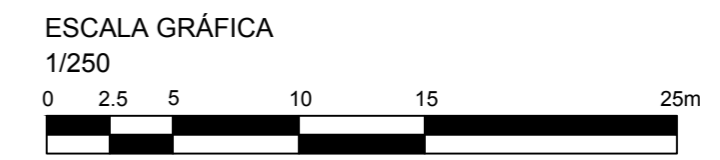
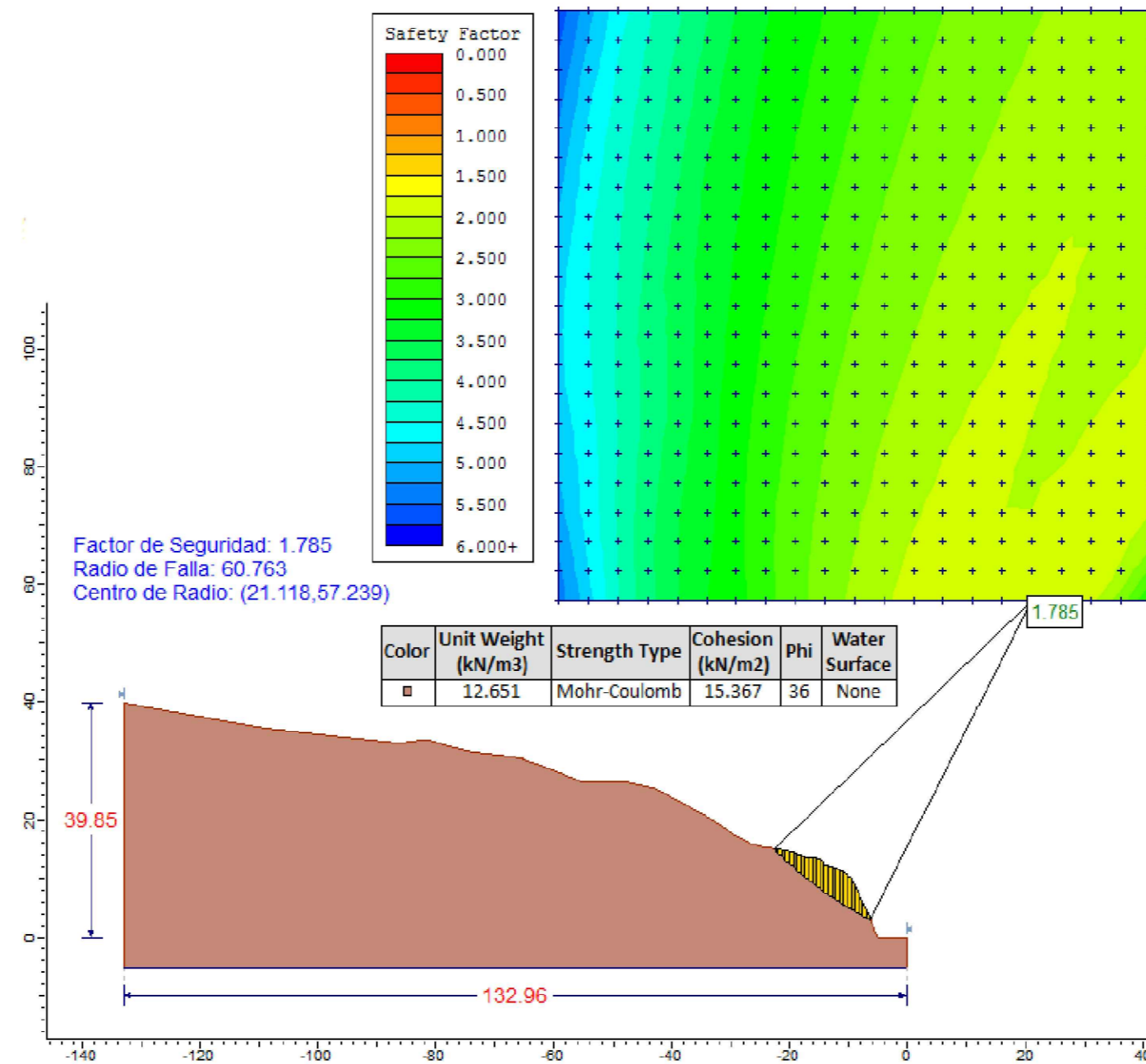
		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"			PLANO N°:	
PLANO:			PSA 14	
TESISITA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN		ESCALA: 1/250		ARCHIVO:
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO		FECHA:		Perfiles y Análisis.dwg
Departamento: CAJAMARCA	Provincia: CAJAMARCA	Distrito: BAÑOS DEL INCA		MAYO 2022



SECCIÓN DEL TALUD
EN LA PROGRESIVA Km 04+855



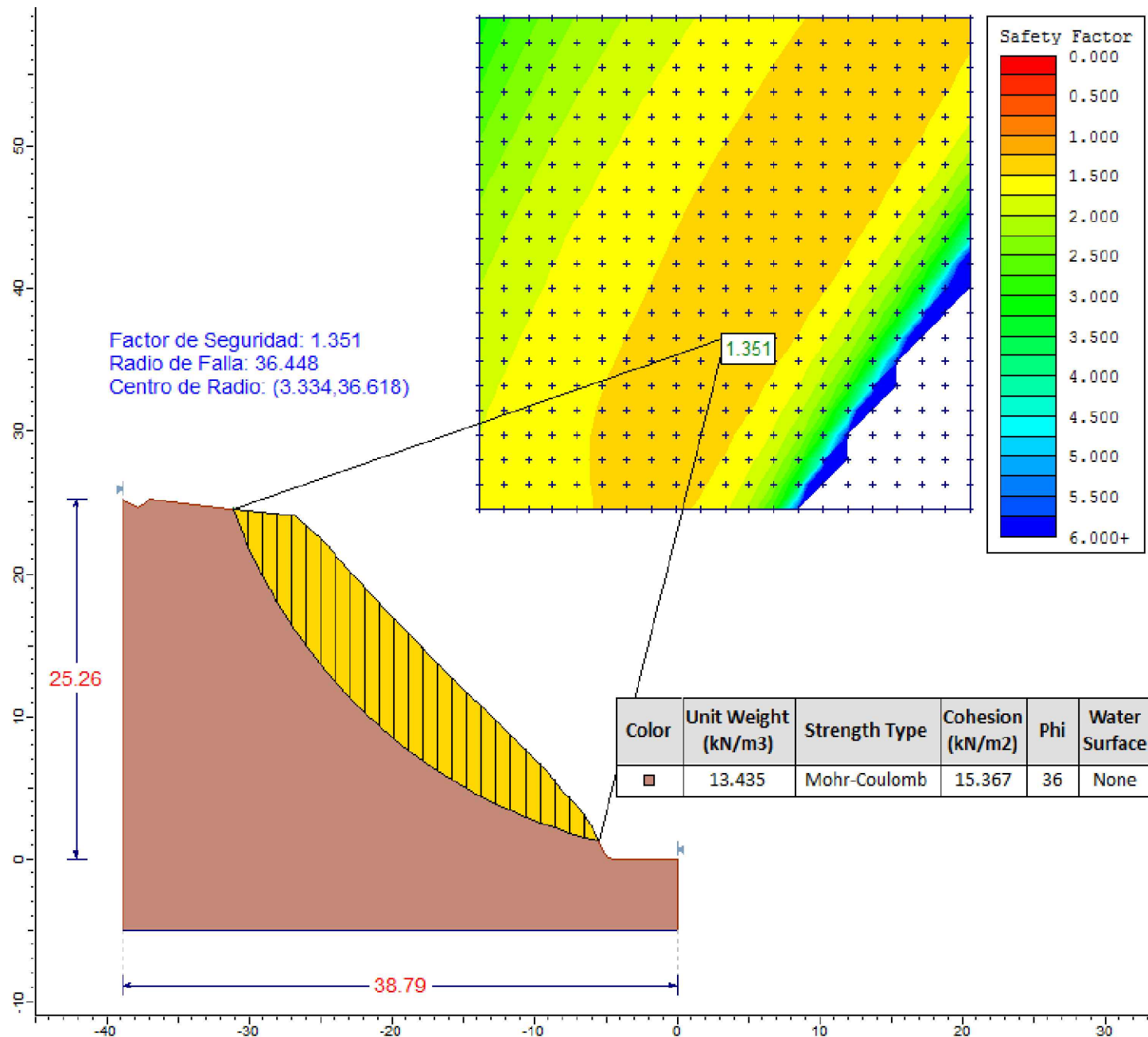
Escala: 1/250

REPORTE DEL FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE SLIDE POR
EL MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO

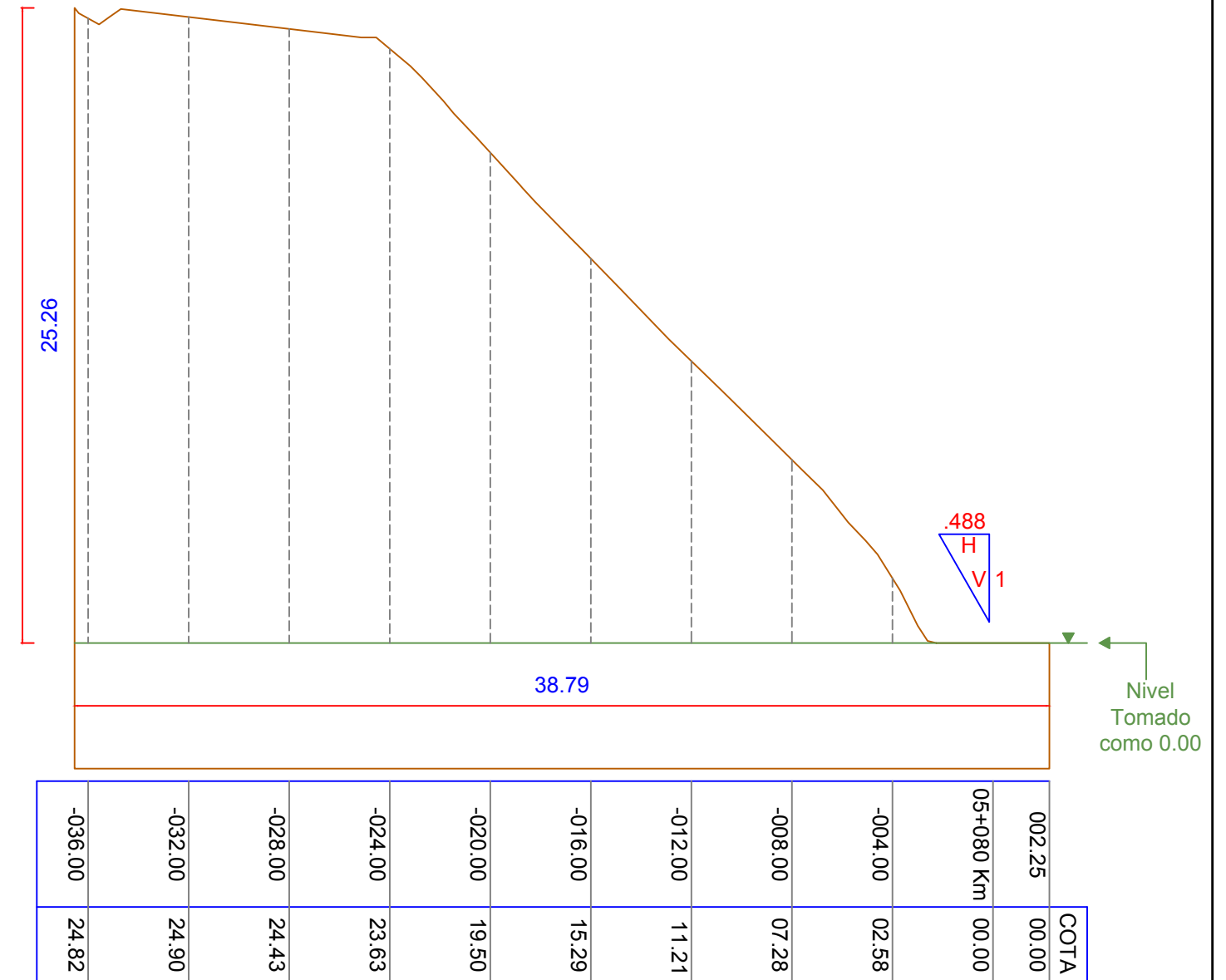


 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>		
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"		PLANO N°:
		PSA 15
PLANO: PLANO SECCIÓN - ANÁLISIS		
TESISTA:	WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN	ESCALA: 1/250
ASESOR:	ING. MARCO WILDER HOYS SAUCEDO	ARCHIVO: Perfiles y Análisis.dwg
Departamento:	CAJAMARCA	Provincia: CAJAMARCA
		Distrito: BAÑOS DEL INCA
		FECHA: MAYO 2022

REPORTE DEL FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE SLIDE POR EL MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO



SECCIÓN DEL TALUD EN LA PROGRESIVA Km 05+080



Escala: 1/250

ESCALA GRÁFICA

1/250



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



TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"

PLANO N°:

PSA
16

PLANO: PLANO SECCIÓN - ANÁLISIS

TESISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN

ESCALA: 1/250

ARCHIVO:

ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO

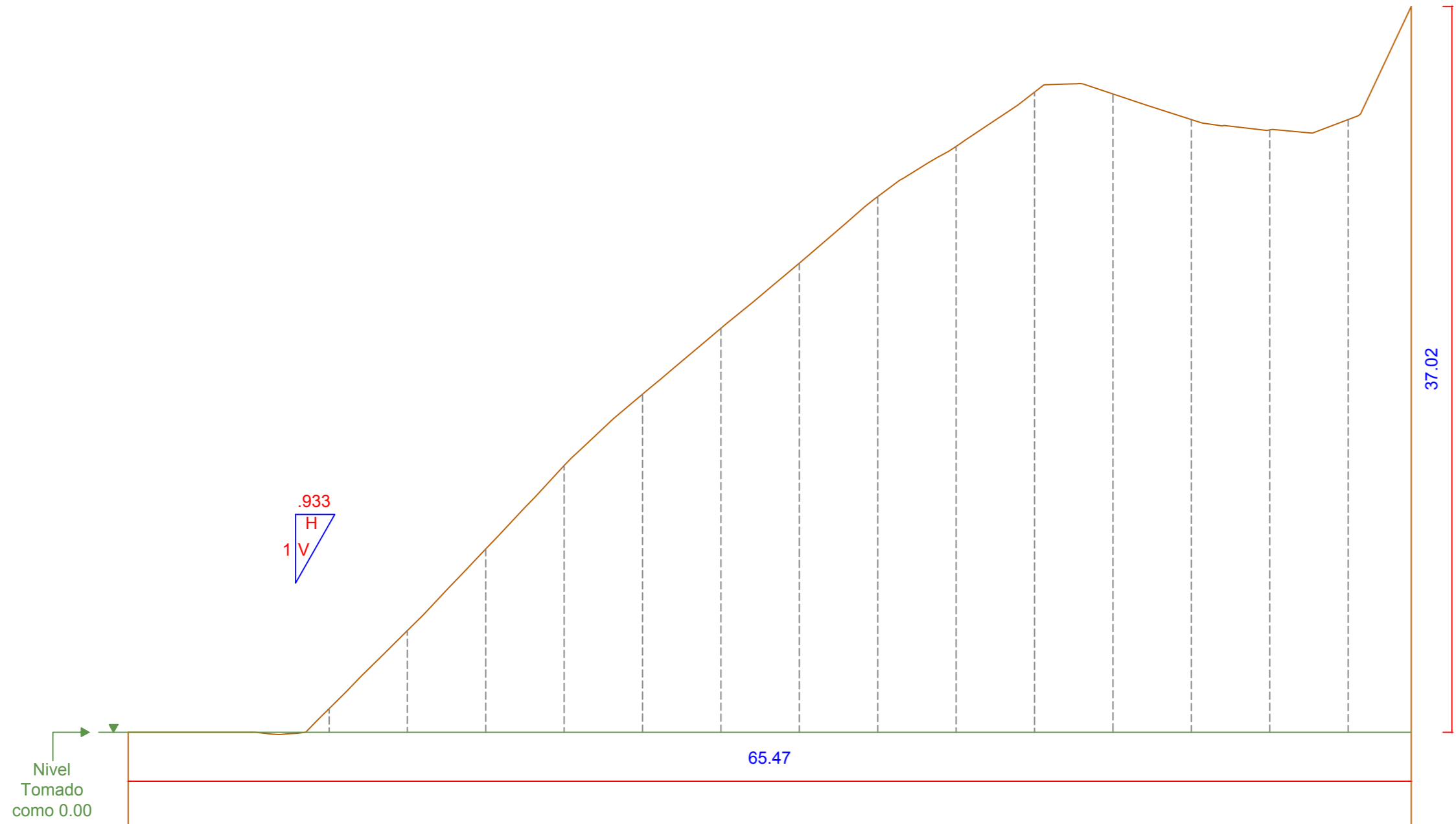
FECHA: MAYO 2022

Perfiles y
Análisis.dwg

Departamento CAJAMARCA Provincia CAJAMARCA Distrito BAÑOS DEL INCA

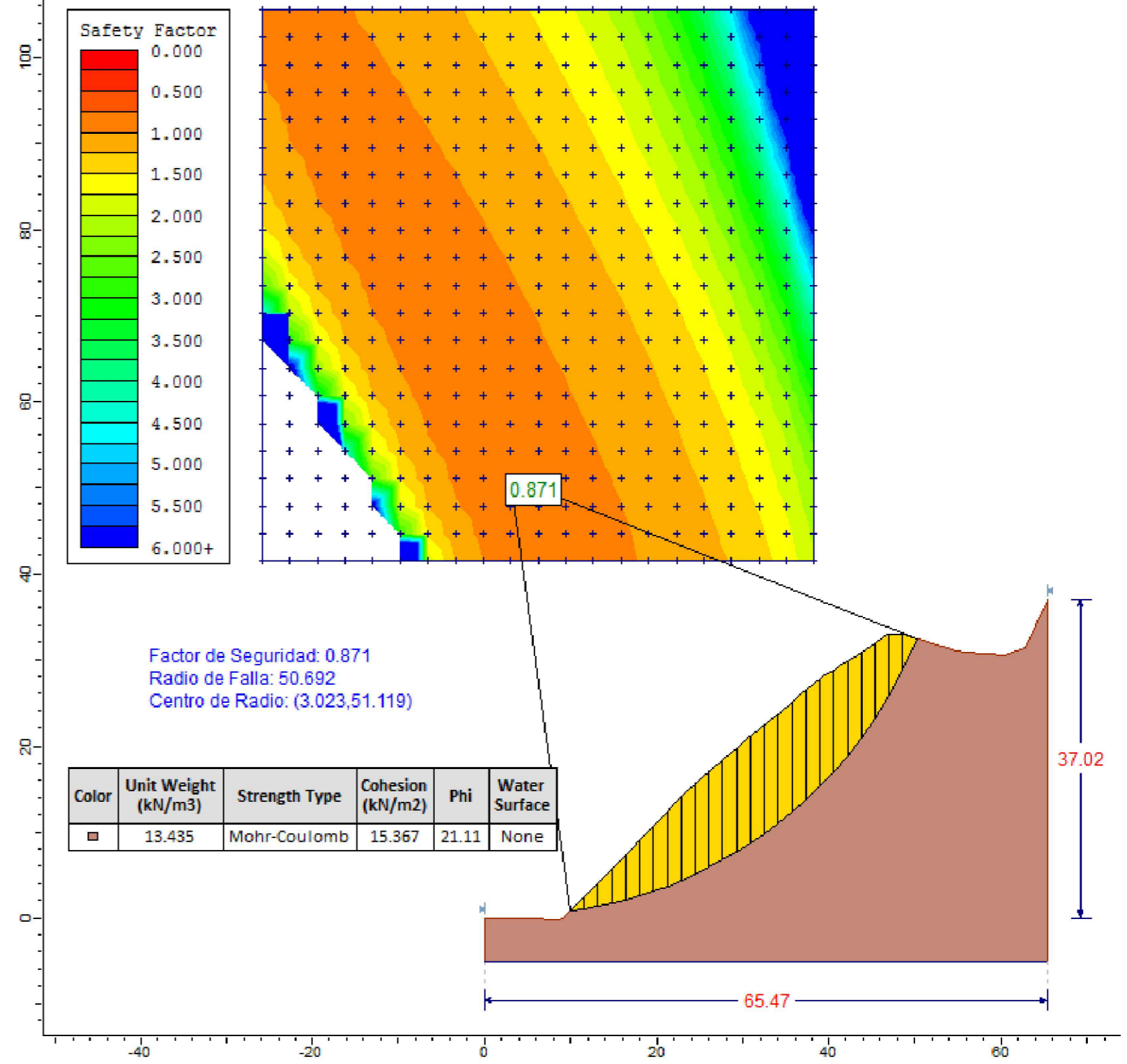
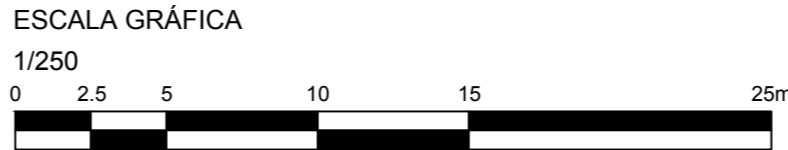
REPORTE DEL FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE SLIDE POR EL MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO

SECCIÓN DEL TALUD EN LA PROGRESIVA Km 05+600



	063.22	37.02
	060.00	31.25
	056.00	30.73
	052.00	31.26
	048.00	32.56
	044.00	32.66
	040.00	29.89
	036.00	27.33
	032.00	23.93
	028.00	20.61
	024.00	17.25
	020.00	13.61
	016.00	09.36
	012.00	05.19
	008.00	01.20
	004.00	00.00
05+600 Km	00.00	00.00
-002.25	00.00	00.00
COTA		

Escala: 1/250



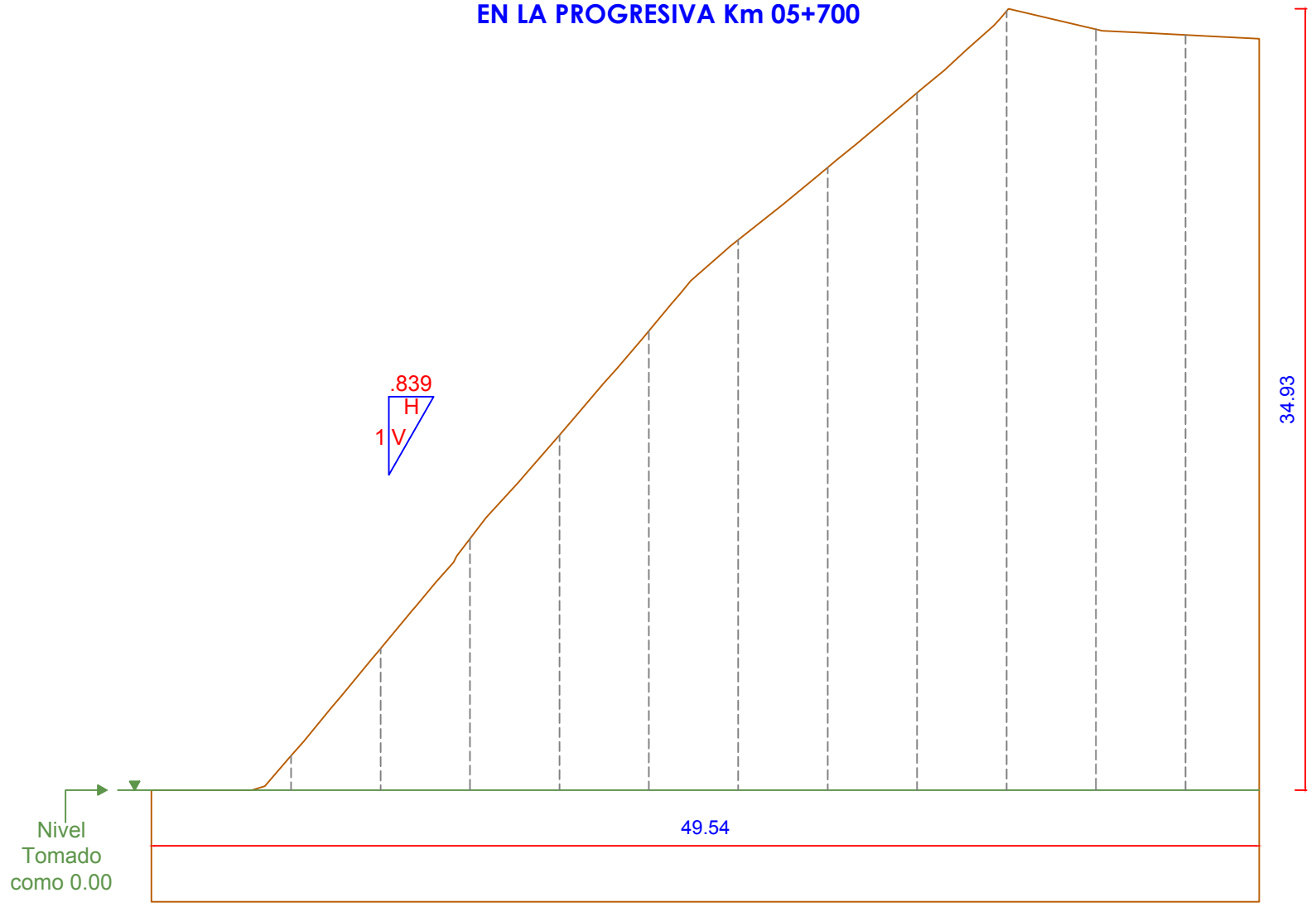
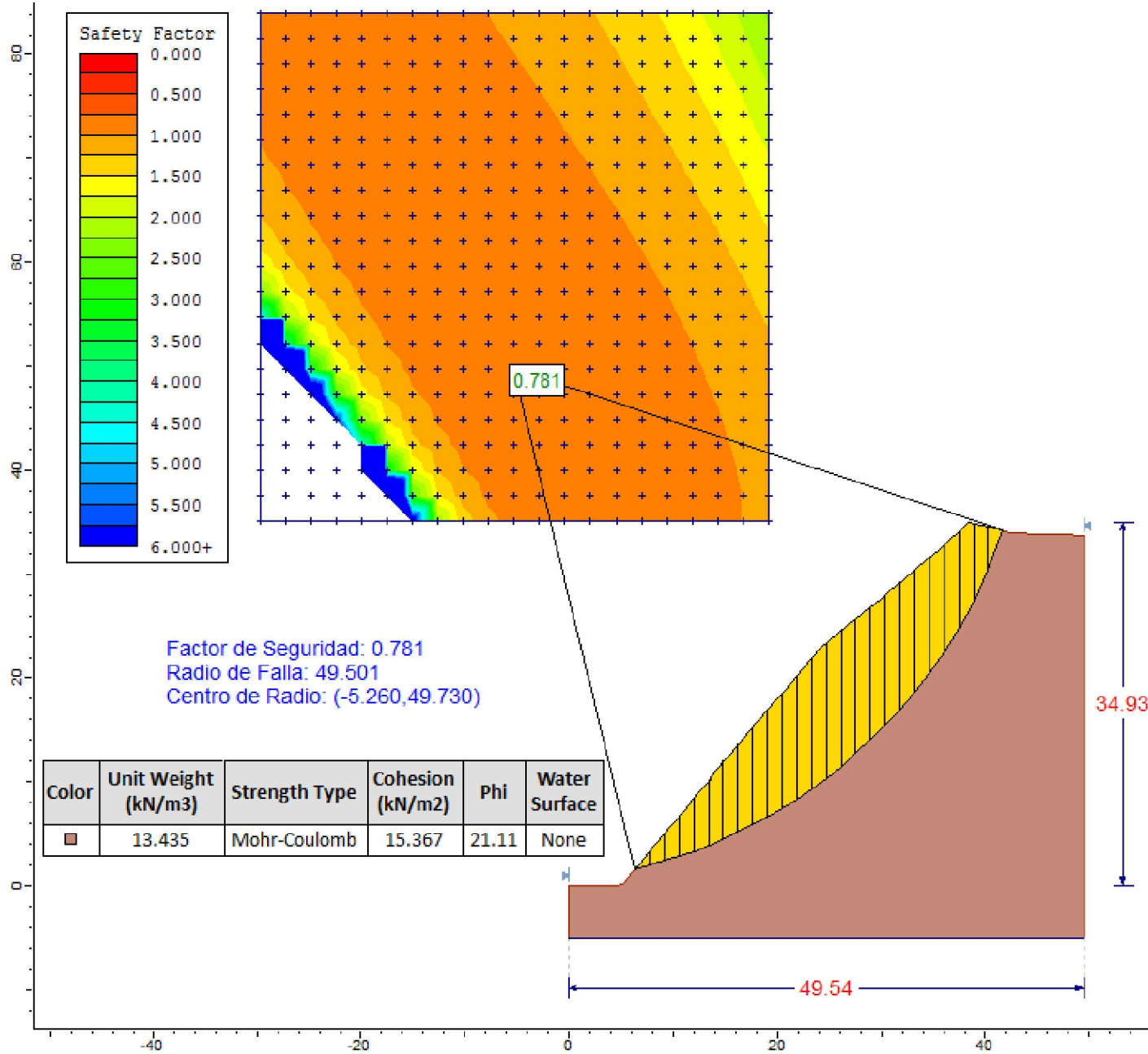
Factor de Seguridad: 0.871
Radio de Falla: 50.692
Centro de Radio: (3.023,51.119)

Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Water Surface
■	13.435	Mohr-Coulomb	15.367	21.11	None

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"		PLANO N°:
		PSA 17
PLANO: PLANO SECCIÓN - ANÁLISIS		ARCHIVO:
TESISTA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN		ESCALA:
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYS SAUCEDO		1/250
Departamento: CAJAMARCA	Provincia: CAJAMARCA	FECHA:
Distrito: BAÑOS DEL INCA		MAYO 2022
Perfiles y Análisis.dwg		

REPORTE DEL FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE SLIDE POR EL MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO

SECCIÓN DEL TALUD EN LA PROGRESIVA Km 05+700



047.29	044.00	040.00	036.00	032.00	028.00	024.00	020.00	016.00	012.00	008.00	004.00	05+700 Km	-002.25
33.59	33.75	34.01	34.83	31.17	27.83	24.60	20.52	15.84	11.23	06.31	01.54	00.00	00.00
COTA													

Escala: 1/250

ESCALA GRÁFICA
1/250



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

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"

PLANO Nº: **PSA 18**

PLANO: PLANO SECCIÓN - ANÁLISIS

TESISTA: **WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN**

ESCALA: **1/250**

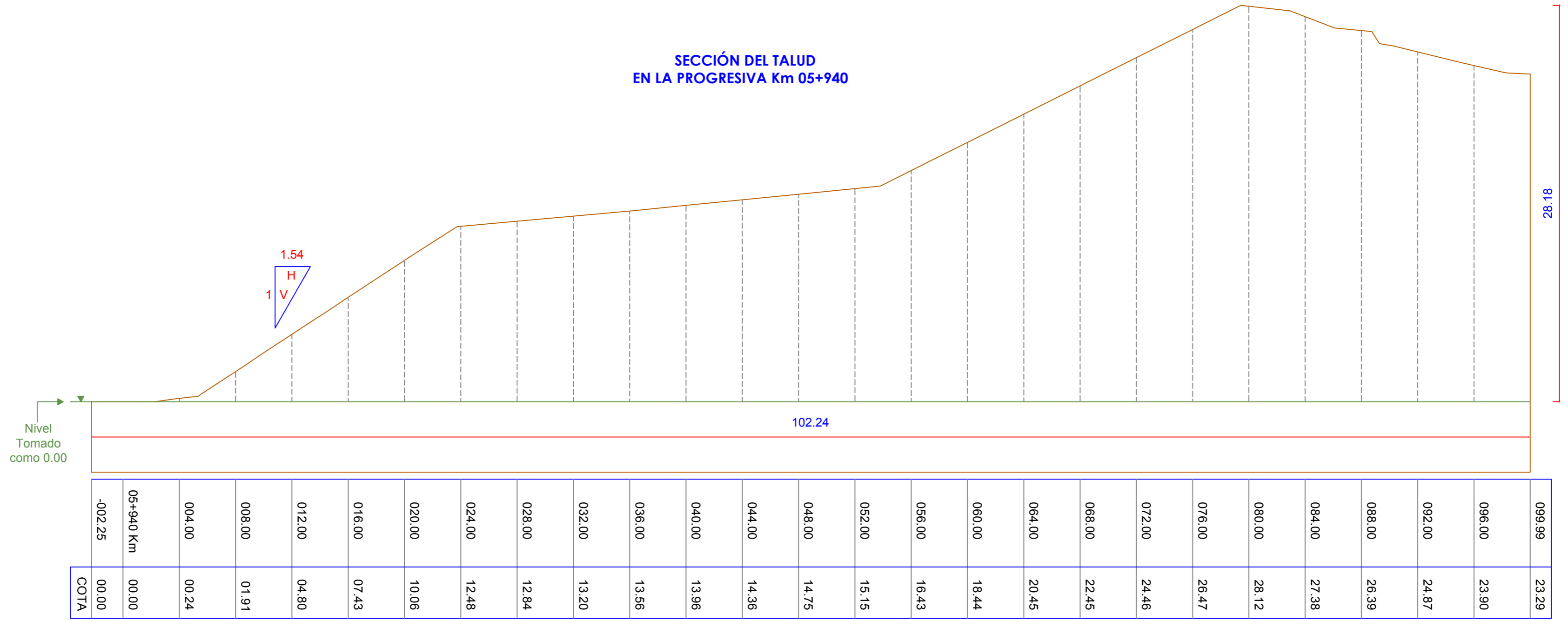
ASESOR: **ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO**

ARCHIVO: **Perfiles y Análisis.dwg**

Departamento: **CAJAMARCA** Provincia: **CAJAMARCA** Distrito: **BAÑOS DEL INCA**

FECHA: **MAYO 2022**

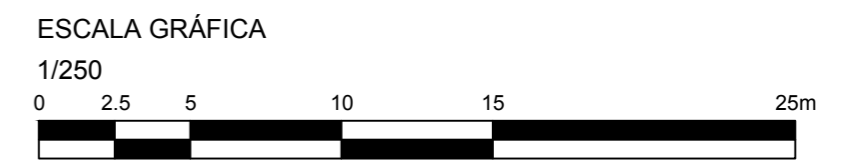
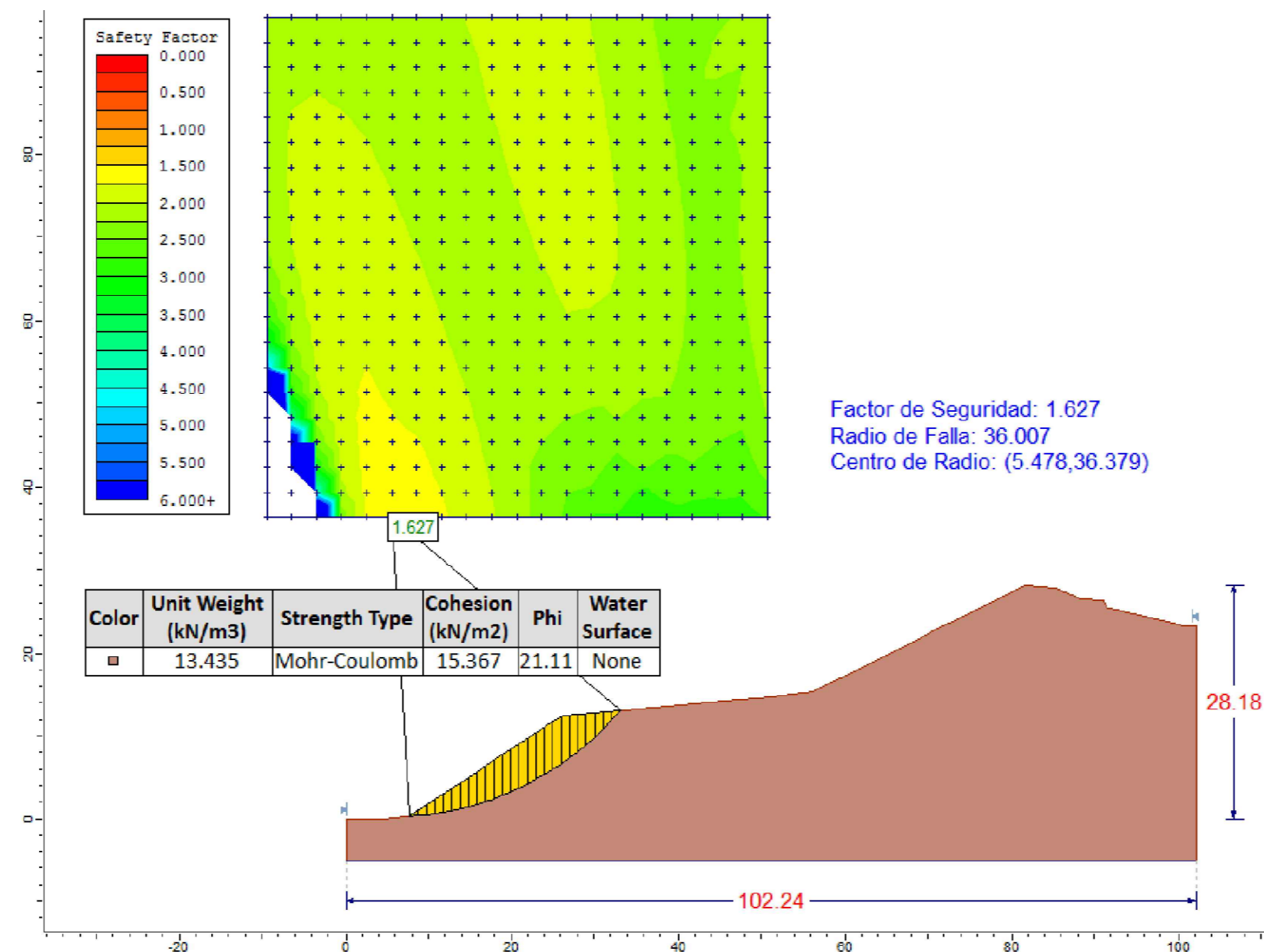
SECCIÓN DEL TALUD
EN LA PROGRESIVA Km 05+940



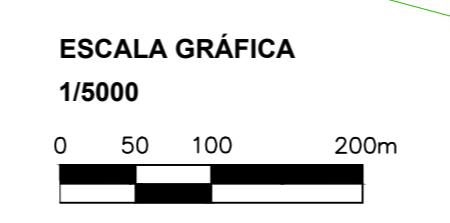
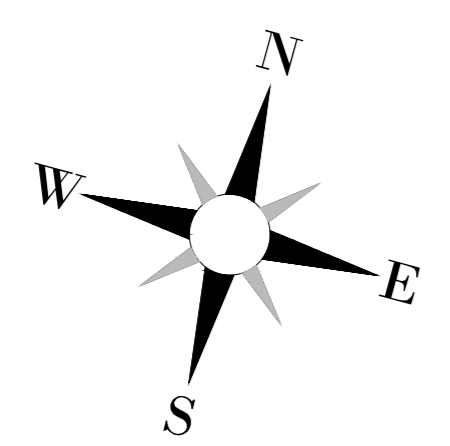
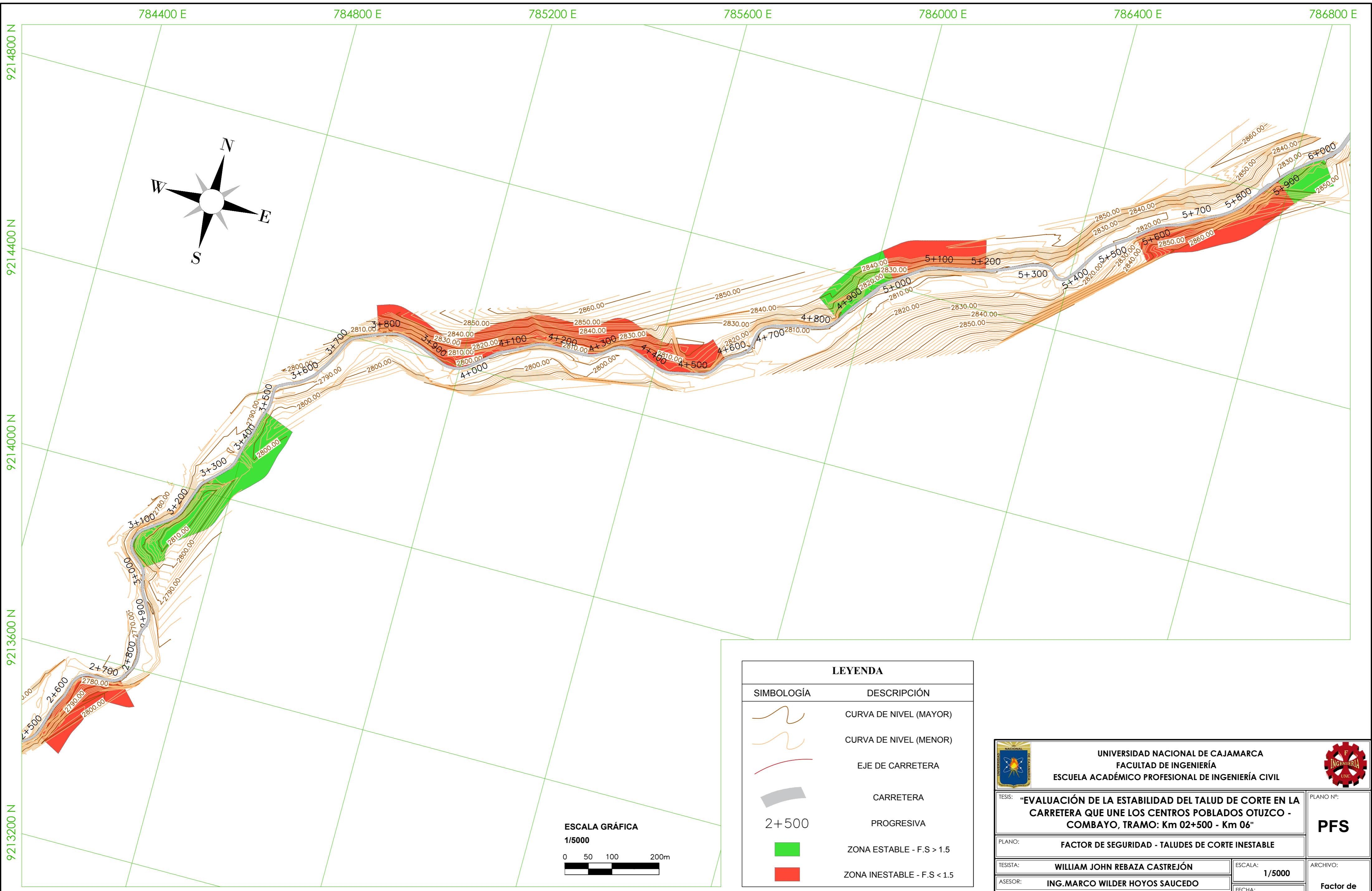
099.99	23.29
096.00	23.90
092.00	24.87
088.00	26.39
084.00	27.38
080.00	28.12
076.00	26.47
072.00	24.46
068.00	22.45
064.00	20.45
060.00	18.44
056.00	16.43
052.00	15.15
048.00	14.75
044.00	14.36
040.00	13.96
036.00	13.56
032.00	13.20
028.00	12.84
024.00	12.48
020.00	10.06
016.00	07.43
012.00	04.80
008.00	01.91
004.00	00.24
05+940 Km	00.00
-002.25	00.00
COTA	

Escala: 1/250

REPORTE DEL FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE SLIDE POR
EL MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO



		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"				PLANO N°: PSA 19
PLANO: PLANO SECCIÓN - ANÁLISIS				
TESISITA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN		ESCALA: 1/250		ARCHIVO: Perfiles y Análisis.dwg
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYS SAUCEDO		FECHA: MAYO 2022		
Departamento: CAJAMARCA	Provincia: CAJAMARCA	Distrito: BAÑOS DEL INCA		



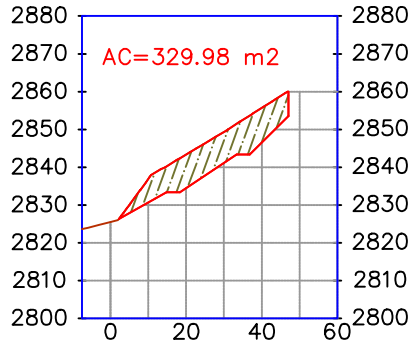
LEYENDA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	CURVA DE NIVEL (MAYOR)
	CURVA DE NIVEL (MENOR)
	EJE DE CARRETERA
	CARRETERA
2+500	PROGRESIVA
	ZONA ESTABLE - F.S > 1.5
	ZONA INESTABLE - F.S < 1.5

 <p align="center">UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>		
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"		PLANO N°: PFS
PLANO: FACTOR DE SEGURIDAD - TALUDES DE CORTE INESTABLE		
TESISITA: WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN	ESCALA: 1/5000	ARCHIVO:
ASESOR: ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO	FECHA: MAYO 2022	Factor de Seguridad.dwg
Departamento: CAJAMARCA	Provincia: CAJAMARCA	Distrito: BAÑOS DEL INCA

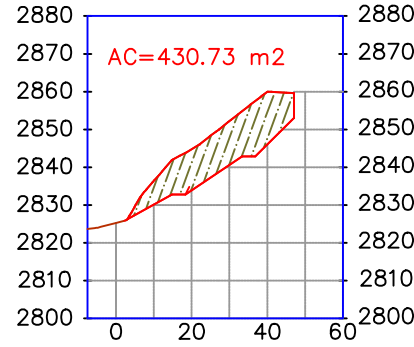
ANEXO G:

COMPARACIÓN ENTRE UN DISEÑO CON BANQUETAS Y UNO CON
MURO DE CONTENCIÓN

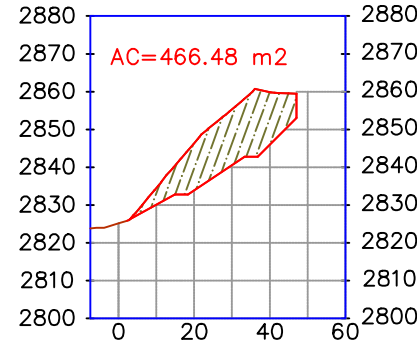
5+660.00



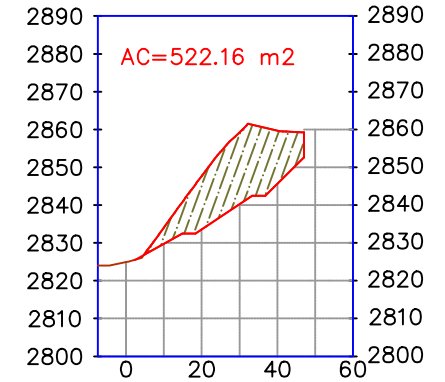
5+680.00



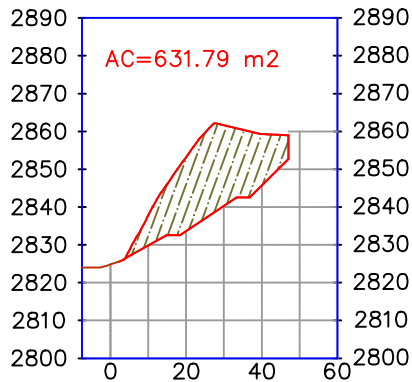
5+700.00



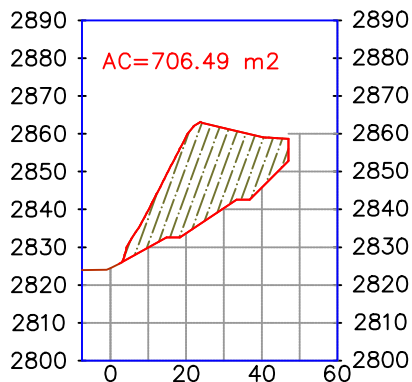
5+720.00



5+740.00



5+760.00



ESCALA HORIZONTAL H=2000
ESCALA VERTICAL V=200



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



TESIS:

"EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"

PLANO:

DISEÑO CON BANQUETAS

PLANO N°:

TESISTA:

WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN

ESC.:

INDICADAS

ASESOR:

ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO

FECHA:

MAYO 2022

Departamento

CAJAMARCA

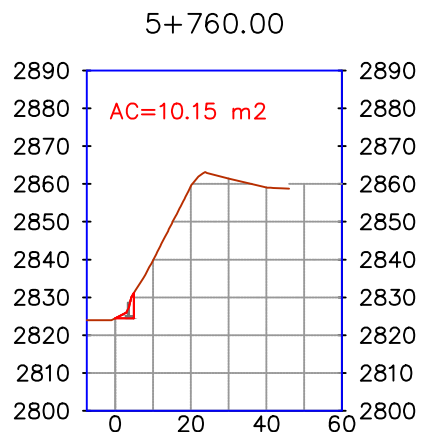
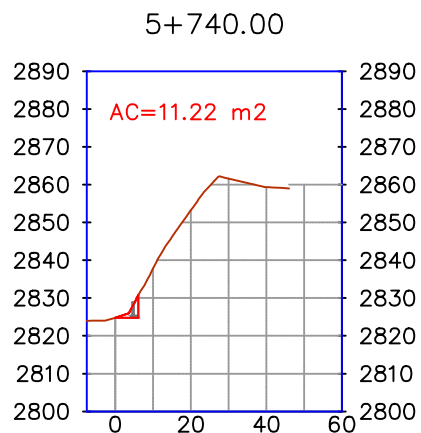
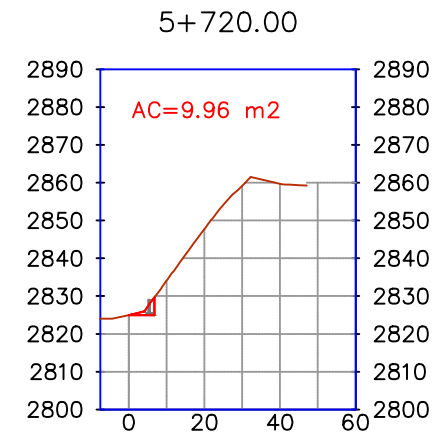
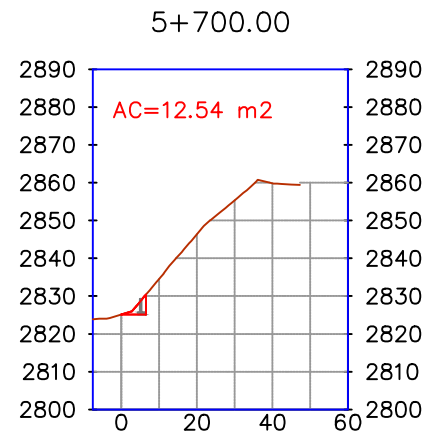
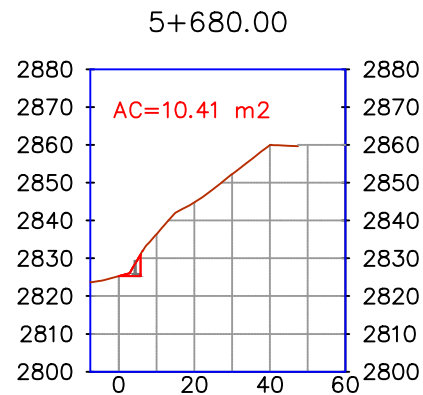
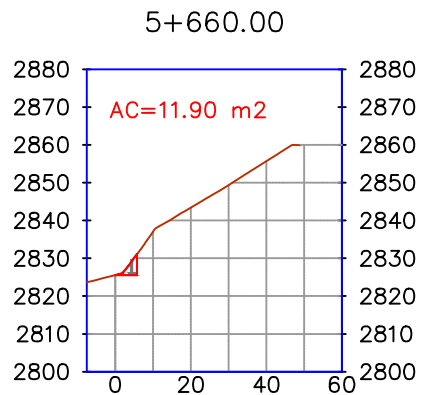
Provincia

CAJAMARCA

Distrito

BAÑOS DEL INCA

PDB



ESCALA HORIZONTAL H=2000
ESCALA VERTICAL V=200

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO - COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 - Km 06"					
PLANO:			DISEÑO CON MURO DE CONTENCIÓN		PLANO N°:
TESISTA:			WILLIAM JOHN REBAZA CASTREJÓN		PMC
ASESOR:			ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO		
Departamento	CAJAMARCA	Provincia	CAJAMARCA	Distrito	BAÑOS DEL INCA
				ESC.:	INDICADAS
				FECHA:	MAYO 2022

PROYECTO	TESIS: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO – COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 – Km 06.
DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN	

I. DATOS

1. Suelo de relleno :

Angulo del terreno con la horizontal	$\beta = 0^\circ$
Angulo de fricción int. del material sostenido	$\delta = 28^\circ$
S/C sobre el relleno (Sobrecarga Vehicular)	S/C= 1.15 Tn/m ²
Peso unitario del relleno Trasdos	$\gamma_s = 1.30 \text{ Tn/m}^3$
Peso unitario del relleno Intrados	$\gamma_s = 1.30 \text{ Tn/m}^3$
Cohesión	$c = 1.60 \text{ Tn/m}^2$

2. Suelo de fundación:

Resistencia del terreno	$\sigma_t = 1.50 \text{ Kg/cm}^2$
* El mejoramiento recomendado sobrepasa este valor	15.00 Tn/m ²
Angulo de fricción interna	$f = 28^\circ$
Angulo de fricción entre muro y suelo	$\delta = 18.7^\circ$
Factor de fricción entre muro y suelo	$f = 0.34$

3. Materiales :

Peso unitario del CA	$\gamma_c = 2.40 \text{ Tn/m}^3$
Resistencia del C°	$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Acero	$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
Recubrimiento pantalla	$r_1 = 5.0 \text{ cm}$
Recubrimiento cimienta	$r_2 = 7.5 \text{ cm}$

II. PREDIMENSIONAMIENTO

Altura de pantalla	Hp=	3.50 m
Altura del relleno Trasdos	Hrt=	3.50 m
Altura de relleno Intrados	Hri=	0.50 m
Peralte de la zapata	t=	0.50 m
Altura total	HT=	4.00 m
Longitud de punta	D=	0.50 m
Longitud de talon	D1=	1.20 m
Ancho total de la zapata	B=	2.10 m
Ancho de corona	t1=	0.40 m
Ancho del arranque	t2=	0.40 m

BASES DEL DISEÑO GEOTÉCNICO	
Factor de seguridad al volcamiento (FSV):	2.0
Factor de seguridad al deslizamiento (FSD):	1.5

III. ANÁLISIS AL VOLTEO Y AL DESLIZAMIENTO:

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Empuje Activo del relleno

Coefficiente de empuje activo (Ka): Suelo de relleno

$$\text{Si talud de terreno } \beta=0 \longrightarrow Ka = \frac{1 - \text{sen}(\emptyset)}{1 + \text{sen}(\emptyset)} = 0.36$$

Cálculo del empuje activo (Ea):

$$p = \gamma_s \cdot h \cdot K_a$$

$$p = 1.87 \text{ Tn/m}^2$$

$$Ea = p \cdot H / 2$$

$$Ea = 3.74 \text{ Tn}$$

$$E_{ha} = E_a \cdot \cos\beta = 3.74 \text{ Tn}$$

Punto de aplicación del empuje

$$y = \frac{h}{3} = 1.33 \text{ m}$$

Empuje Pasivo del relleno

Coefficiente de empuje pasivo (Kp): Suelo de relleno

Si talud de terreno $\beta=0 \longrightarrow Kp = \frac{1 + \text{sen}(\phi)}{1 - \text{sen}(\phi)} = 2.77$

Cálculo del empuje pasivo (Ep):

$$p = \gamma_s \cdot h \cdot K_a$$

$$p = 3.60 \text{ Tn/m}^2$$

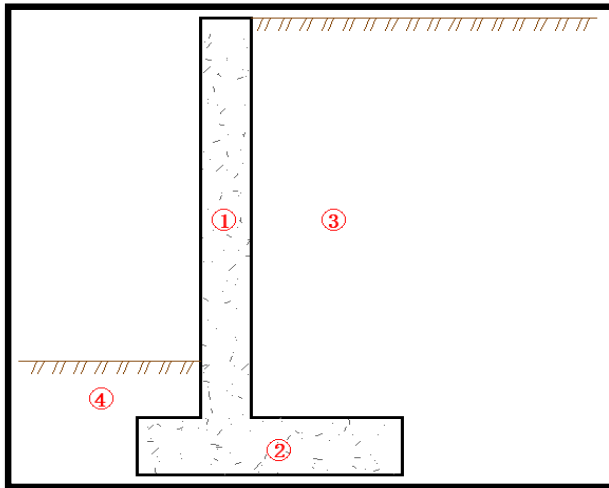
$$E_p = p \cdot H / 2$$

$$E_p = 1.80 \text{ Tn}$$

$$E_{hp} = E_p \cdot \cos\beta = 1.80 \text{ Tn}$$

Punto de aplicación del empuje

$$y = \frac{h}{3} = 0.33 \text{ m}$$



Fuerzas Resistentes

		Wi (Tn)	Xi (m)	Mi (Tn-m)
Peso Propio	P1	3.360	0.70	2.352
	P2	2.520	1.05	2.646
Rell. Trasdos	P3	5.460	1.50	8.190
Rell. Intrados	P4	0.325	0.25	0.081
	Ep	1.801	0.33	0.600
	Fv	11.665	M.res	13.869

Fuerzas Desestabilizadoras

	Wi (Tn)	Xi (m)	Mi (Tn/m)
Ea	3.744	1.33	4.992
Fh	3.744	M.act	4.992

VERIFICACIONES

Verificación al volteo

$$FSv = \frac{Mr}{Ma} \quad \text{Coeficiente de Volteo}$$

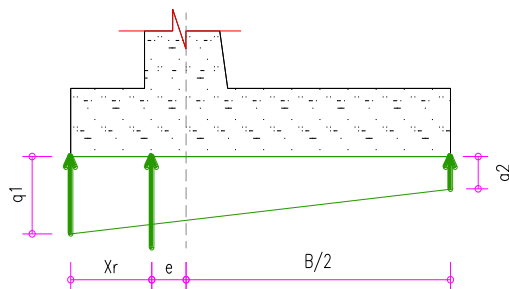
FSv = 2.8	≥	2	(Garantiza estabilidad al volteo)
------------------	----------	----------	-----------------------------------

Verificación al deslizamiento

$$FSD = \frac{Ep + f * Fv}{Fh} \quad \text{Coeficiente de deslizamiento}$$

FSD = 1.53	≥	1.5	(Garantiza estabilidad al deslizamiento)
-------------------	----------	------------	--

Verificación de compresiones y tracciones



$$X_o = \frac{Mr - Ma}{Fv} = 0.76 \text{ m}$$

$$e = \frac{B}{2} - X_o = 0.29 \text{ m} \leq B/6 = 0.35 \quad \text{OK (cae en el tercio medio)}$$

$$q_1 = \frac{Fv}{B} \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B} \right) = 10.141 \text{ Tn/m}^2$$

$$q_2 = \frac{Fv}{B} \left(1 - \frac{6 \cdot e}{B} \right) = 0.969 \text{ Tn/m}^2$$

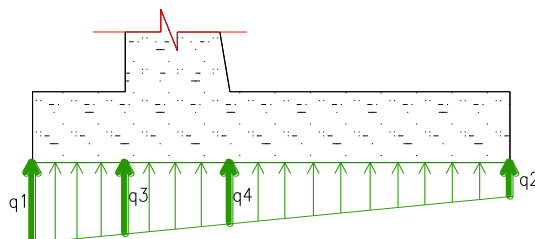
$$q_1 \leq q_{adm} \quad q_2 \leq q_{adm}$$

10.14 Tn/m²	<	σt = 15.00	OK
-------------------------------	-------------	-------------------	----

Cálculo de las presiones de suelo en los puntos de empotramiento de la pantalla

$$q_3 = 7.96 \text{ Tn/m}^2$$

$$q_4 = 6.21 \text{ Tn/m}^2$$



$$7.95704028$$

$$6.20992873$$

IV. DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DEL MURO

DISEÑO DE PANTALLA

Presiones para punto en el arranque

$$p = \gamma_s \cdot h \cdot K_a \qquad E = p \cdot H/2$$

$$P = 1.638 \qquad E_a = 2.8665$$

Brazo de Palanca

$$Y = 1.166666667$$

Cálculo de Momento Último

$$M = 3.34 \text{ Tn-m} \qquad M_{\text{may}}(M_u) = 5.35 \text{ Tn-m}$$

Barra a usar

$$\varnothing = 1.27$$

Peralte Efectivo:

$$d = 31.865$$

$$\phi = 0.9$$

$$R_u = 54.349 \text{ Kg/cm}^2$$

Verificación de Momentos

$$M_u \leq \phi M_n$$

$$M_n = b \cdot d^2 \cdot R_u$$

$$M_n = 55.18 \text{ Tn-m}$$

$$\phi \cdot M_n = 49.67 \text{ Tn-m}$$

$$M_u = 5.35 \text{ Tn-m}$$

$$\text{Luego:} \qquad M_u < \phi \cdot M_n$$
$$5.35 \text{ Tn-m} < 49.7 \text{ Tn-m}$$

Verificación de corte

$$\phi = 0.85$$

$$v_{u \text{ adm}} = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$v_{u \text{ adm}} = 7.68 \text{ Kg/cm}^2$$

$$v_u = \frac{V_u}{\phi \cdot b \cdot d}$$

$$V_u = E_a \cdot F_S$$

$$V_u = E_a \cdot u = 4.30$$

$$v_u = 1.6 \text{ Kg/cm}^2$$

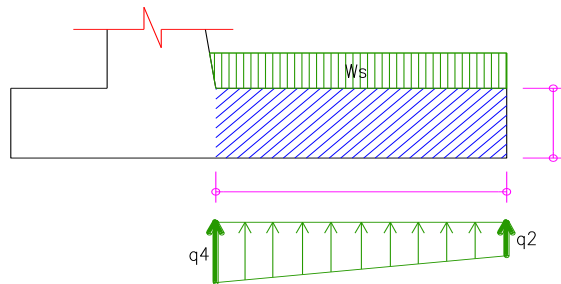
$$v_u < v_{u \text{ adm}}$$
$$1.59 \text{ Kg/cm}^2 < 7.68 \text{ Kg/cm}^2$$

Acero Vertical en Trasdos

$$K = M_u \cdot 10^5 / (\phi \cdot b \cdot d^2 \cdot f'c)$$

Cargas por metro de ancho

Ws = 5.46 Tn (Peso del relleno)
 Wpp = 1.44 Tn (Peso propio)
 q2 = 0.97 Tn/m²
 q4 = 6.21 Tn/m²



Momento peso propio Mpp = 0.86 Tn-m
 Momento relleno Ms = 3.28 Tn-m
 Momento diagonal $Mdi = (L^2/6)(2q_2 + q_4) = 1.96 Tn-m$

$M = Mpp + Ms - Mdi = 2.18 Tn-m$

Mu = 3.496

Acero Superior talón

$K = Mu * 10^5 / (\phi * b * d^2 * f'c)$

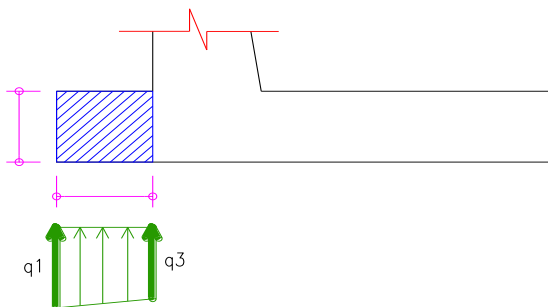
K = 0.0106 w = 0.0106
 $\rho = w(f'c/fy) = 0.0005309$
 $\rho_{min} = 0.0009$ Tomamos el mayor ρ y ρ_{min}
 $\rho_{diseño} = 0.0009$
 $As = \rho_{diseño} * b * t = 4.50 \text{ cm}^2$

Ab = 1.27
 S = 25
 Asres = 5.07 OK

DISEÑO DE LA PUNTA

Cargas por metro de ancho

Ws = 0.33 Tn (Peso del relleno)
 Wpp = 0.60 Tn (Peso propio)
 q1 = 10.14 Tn/m²
 q3 = 7.96 Tn/m²



Momento peso propio
 Momento relleno
 Momento diagonal $M_{di} = (L^2/6)(2q_2 + q_4) =$

Mpp = 0.36 Tn-m
 Ms = 0.20 Tn-m
 1.18 Tn-m

$$M = M_{di} - M_{pp} - M_s = 1.18$$

$$M_u = 1.883$$

Acero Interior punta

$$K = M_u * 10^5 / (\phi \cdot b \cdot d^2 \cdot f'c)$$

$$K = 0.0057 \quad w = 0.0057$$

$$\rho = w(f'c/f_y) = 0.0005309$$

$$\rho_{min} = 0.0009 \quad \text{Tomamos el mayor } \rho \text{ y } \rho_{min}$$

$$\rho_{diseño} = 0.0009$$

$$A_s = \rho_{diseño} \cdot b \cdot t = 4.50 \text{ cm}^2$$

$$A_b = 1.27$$

$$S = 25$$

$$A_{sres} = 5.07 \quad \text{OK}$$

Acero Transversal

$$\rho_{diseño} = 0.0009$$

$$\text{Ancho} = 100$$

$$t = 50$$

$$A_s S = 4.5$$

$$A_b = 1.267$$

$$S = 25$$

$$A_{sres} = 5.07 \text{ OK}$$

$$A_s I = 4.5$$

$$A_b = 1.267$$

$$S = 25$$

$$A_{sres} = 5.07 \text{ OK}$$

PROYECTO	TESIS: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO – COMBAYO, TRAMO: Km 02+500 – Km 06.
METRADO DE DISEÑO DE CON BANQUETAS Y DISEÑO CON MURO DE CONTENCIÓN	

01. **DISEÑO CON BANQUETAS**
01.01. **MOVIMIENTO DE TIERRAS**
01.01.02. **Trazo, Nivelación y Replanteo** **8613.44 m2**

Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)
160	53.834		8613.44
Sub-Total			8613.44

01.01.02. **Excavación con Maquinaria** **61752.78 m3**

Progresiva	Sección de Corte (m2)	Volumen Promedio (m3)
		3299.82
05+660	329.982	
		7607.13
05+680	430.731	
		8972.1
05+700	466.479	
		9886.4
05+720	522.161	
		11539.53
05+740	631.792	
		13382.86
05+760	706.494	
		7064.94
Sub-Total		61752.78

01.01.03. **Refine, Nivelación y Compactado** **8613.44 m2**

Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)
160	53.834		8613.44
Sub-Total			8613.44

01.01.04. **Eliminación de Material Excedente** **77190.98 m3**

Volumen Promedio	Factor de Esponjamien	Volumen a Eliminar (m3)
61752.78	1.25	77190.975
Sub-Total		77190.975

01. **DISEÑO CON MURO DE CONTENCIÓN**
01.01. **MOVIMIENTO DE TIERRAS**
01.01.01. **Trazo, Nivelación y Replanteo** **368.00 m2**

Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)
160	2.3		368
Sub-Total			368

01.01.02.

Excavación con Maquinaria

1323.60 m3

Progresiva	Sección de Corte (m2)	Volumen Promedio (m3)
		119
05+660	11.9	
		223.1
05+680	10.41	
		229.5
05+700	12.54	
		225
05+720	9.96	
		211.8
05+740	11.22	
		213.7
05+760	10.15	
		101.5
	Sub-Total	1323.6

01.01.03.

Refine, Nivelación y Compactado

230.00 m2

Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)
100	2.3		230
		Sub-Total	230

01.01.04.

Eliminación de Material Excedente

1654.50 m3

Volumen Promedio	Factor de Esponjamien	Volumen a Eliminar (m3)
1323.6	1.25	1654.5
	Sub-Total	1654.5

01.02.

CONCRETO SIMPLE

01.02.01.

Solado para Zapata de Muro e=4"

23.00 m3

Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Volumen (m3)
100	2.3	0.1	23
		Sub-Total	23

01.03.

CONCRETO ARMADO

01.03.01.

Encofrado Muro Dos Caras

700.00 m2

Descripción	Alto (m)	Longitud (m)	Área (m2)
Car. Inter	3.5	100	350
Car. Exter	3.5	100	350
		Sub-Total	700

01.03.02.

Acero Corrugado $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ Grado 60

8212.33 kg

MURO H= 4.00 m	LONG. MURO	LONGITUD (m)	CANTIDAD	DIÁMETRO (Pulg)	LONGITUD TOTAL POR DIÁMETRO
	100.00				1/2
PANTALLA H= 3.50 m	Trasdos Vert.	4.30	501	1/2	2154.30
	Trasdos Hori.	100.00	12	1/2	1200.00
	Intrados Vert.	4.30	168	1/2	722.40
	Intrados Hori.	100.00	12	1/2	1200.00
ZAPATA H= 0.50 m	Acero A Flexión	5.20	401	1/2	2085.20
	Acero Transv.	100.00	9	1/2	900.00
LONGITUD TOTAL					8261.90
PESO ACERO SEGÚN DIÁMETRO					0.99
PESO ACERO PARCIAL					8212.33
PESO TOTAL					8212.33

01.03.03.

Concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ 278.00 m³

Descripción	Ancho (m)	Alto (m)	Longitud (m)	Volumen (m ³)
Zapata	2.3	0.6	100	138
Pantalla	0.4	3.5	100	140
			Sub-Total	278

Presupuesto

Presupuesto **1201001** **EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL DE CORTE EN LA CARRETERA QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS OTUZCO**
- COMBAYO, TRAMO: KM02+500 - KM06

Subpresupuesto **002** **DISEÑO CON MURO DE CONTENCIÓN**

Ciente **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA** Costo al **06/05/2022**

Lugar **CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	DISEÑO CON MURO DE CONTENCIÓN				338,706.57
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				57,526.37
01.01.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m2	368.00	1.41	518.88
01.01.02	EXCAVACION CON MAQUINARIA	m3	1,323.60	16.88	22,342.37
01.01.03	REFINE, NIVELACIÓN Y COMPACTADO	m2	230.00	2.82	648.60
01.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1,654.50	20.56	34,016.52
01.02	CONCRETO SIMPLE				894.47
01.02.01	SOLADO PARA ZAPATA DE MURO e=4"	m2	23.00	38.89	894.47
01.03	CONCRETO ARMADO				280,285.73
01.03.01	ENCOFRADO MURO DOS CARAS	m2	700.00	122.10	85,470.00
01.03.02	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	8,212.33	5.30	43,525.35
01.03.03	CONCRETO fc=210 kg/cm2	m3	278.00	544.21	151,290.38
	Costo Directo				338,706.57

SON : TRESIENTOS TRENTIOCHO MIL SETECIENTOS SEIS Y 57/100 NUEVOS SOLES