

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA CÁCLIC – LUYA,
PARA REDUCIR EL TIEMPO DE VIAJE Y MEJORAR LA SEGURIDAD DE LA VÍA**

Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR

Lloyd Emmanuel Zumaeta Jimenez

Asesor

Fernando José Campos De la Cruz

Lima, noviembre 2022

Informe de Similitud

Yo, Fernando José Campos De la Cruz,

docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia

Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis/el trabajo de investigación titulado:


Propuesta de diseño geométrico de la carretera Cállic – Luya, para reducir el tiempo de viaje y mejorar la seguridad de la vía

del autor Lloyd Emmanuel Zumaeta Jimenez,

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 10%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 13/01/2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: 14 de enero del 2023

Apellidos y nombres del asesor: <u>Campos De la Cruz, Fernando José</u>	
DNI: 41469213	Firma 
ORCID: 0000-0002-7827-2861	

RESUMEN

En el Perú, más del 80% de las vías interprovinciales y vecinales son trocha o afirmado. Estas carreteras constantemente se encuentran interrumpidas debido a problemas de mal diseño geométrico y estabilidad de taludes, lo que genera un incremento en el tiempo de viaje, accidentes de tránsito y alza en los costos de transporte para los usuarios.

En la parte nor-oriental del país, las redes de transporte vial se encuentran constantemente interrumpidas por deslizamientos y flujos de masas, así como desprendimientos de rocas. Por lo que esta tesis se desarrolla con el fin de plantear soluciones efectivas a los problemas que existen en la carretera Cállic-Luya. En la actualidad, esta vía presenta problemas de seguridad y transitabilidad. Asimismo, los taludes son inestables debido a la permanente humedad que es producida por las lluvias, por lo que constantemente interrumpen el flujo vehicular. El ancho de la calzada es inadecuado, lo que produce serias limitaciones en lo que respecta al tamaño de los vehículos que ingresan y salen de esta zona, por lo que solo pueden transitar vehículos menores.

La metodología comienza con la identificación de los problemas que existen en esta vía. Luego, se realiza un reconocimiento de la carretera, se obtiene información digital sobre ella (datos topográficos), se realiza el trabajo de gabinete para caracterizar el relieve del terreno, se obtiene información sobre la cantidad de vehículos que transitan por la vía colocando dos puntos de medición para, finalmente, realizar el diseño de la carretera. Adicionalmente, el diseño de la vía incluye la colocación de muros de contención y obras hidráulicas, específicamente cunetas. Se propuso 3 alternativas de diseño, las cuales fueron evaluadas mediante el proceso de análisis jerárquico AHP (Análisis jerárquico de procesos). Este es un proceso de toma de decisiones diseñado para solucionar problemas que tienen múltiples variables. El proceso de jerarquización requiere la toma de decisiones subjetivas para determinar el nivel de importancia de los criterios establecidos. En este caso, se consideraron 6 criterios para poder seleccionar la mejor alternativa.

Los criterios que se han tomado en cuenta para realizar el análisis jerárquico son los siguientes: movimiento de masas, longitud de los trazos, cantidad de curvas en el alineamiento horizontal, pendientes longitudinales, superficies de los muros de contención y longitud de las cunetas. Luego del análisis, se determinó que la mejor alternativa tiene la menor longitud de muros de contención, un recorrido de 4.9 km, cuenta con un puente de 150 m y es la segunda mejor opción en lo que respecta a movimiento de tierras.

AGRADECIMIENTO

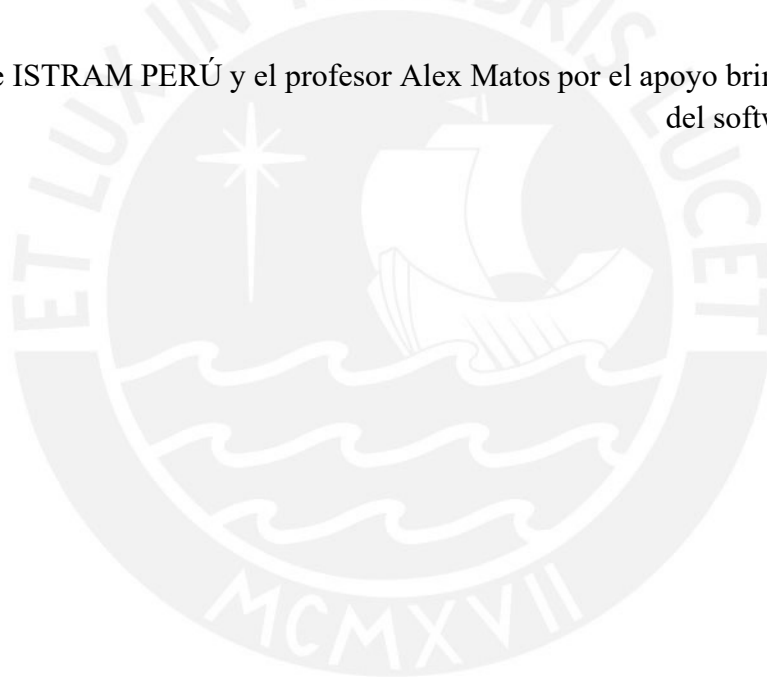
A mi madre Paola Jimenez Rodriguez, a mi padre Wilson Zumaeta Arista, y a toda mi familia por apoyarme siempre en esta etapa tan maravillosa de mi vida.

Al ingeniero Fernando Campos De la Cruz por su apoyo incondicional en el desarrollo de la presente tesis y el tiempo brindado.

A mis amigos por siempre estar apoyándome en las etapas difíciles.

A mi alma mater, la PUCP por toda la exigente formación recibida en toda mi etapa universitaria.

Al equipo de ISTRAM PERÚ y el profesor Alex Matos por el apoyo brindado en el uso del software ISTRAM.



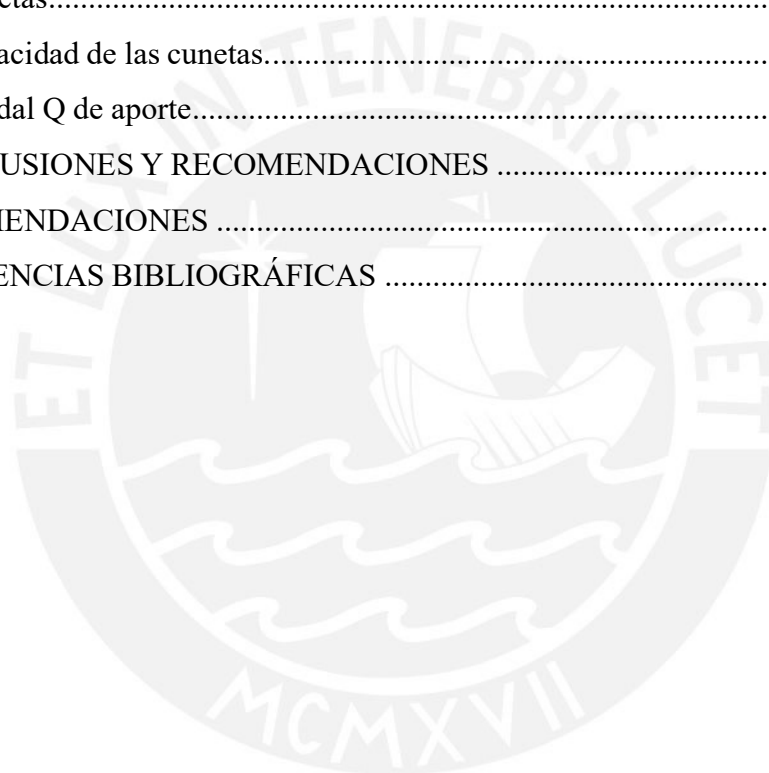
ÍNDICE

1	INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	1
1.1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.2	ANTECEDENTES.....	1
1.3	JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4	OBJETIVOS.....	5
1.4.1	Objetivo general.....	5
1.4.2	Objetivos específicos.....	5
1.5	ALCANCE Y LIMITACIONES.....	5
1.6	METODOLOGÍA.....	6
2	MARCO TEÓRICO.....	7
2.1	Diseño geométrico de la carretera.....	7
2.1.1	Parámetros generales para el diseño geométrico de una carretera.....	7
2.1.2	Velocidad de diseño de un tramo homogéneo (VTR).....	8
2.1.3	Clasificación de una carretera.....	8
2.2	Parámetro de diseño en planta: alineamiento horizontal.....	10
2.2.1	Curva circular simples.....	11
2.2.2	Distancia de visibilidad de parada.....	12
2.2.3	Distancia de visibilidad de adelantamiento.....	14
2.2.4	Peraltes.....	14
2.2.5	Radio mínimo.....	16
2.2.6	Sobreancho.....	16
2.2.7	Espiral de Euler o Clotoide.....	17
2.3	Parámetro de diseño en perfil vertical: alineamiento vertical.....	18
2.3.1	Tangentes verticales.....	18
2.3.2	Pendiente.....	19
2.3.3	Pendiente mínima.....	19
2.3.4	Pendiente máxima.....	19
2.3.5	Longitud en pendiente.....	20
2.3.6	Curvas verticales.....	20
2.4	Parámetros de diseño en perfiles transversales: secciones transversales.....	20
2.4.1	Calzada.....	21
2.4.2	Bermas.....	21
2.4.3	Bombeo.....	21

2.4.4	Talud.....	21
2.5	Diseño del pavimento flexible	22
2.5.1	Definición de pavimento flexible	22
2.5.2	Estudio del tránsito	22
2.5.3	Estudio de la mecánica de suelos y cantera	22
2.5.4	Subrasante.....	23
2.5.5	Subbase granular.....	23
2.5.6	Base	24
2.5.7	Estudio de tráfico.....	25
2.5.8	Índice medio diario Anual (IMDA).....	26
2.5.9	Tasa de Crecimiento Anual	26
2.5.10	Factor de carga equivalente por eje.....	26
2.5.11	tráfico de diseño.....	27
2.6	Diseño del sistema de drenaje	28
2.6.1	Drenaje longitudinal de la carretera.....	28
2.6.2	Función del Bombeo y Peralte.....	28
2.6.3	Velocidad máxima del agua.....	28
2.6.4	Cunetas	29
2.6.5	Alcantarillas.....	31
3	CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CÁCLIC – LUYA.....	32
3.1	Clasificación por demanda.....	32
3.2	Clasificación por Orografía.....	33
3.3	Velocidad directriz.....	34
3.4	Vehículo de diseño.....	34
3.5	Sección Transversal Típica	35
3.5.1	Calzada	35
3.5.2	Ancho de Bermas.....	36
3.5.3	Bombeo.....	36
3.5.4	Derecho de vía.....	37
3.5.5	Taludes.....	37
3.6	Alternativas de diseño geométrico en planta y perfil.....	38
3.6.1	ALTERNATIVA 1	38
3.7	ALTERNATIVA 2	48
3.7.1	Radio mínimo alternativa 2	48

3.8	Alternativa 3.....	55
3.8.1	Radio mínimo alternativa 3	55
4	EVALUACIÓN DE RUTA Y ELECCIÓN DE TRAZO FINAL	62
5	COLOCACIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN EN LA ALTERNATIVA SELECCIONADA.....	69
6	IMPLICANCIA DEL PROYECTO EN EL TIEMPO DE VIAJE.....	69
6.1	Flujo vehicular (f)	71
6.2	Capacidad operacional (K)	71
6.3	Velocidad de operación sin proyecto	71
6.4	Velocidad de operación con proyecto	71
7	PROYECCIÓN HACIA UNA CARRETERA INTELIGENTE.....	71
7.1	Materiales a utilizar.....	72
7.2	Procedimiento de construcción	73
7.3	Materiales a utilizar.....	74
7.4	Procedimiento de construcción	74
7.5	Beneficios	74
8	ESTUDIO DEL TRÁFICO	76
8.1	Características del tramo de estudio.....	76
8.2	Índice Medio Diario Anual.	76
8.3	Estimación del tránsito futuro	77
8.4	Factor de carga equivalente.....	78
8.5	Factores de equivalencia.	78
8.6	Proyección del IMDA	79
8.7	Tránsito de diseño	80
8.8	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	82
8.8.1	Resumen de las características del suelo de subrasante.....	82
8.8.2	Ensayo granulométrico y clasificación del suelo.....	83
8.8.3	CBR al 95% de la subrasante.....	85
8.8.4	Estudio de cantera.....	85
8.8.5	Fuentes de agua.....	87
8.9	Diseño	87
8.10	Diseño por método AASHTO para pavimentos flexibles	88
8.11	Datos de entrada	88
8.11.1	Periodo de diseño.....	88
8.11.2	Confiabilidad	88

8.11.3	Desviación estándar normal.....	89
8.11.4	Variabilidad	89
8.11.5	Número de ejes equivalentes	90
8.11.6	Módulo de resiliencia	90
8.11.7	Perdida de servicialidad.....	90
8.12	Diseño de la estructura del pavimento.....	91
8.13	Número Estructural	91
8.14	Coefficientes estructurales de las capas.....	91
8.15	Coefficientes de drenaje	92
9	DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE.....	93
9.1	Cunetas.....	93
9.2	Capacidad de las cunetas.....	94
9.3	Caudal Q de aporte.....	96
10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
11	RECOMENDACIONES	102
12	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Clasificación de las carreteras Fuente: Adaptado de (Comunicaciones, 2018)	8
Tabla 2.	Clasificación por orografía. Fuente: Adaptado de (Comunicaciones, 2018)..	9
Tabla 3.	Rangos de la velocidad de diseño. Fuente: (Comunicaciones, 2018).....	10
Tabla 4.	Valores de peralte máximo longitudinales. Fuente: Adaptado de (Comunicaciones, 2018).....	15
Tabla 5.	Valores de fricción transversal máxima. Fuente: (Comunicaciones, 2018)..	16
Tabla 6.	Valores de “J”, para calcular el parámetro de espiral. Fuente: (Comunicaciones, 2018).....	17
Tabla 7.	Figura. Pendientes máximas de los distintos tipos de vías. Fuente: (Comunicaciones, 2018).....	19
Tabla 8.	Valores de correlación entre CBR y MR. Fuente: Olcese, 2021.....	23
Tabla 9.	Granulometría de los materiales de subbase. Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2010)	23
Tabla 10.	Requisitos de calidad_ de subbase granular. Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2010).....	24
Tabla 11.	Granulometría de los materiales de subbase. Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2010).....	24
Tabla 12.	Requerimientos del agregado grueso. Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2010)	25
Tabla 13.	Requerimiento del agregado fino. Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2010)	25
Tabla 14.	Celeridades máximas admisibles del agua en los suelos. Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008).....	28
Tabla 15.	Dimensiones mínimas de cunetas. Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008).....	29
Tabla 16.	Inclinaciones. máximas del. Talud (V:H) interior de la cuneta. Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones & Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2014).....	29
Tabla 17.	Valores del coeficiente de Strickler para tipos de cunetas. Fuente:(MTC & DGCF, 2014).....	30
Tabla 18.	Tipos de revestimiento. Fuente: (MTC & DGCF, 2014).....	31
Tabla 19.	Estudio del tránsito. Fuente: (CESEL&GEA, 2015a).....	32
Tabla 20.	Índice. Medio Diario. Anual. Fuente: (CESEL&GEA, 2015a).....	32
Tabla 21.	Clasificación de las carreteras. Fuente: Adaptación (Comunicaciones, 2018)	32
Tabla 22.	Orografía de las carreteras. Fuente:(Comunicaciones, 2018).....	33

Tabla 23.	Distribución de los tipos de orografía en la carretera. Fuente:(CESEL&GEA, 2015a)	33
Tabla 24.	Velocidades de Diseño. Fuente: (Comunicaciones, 2018).....	34
Tabla 25.	Angulo de la trayectoria del vehículo a diseñar. Fuente: (Comunicaciones, 2018)	35
Tabla 26.	Ancho mínimo de calzada en tramo recto. Fuente: (Comunicaciones, 2018)	35
Tabla 27.	Ancho de Bermas. Fuente: (Comunicaciones, 2018)	36
Tabla 28.	Bombeo de la calzada. Fuente: (Comunicaciones, 2018)	36
Tabla 29.	Derecho de vía. Fuente:(Comunicaciones, 2018).....	37
Tabla 30.	Talud de corte. Fuente: (Comunicaciones, 2018)	37
Tabla 31.	Taludes de relleno. Fuente: (Comunicaciones, 2018).....	37
Tabla 32.	Fricción Transversal en curvas. Fuente: (Comunicaciones, 2018)	38
Tabla 33.	Distancia de visibilidad de parada. Fuente: (Comunicaciones, 2018).....	38
Tabla 34.	Longitudes mínimas. Fuente: (Comunicaciones, 2018).....	40
Tabla 35.	Valores máximos de peraltes. Fuente: (Comunicaciones, 2018).....	43
Tabla 36.	Proporción de peralte en tramo tangente. Fuente: (Comunicaciones, 2018)	44
	.....	44
Tabla 37.	Pendientes del alineamiento vertical. Fuente: Adaptado de Istram	45
Tabla 38.	Parámetros del alineamiento vertical. Fuente: Adaptado de Istram.....	46
Tabla 39.	Tabla resumen del movimiento de masas. Fuente: Propia.....	47
Tabla 40.	Tabla resumen con los parámetros de diseño Alternativa 1. Fuente: Propia	48
Tabla 41.	Pendientes del alineamiento vertical. Fuente: propia.....	51
Tabla 42.	Parámetros-del alineamiento vertical-alternativa 2. Fuente: Adaptado-de .Istram	52
Tabla 43.	Tabla resumen del movimiento de masas. Fuente: Propia.....	53
Tabla 44.	Tabla resumen con los parámetros de diseño Alternativa 2. Fuente: Propia	54
Tabla 45.	Pendientes del alineamiento vertical. Fuente: propia	58
Tabla 46.	Alineamiento vertical, parámetros alternativa 3. Fuente: Adaptado de Istram	59
Tabla 47.	Pendientes del alineamiento vertical. Fuente: propia	59
Tabla 48.	Parámetros alternativa 3. Fuente: Adaptado de Istram	60
Tabla 49.	Tabla resumen del movimiento de masas. Fuente: Propia.....	61

Tabla 50.	Tabla resumen con los parámetros de diseño de la alternativa 3. Fuente: Propia	62
Tabla 51.	Cuadro resumen de parámetros de diseño. Fuente: Propia	62
Tabla 52.	Cuadro de calificación AHP. Fuente: (Toskano Hurtado & Gérard Bruno, 2005)	63
Tabla 53.	Resumen movimiento de masas. Fuente: Propia.....	64
Tabla 54.	Resumen longitud de trazo. Fuente: Propia	64
Tabla 55.	Resumen curvas de nivel. Fuente: Propia.....	64
Tabla 56.	Pendientes longitudinales por tramos. Fuente: Propia	65
Tabla 57.	Superficie de muro Alternativa 1. Fuente: Propia.....	65
Tabla 58.	Superficie de muro Alternativa 2. Fuente: propia.....	65
Tabla 59.	Superficie de muro Alternativa 3. Fuente: propia.....	65
Tabla 60.	Cunetas alternativa 1. Fuente: propia.....	66
Tabla 61.	Cunetas alternativa 2. Fuente: propia.....	66
Tabla 62.	Cunetas Alternativa 3. Fuente: propia.	66
Tabla 63.	Criterio de movimiento de masas. Fuente: propia	66
Tabla 64.	Criterio de longitud de trazo. Fuente: propia	66
Tabla 65.	Criterio de curvas en planta. Fuente: Propia.....	67
Tabla 66.	Criterio de pendiente longitudinal. Fuente: propia	67
Tabla 67.	Criterio de superficie de muros. Fuente: Propia	67
Tabla 68.	Criterio de longitud de cunetas. Fuente: propia.	67
Tabla 69.	Matriz de comparación por pares. Fuente: propia.....	68
Tabla 70.	Cuadro resumen de análisis multicriterio. Fuente: Propia	69
Tabla 71.	Valores de α y β . Fuente: (Ministerio de desarrollo social, 2017)	70
Tabla 72.	Presupuesto de iluminación inteligente. Fuente: Propia.....	72
Tabla 73.	Presupuesto de las franjas fluorescentes luminiscentes.....	74
Tabla 74.	Presupuesto para el sensor de velocidad (PIR).....	75
Tabla 75.	ÍMDA. Fuente: (CESEL&GEA, 2015a).....	77
Tabla 76.	Condiciones de la carretera. Fuente: Adaptación (AASHTO, 1993)	78
Tabla 77.	Factores destructivos por cada vehículo considerado en el diseño y pesos reglamentarios por cada eje. Fuente: Propia.....	79
Tabla 78.	Proyección del IMDA en 30 años. Fuente: propia.....	80
Tabla 79.	Parámetros de diseño. Fuente: (AASHTO, 1993).....	80
Tabla 80.	Número de carriles en cada dirección. Fuente: (AASHTO, 1993).....	81
Tabla 81.	Estratigrafía de las carreteras en Chile. Fuente: Olcese 2021	81

Tabla 82.	Parámetro de diseño de pavimento flexible. Fuente: propia	82
Tabla 83.	Valores de CBR. Fuente: (CESEL&GEA, 2015a)	83
Tabla 84.	Clasificación de la Subrasante. Fuente: (CESEL&GEA, 2015a)	83
Tabla 85.	Propiedades granulométricas de la subrasante. Fuente: (CESEL&GEA, 2015b)	83
Tabla 86.	Granulometría de la subrasante. Fuente: (CESEL&GEA, 2015b).....	84
Tabla 87.	Valores de CBR de la subrasante. Fuente: (CESEL&GEA, 2015b).....	85
Tabla 88.	Coordenadas UTM de la cantera. Fuente: (CESEL&GEA, 2015b)	85
Tabla 89.	Ensayos de laboratorio. Fuente: (CESEL&GEA, 2015b).....	86
Tabla 90.	Coordenadas UTM de la cantera Cocahuayco Fuente:(CESEL&GEA, 2015b)	86
Tabla 91.	Ensayos de laboratorio de la cantera Cocahuayco. Fuente: (CESEL&GEA, 2015b)	86
Tabla 92.	Análisis de las fuentes de agua. Fuente:(CESEL&GEA, 2015a)	87
Tabla 93.	Tabla resumen de valores. Fuente: Propia.....	88
Tabla 94.	Clasificación de las vías según AASHTO. Modificado de la AASHTO (1993)	89
Tabla 95.	Valor de Desviación estándar normal. Fuente: Adaptación AASHTO (1993)	89
Tabla 96.	Cuadro resumen de parámetro de diseño. Fuente: propia.....	90
Tabla 97.	Coeficientes de cada capa. Fuente: (AASHTO, 1993).....	91
Tabla 98.	Coeficientes de Drenaje. Fuente: (AASHTO, 1993).....	92
Tabla 99.	Cuadro de espesores mínimos de carpeta de rodadura y base granular. Fuente: Adaptado de la (AASHTO, 1993)	92
Tabla 100.	Alternativas de estructura de pavimento. Fuente: Propia	93
Tabla 101.	Alternativa de estructura de pavimento. Fuente: Propia.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de la carretera Cállic-Luya. Fuente: (CESEL&GEA, 2015a).....	2
Figura 2.	Punto crítico de la carretera. Fuente: Google Earth	2
Figura 3.	Giros angostos con taludes inestables. Fuente: Google Earth.....	3
Figura 4.	Punto crítico donde existen deslizamientos de roca constantes. Fuente: Propia 3	
Figura 5.	Punto crítico, tramo angosto de la carretera y talud inestable. Fuente: propia	3
Figura 6.	Curva angosta con ancho inadecuado y derrumbes. Fuente: Propia.	4
Figura 7.	Diagrama de metodología. Fuente: Propia	7
Figura 8.	Tramo en “S”. Fuente: (Cárdenas Grisales, 2013)	11
Figura 9.	Tramo en “O”. Fuente: (Cárdenas Grisales, 2013)	11
	.....	12
Figura 10.	Elementos geométricos de una curva circular simple. Fuente: (Cárdenas Grisales, 2013).....	12
Figura 11.	Coefficiente de fricción longitudinal. Fuente: (AASHTO, 1993).....	13
Figura 12.	Transición de peralte en una curva. Fuente: (Cárdenas Grisales, 2013).	15
Figura 13.	Sección transversal y perfil de la transición del peralte. Fuente:.....	15
Figura 14.	Tangente vertical entre dos curvas circulares simétricas. Fuente: (Cárdenas Grisales, 2013).....	18
Figura 15.	Secciones transversales típicas. Fuente: (Cárdenas Grisales, 2013).....	20
Figura 16.	Elementos de una sección transversal. Fuente: (Cárdenas Grisales, 2013) 21	
Figura 17.	Estructura del pavimento flexible Fuente: Olcese 2021	22
Figura 18.	Sección típica de cuneta triangular. Fuente: (MTC & DGCF, 2014).....	30
Figura 19.	Mapa topográfico del proyecto. Fuente: Google Earth y Global Mapper	33
Figura 20.	Trayectoria de giro. Fuente: (Comunicaciones, 2018)	34
Figura 21.	Envolverte del vehículo a diseñar. Fuente: Istram	35
Figura 22.	Estación Bagua Chica medición de precipitaciones. Fuente: (CESEL&GEA, 2015a)	36
Figura 23.	Distancia de visibilidad de adelantamiento. Fuente: (Comunicaciones, 2018)	39
Figura 24.	Alineamiento horizontal carretera Cállic-Luya. Fuente: Istram	39
Figura 25.	Señalizaciones restrictivas de tránsito. Fuente: (MTC, 2000).....	40
Figura 26.	Señal preventiva y reglamentaria en tramo “O”. Fuente: (MTC, 2000)..	41
Figura 27.	Señalización de tránsito en un tramo en “S”. Fuente: (MTC, 2000)	41

Figura 28.	Señalización de tránsito en un tramo en “O”. Fuente: (MTC, 2000)	41
Figura 29.	Señal preventiva P-5-2A y reglamentaria R-16. Fuente: (MTC, 2000)...	43
Figura 30.	Señal preventiva P-5-2A y reglamentaria R-16. Fuente: (MTC, 2000)...	43
Figura 31.	Peralte zona rural (Tipo III o IV). Fuente: (Comunicaciones, 2018)	44
Figura 32.	Rasante del alineamiento vertical alternativa 1. Fuente: Istram	45
Figura 33.	Sección típica en corte. Fuente: propia.....	46
Figura 34.	Sección típica con muro de contención. Fuente: Propia.....	46
Figura 35.	Sección típica en relleno. Fuente: Propia.....	47
Figura 36.	Diagrama de masas de la alternativa 1. Fuente: propia	47
Figura 37.	Alineamiento horizontal carretera Cacán-Luya. Fuente: Istram	49
Figura 38.	Señalización giro suave a la izquierda y no adelantar Fuente:(MTC, 2000) 49	
Figura 39.	Señalización reglamentaria R-16 y preventiva P-5-2B. Fuente: (MTC, 2000)	50
Figura 40.	Señalización preventiva P-2A y reglamentaria R-16. Fuente: (MTC, 2000) 50	
Figura 41.	Señalización R-16. Fuente: (MTC, 2000).....	51
Figura 42.	Rasante del alineamiento vertical alternativa 2. Fuente: Istram	52
Figura 43.	Diagrama-de masas de-la alternativa 2. Fuente: propia.....	53
Figura 44.	Alineamiento horizontal de la carretera Cacán-Luya. Fuente: Istram.....	55
Figura 45.	Señalización preventiva y reglamentario. Fuente: (MTC, 2000)	56
Figura 46.	Señalización preventiva “P-5-2B” y “R-16”. Fuente: (MTC, 2000).....	56
Figura 47.	Señalización preventiva en el sentido a favor de la progresiva. Fuente: (MTC, 2000) 57	
Figura 48.	Señalización preventiva y reglamentaria en el sentido en contra de la progresiva. Fuente: (MTC, 2000).....	57
Figura 49.	Rasante del alineamiento vertical alternativa 3. Fuente: Istram	58
Figura 50.	Rasante del alineamiento vertical alternativa 3. Fuente: Istram	60
Figura 51.	Diagrama de masas de la alternativa 3. Fuente: propia	61
Figura 52.	Comparación de diagramas de masas. Fuente: propia.....	63
Figura 53.	Modelo de luz luminiscente Eco – Disc. Fuente: (Singh et al., 2021)	75
Figura 54.	Modelo de vía con el sistema de sensores y luz luminiscente. Fuente: Adaptado de (Singh et al., 2021)	76
Figura 55.	Distribución del volumen de tránsito. Fuente: Propia	77
Figura 56.	Proyección vehicular. Fuente: propia	80

Figura 57. Inclínación máxima del talud interior de la cuneta. Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones & Direcci3n General de Caminos y Ferrocarriles, 2014) 94

Figura 58. Valores de-coeficiente de rugosidad-n de Manning. Fuente: (VEN TE CHOW, 1994) 95

Figura 59. Velocidad límite admisible “v”. Fuente: (MTC & DGCF, 2014) 95

Figura 60. Dimensiones mínimas de cunetas triangulares. Fuente: (MTC & DGCF, 2014) 97

Figura 61. Secci3n triangular de cuneta. Fuente: ((MTC & DGCF, 2014) 98

Figura 62. Secci3n de cuneta. Fuente: Propia 98



ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 1.	Cálculo de la distancia de percepción - reacción.....	13
Fórmula 2.	Cálculo de la longitud. de frenado.....	13
Fórmula 3.	Longitud de visibilidad de parada en ascenso.....	14
Fórmula 4.	Longitud de visibilidad de parada en descenso.....	14
Fórmula 5.	Radio. mínimo de giro	16
Fórmula 6.	Cálculo de sobreanchos	16
Fórmula 7.	Ecuación de la clotoide.....	17
Fórmula 8.	Parámetro de espiral	17
Fórmula 9.	Rango de valores del parámetro de espiral	17
Fórmula 10.	Desarrollo de peralte	18
Fórmula 11.	Rango de valores de longitud de espiral	18
Fórmula 12.	Parámetro de la curvatura	20
Fórmula 13.	Cálculo del índice medio diario anula.....	26
Fórmula 14.	Tasa de crecimiento anual.....	26
Fórmula 15.	Factor de carga equivalente.....	27
Fórmula 16.	Cálculo del ADT	27
Fórmula 17.	Cálculo del ESAL	28
Fórmula 18.	Factor de crecimiento total.....	28
Fórmula 19.	Ecuación de Manning	30
Fórmula 20.	Cálculo hidráulico de alcantarilla	31
Fórmula 21.	Correspondencia entre curvas	42
Fórmula 22.	Cálculo de la velocidad.....	70
Fórmula 23.	Cálculo del ahorro de tiempo.....	70
Fórmula 24.	Fórmula de la proyección del IMDA. Fuente: (MTC & DGCF, 2014)	79
Fórmula 25.	Cálculo del CBR de la subrasante.....	85
Fórmula 26.	Fórmula de Número estructural	91
Fórmula 27.	Ecuación de Manning	94
Fórmula 28.	Fórmula de radio hidráulico. Fuente: (VEN TE CHOW, 1994).....	95

ANEXOS

ANEXOS DE TABLAS

ANEXO A: PLANOS DE DISEÑO

ANEXO B: NOMOGRAMAS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

ANEXO C: ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

ANEXO D: VOLUMEN DE TRÁNSITO



1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

Las naciones necesitan mejorar y ampliar sus infraestructuras viales en base a las nuevas tecnologías existentes. De esa forma, se puede lograr elevados estándares de conexión en todo el territorio peruano y satisfacer las necesidades de las personas y los agentes económicos (Palacios Tovar, 2018). Lograr esto generará que las sociedades presenten mayor desarrollo económico y las empresas privadas inviertan en sus negocios porque existe una red de interconexión con otras ciudades de excelente calidad.

El Perú cuenta con el 91.3% de vías de transporte pavimentadas (Comunicaciones, 2018). Esto favorece el desarrollo social y económico de las ciudades, puesto que brinda mayor seguridad y disminución de los tiempos de viaje para los transportistas y pasajeros. La infraestructura vial es un factor importante para el desarrollo de las regiones del país.

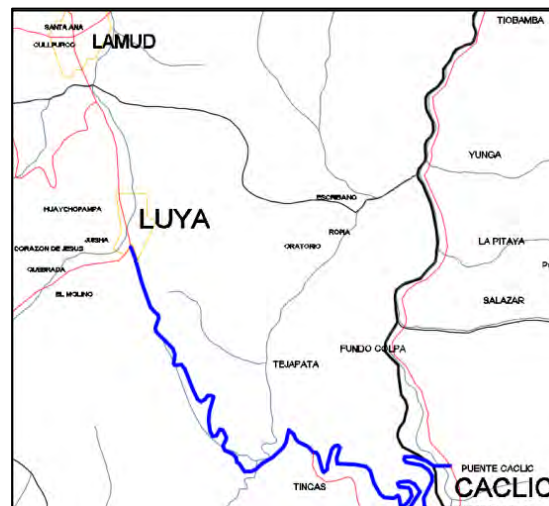
Para brindar un adecuado servicio de transporte de pasajeros y carga se necesita que las carreteras presenten un correcto diseño geométrico, que luego serán construidos con todas las especificaciones pertinentes, evaluando los impactos sociales, económicos y viabilidad del proyecto. Esto producirá que la vía evite erosionarse debido a las lluvias intensas y los taludes se mantengan estables. Además, con una carpeta de rodadura adecuada, se reducirá el tiempo de viaje y el tiempo de vida útil de los vehículos aumentará.

En la parte nor-oriental del país, las conexiones viales se encuentran constantemente interrumpidas por deslizamientos y flujo de masa, así como desprendimiento de rocas. Por lo que las vías tienen que estar permanentemente en mantenimiento y limpieza. Esto permitirá que el flujo del tránsito sea continuo y los diferentes negocios no se vean afectados debido a la escasez de productos.

1.2 ANTECEDENTES

El tramo de la carretera Cállic-Luya está construido a nivel de afirmado, con una calzada de 6 m aproximadamente y la circulación de vehículos es menor a 320 veh/día; por lo que, se considera una trocha carrozable (Comunicaciones, 2018). El fenómeno de erosión es constante debido a las lluvias intensas entre los meses de enero a mayo. Esta característica obliga a que la carretera Cállic-Luya tenga muchos desniveles (baches) en la carpeta de rodadura, lo cual deteriora a los vehículos que transitan y disminuye la velocidad con la que circulan. Esta última es entre 20 y 30km/h. La orografía del terreno es de tipo 4, “terreno escarpado”, la cual tiene pendiente transversal al eje de la vía mayores a 100% y pendiente longitudinal entre 8% y 10% (Comunicaciones, 2018). La carretera Cállic-Luya constantemente se ve afectada debido a los climas extremo, lluvias intensas y épocas de calor intenso donde se reportan sequías.

Figura 1. Mapa de la carretera Cáclic-Luya. Fuente: (CESEL&GEA, 2015a)



El estado actual de la carretera representa un peligro para las personas que la usan. La vía, en varios sectores, presenta inestabilidad debido a que no existen muro de contención que confinen la calzada y eviten el agrietamiento de esta. El tramo más afectado y peligroso para transitar es el que se encuentra entre los Km 3+150 y Km 3+550, debido a la inestabilidad del talud y la calzada. Además, el sistema de drenaje de la carretera produce erosión de los taludes en muchos tramos de la vía, por lo que constantemente existe interrupción del tránsito.

Figura 2. Punto crítico de la carretera. Fuente: Google Earth



Adicionalmente, existen muchos tramos curvos que son muy angostos, el ancho de la calzada en esta parte no permite que dos vehículos ingresen simultáneamente. Es decir, no cumplen con el ancho mínimo permitido por la normativa peruana DG-2018. Esto es un problema debido a que vehículos de mayores dimensiones no pueden girar con facilidad en estos sectores.

Figura 3. *Giros angostos con taludes inestables. Fuente: Google Earth*

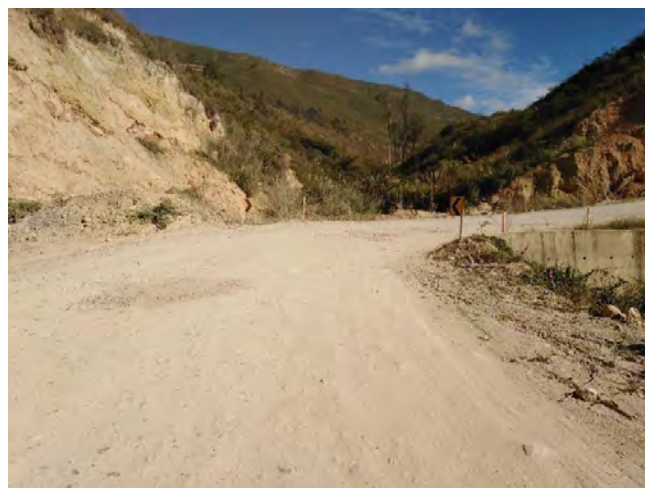


Existe un tramo de la carretera en la que los deslizamientos de rocas son permanentes a causa de la erosión del talud ocasionada por las lluvias que se producen durante todo el año. Estos deslizamientos se ubican entre el Km 4+100 y Km 4+150, esta parte representa un punto crítico del corredor, puesto que constantemente impide el tránsito.

Figura 4. *Punto crítico donde existen deslizamientos de roca constantes. Fuente: Propia*



Figura 5. *Punto crítico, tramo angosto de la carretera y talud inestable. Fuente: propia*



Otro punto crítico de la carretera es en el km 6+030, en donde se reduce el ancho de vía a 4.8m aproximadamente, por lo que conducir por esta parte es muy peligroso y podrían existir potenciales accidentes.

Figura 6. *Curva angosta con ancho inadecuado y derrumbes. Fuente: Propia.*



1.3 JUSTIFICACIÓN

Es importante realizar el diseño geométrico y construcción de esta vía porque, con el paso del tiempo, el deterioro de la carretera producirá mayor pérdida de tiempo a los usuarios e inseguridad. Los principales problemas de la vía son la inestabilidad de taludes, erosión de la carpeta de rodadura y tramos curvos inadecuados. Esto genera mayores probabilidades de ocurrencia de accidentes vehiculares. Además, el potencial turístico de la zona, al ser nombrada como “La Capital Arqueológica del Nor-orienté peruano”, exige tener redes viales adecuadas por donde los turistas se puedan movilizar con en el menor tiempo posible y mayor seguridad. Así mismo, las ciudades de la zona se verán beneficiadas al contar con una mejor infraestructura vial. Esta generará servicios adicionales, tales como transporte y comunicación, los cuales conllevarán a una mayor especialización, una competencia más intensa, economía de escala y acrecentamiento del tamaño efectivo del mercado laboral (Urrunaga & Aparicio, 2012).

Esta vía conecta a las ciudades de la provincia de Luya con zonas de gran intensidad comercial. Los pobladores pueden sacar sus productos hacia estas zonas. Los principales productos que generan son la papa, alfalfa y venta de cuyes. Además, los puntos críticos de la carretera han producido serias limitaciones en lo que respecta a las dimensiones de los vehículos que circulan por esta carretera. Solo pueden transitar vehículos menores a la configuración “C4”, el cual tiene una longitud máxima de 13.2m y una carga neta de 30 ton (SUTRAN, 2021).

Por otro lado, el diseño geométrico que se plantee puede aportar para el futuro proyecto de construcción de la carretera Cállic-Luya, ubicada en la región Amazonas, provincia de Luya. Del mismo modo, el uso de un software inteligente de diseño geométrico, brinda muchos beneficios al momento de evaluar la vía, ya que integra aspectos de la construcción que son importantes.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Elaborar un proyecto de diseño geométrico de carreteras para reducir el tiempo de viaje y mejorar la seguridad de la vía Cáclic-Luya, mediante el uso del software ISTRAM.

1.4.2 Objetivos específicos

- Mapear las zonas peligrosas de la carretera donde sea necesario la colocación de estructuras para estabilizar taludes y muros de contención
- Realizar el diseño geométrico de la carretera utilizando el “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018”
- Evaluar los resultados de movimientos de masas y seleccionar la mejor alternativa
- Diseñar la estructura del pavimento flexible y, también, la red de drenaje pluvial de la carretera
- Elaborar los planos de alineamiento vertical, horizontal y secciones transversales

1.5 ALCANCE Y LIMITACIONES

La presente tesis comprende el diseño de la geometría de la carretera, el diseño de las dimensiones del pavimento flexible y del sistema de drenaje, específicamente las cunetas. Para la realización de estos diseños se necesitará obtener la información topográfica del terreno. Esta última se obtiene mediante la utilización de softwares de navegación, tales como Google Earth y Global Mapper. Adicionalmente se hará el levantamiento con estación total de zonas donde sea necesario.

El estudio de tránsito de esta vía fue obtenido en la dirección regional de transporte y comunicaciones de la región de Amazonas. En base a esta información se realizará el diseño de la geometría y de la estructura del pavimento flexible.

El software donde se realizará la integración de estos tres diseños será ISTRAM, el cual es un programa de desarrollo inteligente. En este software se realizará el modelamiento de los sistemas de drenaje, colocación de la estructura del pavimento en todo el corredor y obtención de un diseño geométrico dinámico en base a la normativa peruana que tiene integrado este programa y verificado en el manual.

Este proyecto entregará los siguientes resultados:

- Planos del alineamiento vertical, horizontal y secciones transversales.
- Espesores del pavimento flexible a utilizar
- Curva masa del movimiento de tierras

1.6 METODOLOGÍA

La metodología engloba un conjunto de pasos que deben ser cumplidos rigurosamente para poder lograr el correcto desarrollo de la presente tesis. El primer paso consiste en realizar el estudio topográfico de la vía. Se establece la cuadrilla de un topógrafo y un ayudante para poder obtener los puntos de la vía donde sea necesario. Se necesita obtener la mayor cantidad de puntos topográficos para tener la mejor caracterización de la carretera. Solo se obtendrán los puntos que están sobre el corredor ya existente. Luego, mediante la utilización de mapas satelitales se obtiene el relieve del terreno. Esto último es importante porque es mejor conocer con mayor amplitud topográfica el terreno, ya que el software de diseño aprovecha toda esta información para tener un mejor modelamiento hidráulico, geométrico y del pavimento.

El segundo paso consiste en realizar la caracterización del relieve del terreno. Esto se efectúa mediante el reconocimiento del tipo de terreno que existe en la zona. Se usa la norma de diseño geométrico DG-2018. La caracterización es importante porque influye durante todo el proceso de diseño geométrico.

El tercer paso es la determinación del tránsito medio diario anual. Para poder obtener este valor, se realiza la medición de los vehículos que se movilizan por la carretera durante una semana. Se establecen dos puntos de toma de datos. El primero es en el punto de ingreso a la carretera, el cual es el Km 0+000. Se ubican dos personas quienes van a identificar el volumen del tránsito y los tipos de vehículos. El segundo punto de análisis es en el Km 13+000, donde también se miden los mismos parámetros que en el primer punto. Luego se realizan las estimaciones del tráfico para un año.

Adicionalmente, la dirección regional de transportes y comunicaciones de Amazonas, realiza mediciones del tráfico en las distintas carreteras, por lo que cuenta con una estimación del tráfico vehicular en la ruta de estudio. Por lo tanto, se cuenta con tres mediciones del tránsito. Se promediarán estos valores para conocer el IMDA.

El cuarto paso es determinar la celeridad de diseño. Con los pasos anteriores, se determinan los parámetros para determinar la velocidad de diseño. Además, se usa la norma de diseño geométrico DG-2018 para establecer la velocidad directriz.

El quinto paso consiste en configurar el software de diseño geométrico ISTRAM con los datos obtenidos hasta el momento. Se importan los puntos topográficos del corredor y el relieve obtenido de los mapas satelitales. Se configura el software con los parámetros que especifica la normativa. Se realiza el trazo de la vía. Se procede con el diseño de la geometría del alineamiento vertical, horizontal y secciones transversales de la carretera.

Es importante balancear adecuadamente el movimiento de masas mediante un diseño iterativo entre el alineamiento vertical y horizontal. Se debe lograr que el volumen de corte y relleno estén balanceados. Esto es fundamental realizar, ya que el siguiente paso es verificar si el balance de movimientos de tierra es el adecuado. Si el movimiento no está balanceado, se sigue iterando los alineamientos hasta lograr el balance más óptimo.

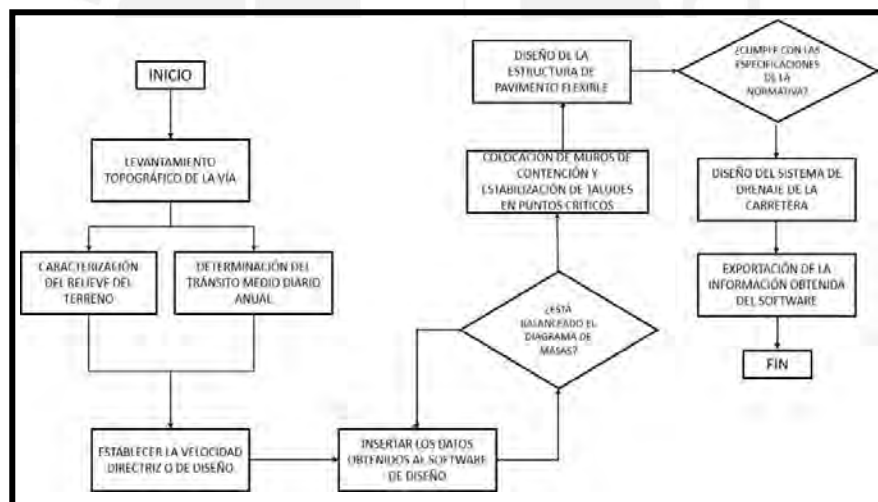
El séptimo paso consiste en realizar una inspección en la carretera para determinar las zonas críticas. Estos serán aquellos donde ocurra permanentes deslizamientos de roca o suelo durante épocas de lluvias, la carretera no tenga el ancho mínimo para que dos vehículos puedan cruzar una parte de la vía en forma simultánea, aquellas curvas que no son circulares o cuenten con espirales para una mejor transición. Además, se identifican los taludes que necesitan ser estabilizados.

El octavo paso es realizar el diseño del pavimento flexible de la vía siguiendo la metodología establecida por la AASHTO. Para determinar el parámetro ESAL se usarán tablas que se ha creado en el país de Chile.

El noveno paso consiste en verificar el diseño de la estructura del pavimento flexible usando la norma E.010, en la cual se establecen las dimensiones mínimas de las capas del pavimento flexible. Luego se introduce los valores obtenidos al software para establecer la estructura del pavimento.

El décimo paso consiste en elaborar diseño hidráulico de la carretera, específicamente de las cunetas. Los parámetros de diseño se introducen en el programa y, además, se identifican los sectores donde es necesario colocar los sistemas de drenaje.

Figura 7. Diagrama de metodología. Fuente: Propia



2 MARCO TEÓRICO

2.1 Diseño geométrico de la carretera

2.1.1 Parámetros generales para el diseño geométrico de una carretera.

El diseño geométrico de una vía es una de las etapas más importantes del proyecto integral. Puesto que se hace una proyección geométrica buscando 6 aspectos fundamentales en el desarrollo del diseño, los cuales son los siguientes: Seguridad, funcionalidad, comodidad, estética, economía y compatibilidad (Cárdenas Grisales, 2013). El diseño de la geometría de una vía abarca el perfil longitudinal, vertical y transversal. Además, se calculan en base a la normativa actual peruana, la cual es la DG-2018.

Para carreteras con orografía 2,3 o 4, el tránsito se vuelve peligroso cuando la vía es trocha carrozable, debido a que tiene un ancho de calzada de 4 m aproximadamente (Comunicaciones, 2018). En este tipo de vía, por lo general, no se cumple con las exigencias mínimas de las normas de carreteras. Así que un factor importante es el diseño de la geometría usando el manual de carreteras DG-2018. Además, el espacio reducido, la adaptación al entorno, funcionalidad y los criterios económicos son algunos de los factores que limitan el trazado del diseño (Bañón Luis y Beviá García, 2000b), por lo que también limita la velocidad de diseño. Es decir, si el trazado tiene una forma con muchas curvas, la velocidad de diseño será baja. En cambio, para trazos rectos, las velocidades de diseño son muy elevadas.

2.1.2 Velocidad de diseño de un tramo homogéneo (VTR)

Es la velocidad que se selecciona durante la etapa de diseño. Será la máxima velocidad que se alcanza con seguridad y comodidad, en un tramo de la carretera, cuando el entorno sea favorable (Comunicaciones, 2018). Además, esta velocidad es seleccionada por el proyectista teniendo en cuenta la seguridad de las personas que transitarán por la carretera. Adicionalmente, este parámetro básico de diseño es utilizado para hallar las características de los elementos geométricos, tales como longitud del tramo tangente, longitud de tramo curvo, identificar el tipo de carretera.

Según el Manual de diseño geométrico DG-2018 del ministerio de transportes y comunicaciones, para establecer la velocidad de diseño, se plantean dos criterios:

- Para una velocidad de diseño entre 20 y 50 km/h, la longitud mínima de un tramo de la carretera debe ser 3 kilómetros.
- Para una velocidad entre 60 km/h y 120 km/h, la longitud mínima debe ser 4 kilómetros.

2.1.3 Clasificación de una carretera.

2.1.3.1 Clasificación de una carretera.

Las carreteras en el Perú son de 6 tipos:

Tabla 1. *Clasificación de las carreteras Fuente: Adaptado de (Comunicaciones, 2018)*

Carretera	(IMDA) veh/día	Ancho mínimo del carril	Número carriles en la calzada	Accesos	Superficie de rodadura
Autopista de Primera Clase	Mayor a 6000	3.6m	2 a más	Control total de ingresos y salidas	Pavimento flexible

Autopista de Segunda Clase	Entre 4001 y 6000	3.6m	2 a más	Control parcial de entradas y salidas	Pavimento flexible
Carreteras de primera Clase	Entre 2001 y 4000	3.6m	2	Cruces a nivel	Pavimento flexible
Carreteras de segunda Clase	Entre 400 y 2000	3.3m	2	Cruces a nivel	Pavimento flexible
Carretera de Tercera Clase	Menores a 400	3m	2	Cruces a nivel	pavimento asfáltico
Trochas Carrozables	Menor a 200	-	-	Cruces a nivel	Afirmado

La clasificación por demanda tiene como parámetro principal el IMDA, que es medido en vehículos por día que transitan. Esta estimación de la demanda vehicular se define como la cantidad de vehículos que transitan por una parte de la carretera en un tiempo determinado (y Mayor & Cárdenas Grisales, 2007). Según Cárdenas (2007), el adecuado cálculo del volumen de demanda vehicular, su composición, distribución y evolución a lo largo de la vida útil de la vía es importante para poder calificar al tipo de vía.

2.1.3.2 Según su Orografía

La orografía de una carretera se define como la pendiente longitudinal y transversal al trazado de la carretera. Es un parámetro importante para poder determinar la velocidad de diseño de la carretera. Se determina en base a la topografía del terreno.

Según el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, la orografía se clasifica en 4 tipos:

Tabla 2. Clasificación por orografía. Fuente: Adaptado de (Comunicaciones, 2018)

Orografía	Características
Tipo I	Pendiente transversal al eje menor a 10% Pendiente Longitudinal al eje menor a 3%
Tipo II	Pendiente transversal al eje menor entre 11% y 50% Pendiente Longitudinal al eje entre 3% y 6%
Tipo III	Pendiente transversal al eje de la vía entre 51% y 100% Pendiente Longitudinal al eje entre 6% y 8%

Conociendo los parámetros de la demanda y orografía, se puede calcular la velocidad de diseño de la carretera usando la siguiente tabla del Manual de Diseño DG-2018:

Tabla 3. Rangos de la velocidad de diseño. Fuente: (Comunicaciones, 2018)

Tabla 204.01
Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)												
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130		
Autopista de primera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Autopista de segunda clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de primera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de segunda clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de tercera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													

2.1.3.3 Vehículo de diseño

El estudio vehicular es importante para poder realizar de forma correcta el diseño geométrico, puesto que estos son los que utilizarán la vía. Por lo que sus dimensiones y características deben ser establecidas para dimensionar el diseño de la carretera (Bañón Luis y Beviá García, 2000a). Este será tomado en base a la conformación del tráfico que utilizará la vía. Frecuentemente, los vehículos pesados condicionan las características del proyecto. Así que el vehículo de diseño debe ser un vehículo comercial rígido (Camiones y/o buses) (Comunicaciones, 2018).

2.2 Parámetro de diseño en planta: alineamiento horizontal

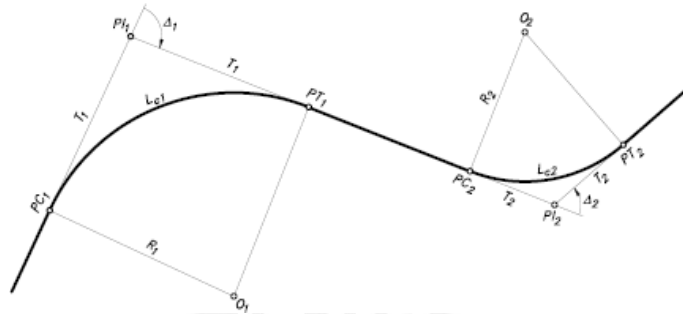
El alineamiento horizontal es la proyección horizontal de la carretera y la vista más importante de todas (Bañón Luis y Beviá García, 2000a). Además, debe ser proyectado tomando en cuenta la orografía del terreno para no tener pendientes longitudinales elevadas que no estén en el manual de diseño.

Los tramos tangentes o rectos de una vía son calculados en base a la velocidad de diseño o directriz. Existen dos formas de calcular la longitud mínima de un tramo tangente en la carretera y una forma para calcular la longitud máxima del tramo tangente.

- Alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario.

$$L_{\min "S"} = 1.39 V_d$$

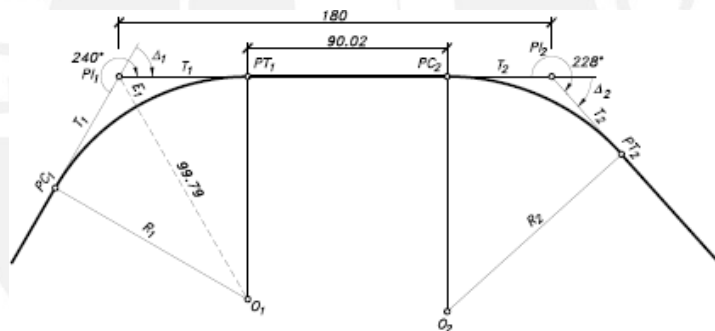
Figura 8. Tramo en "S". Fuente: (Cárdenas Grisales, 2013)



- Alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido.

$$L_{\min "O"} = 2.78 V_d$$

Figura 9. Tramo en "O". Fuente: (Cárdenas Grisales, 2013)



- La longitud máxima del tramo tangente.

$$L_{\max} = 16.7 V_d$$

Consideración: la velocidad directriz debe estar en unidad de Km/h

2.2.1 Curva circular simples

Las curvas horizontales son arcos de una circunferencia que tiene un solo radio en donde se juntan dos tramos tangentes o rectos consecutivos y conformando la proyección horizontal de las curvas reales (Cárdenas Grisales, 2013).

Las curvas circulares contienen diferentes elementos geométricos. Considerando un avance de izquierda a derecha, los elementos son los siguientes:

PI = Punto de intersección de las tangentes o vértices de la curva.

PC = Principio de curva: punto donde termina la tangente de entrada y empieza la curva.

PT = Principio de tangente: punto donde termina la curva y empieza la tangente de salida.

O = Centro de la curva circular.

Δ = Ángulo de deflexión de las tangentes: Ángulo de deflexión principal. Es igual al ángulo central subtendido por el arco PC-PT

R = Radio de la curva circular simple

T = Tangente o subtangente: Distancia desde el PI al PC o desde el PI al PT.

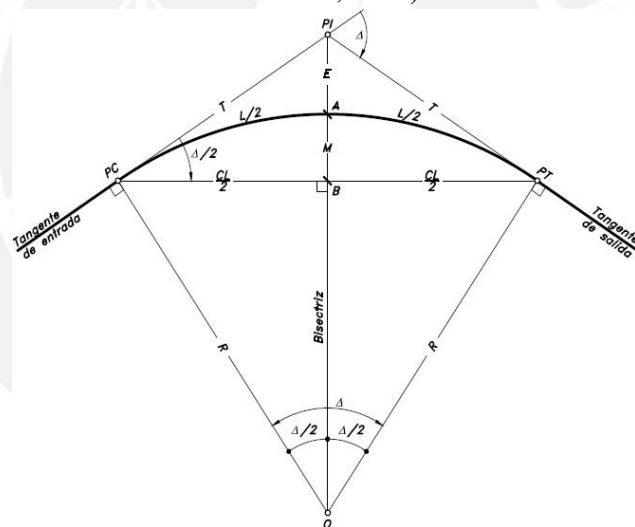
L = Longitud de curva circular: distancia desde el PC al PT a lo largo de arco circular, o de un polígono de cuerdas.

CL = Cuerda larga: distancia en línea recta desde el PC al PT.

E = Externa: distancia desde el PI al punto medio de la curva A.

M = Ordenada media: distancia desde el punto medio de la curva A al punto medio de la cuerda larga B.

Figura 10. Elementos geométricos de una curva circular simple. Fuente: (Cárdenas Grisales, 2013)



2.2.2 Distancia de visibilidad de parada.

Es aquella longitud de la carretera que es visible para el conductor que circula por la misma. (Cárdenas Grisales, 2013).

Esta distancia debe ser la adecuada para que los vehículos transiten con la velocidad directriz y realizar maniobras, si existe algún obstáculo en la carretera, hasta detenerse antes de impactar con el obstáculo.

En el cálculo de esta distancia se debe conocer el tramo recorrido durante el tiempo de percepción-reacción y el tramo recorrido durante el tiempo de frenado. La suma de estas distancias es el valor de la visibilidad de parada.

Según la AASHTO (1993) el tiempo de percepción-reacción que se percibe en los conductores es de **2.5 segundos** considerando que la velocidad del vehículo sigue un movimiento rectilíneo uniformemente variado.

Fórmula 1. *Cálculo de la distancia de percepción - reacción*

$$d_{pr} = \frac{V_o t_{pr}}{3.6}$$

V_o = Velocidad de diseño. (Km/h)

t_{pr} = Tiempo de percepción – reacción. (Se usará el valor de la AASHTO)

d_{pr} = Distancia percepción – reacción. (m)

Por otro lado, la longitud de frenado se calcula desde la aplicación de los frenos hasta que el vehículo se detiene por completo (Comunicaciones, 2018). El cálculo de este valor depende de tipo de ejes de vehículo, el peso neto, la fricción entre el pavimento y las llantas, y el tipo de pavimento. Aun así, se puede realizar el cálculo de este valor.

Fórmula 2. *Cálculo de la longitud de frenado*

$$D_f = \frac{V_o^2}{254f}$$

V_o = Velocidad de diseño (km/h)

f = Coeficiente de fricción del pavimento húmedo

D_f = Distancia de frenado (m)

La variable “f”, se conoce como el coeficiente de fricción del pavimento, el cual no es un valor constante. Pararealizar el cálculo se usa la tabla presentada por la AASHTO (1993).

Figura 11. *Coeficiente de fricción longitudinal. Fuente: (AASHTO, 1993)*

Design Speed (km/h)	Assumed Speed for Condition (km/h)	Brake Reaction		Coefficient of Friction ^a f	Breaking Distance on Level (m)	Stopping Sight Distance for Design (m)
		Time (s)	Distance (m)			
30	30-30	2.5	20.8-20.8	0.40	8.8-8.8	29.6-29.6
40	40-40	2.5	27.8-27.8	0.38	16.6-16.6	44.4-44.4
50	47-50	2.5	32.6-34.7	0.35	24.8-28.1	57.4-62.8
60	55-60	2.5	38.2-41.7	0.33	36.1-42.9	74.3-84.6
70	63-70	2.5	43.7-48.6	0.31	50.4-62.2	94.1-110.8
80	70-80	2.5	48.6-55.5	0.30	64.2-83.9	112.8-139.4
90	77-90	2.5	53.5-62.5	0.30	77.7-106.2	131.2-168.7
100	85-100	2.5	59.0-69.4	0.29	98.0-135.6	157.0-205.0
110	91-110	2.5	63.2-76.4	0.28	116.3-170.0	179.5-246.4
120	98-120	2.5	68.0-83.3	0.28	134.9-202.3	202.9-285.6

Adicionalmente, la pendiente de la vía influye en el cálculo de este valor y se presentan dos casos de análisis.

- Carretera en ascenso: La velocidad con la que transita en vehículo es menor que la velocidad de diseño, por lo que la longitud de visibilidad es corta.

Fórmula 3. *Longitud de visibilidad de parada en ascenso*

$$D_p = \frac{V_0 t_{pr}}{3.6} + \frac{V_0^2}{254(f + i)}$$

- Carretera en descenso: La velocidad con la que transita el vehículo es mayor que la velocidad de diseño, por lo que la distancia de visibilidad es larga.

Fórmula 4. *Longitud de visibilidad de parada en descenso*

$$D_p = \frac{V_0 t_{pr}}{3.6} + \frac{V_0^2}{254(f - i)}$$

Siendo "i" el valor de la pendiente longitudinal de la carretera. Además, podemos usar la siguiente tabla que brinda el Manual de Diseño DG-2018.

2.2.3 Distancia de visibilidad de adelantamiento.

En un tramo de vía con dos sentidos, existe la longitud de visibilidad de adelantamiento. Esto se produce cuando un conductor puede adelantar a otro que circula en el mismo carril con velocidad reducida, en condiciones de seguridad, sin peligro de interferir en el mismo carril con un tercer vehículo que está en sentido contrario (Cárdenas Grisales, 2013).

Para hallar la longitud de visibilidad de adelantamiento, solo debemos conocer la velocidad directriz, con ese valor ingresamos a la figura 205.03 y calculamos la longitud de visibilidad de parada, que está en función de la velocidad de diseño.

Adicionalmente, se debe tener en consideración las máximas distancias sin visibilidad de adelantamiento y el porcentaje de la vía con visibilidad adecuada.

2.2.4 Peraltes

El peralte se la inclinación en los tramos curvos de la carretera para que los vehículos puedan permanecer en la vía y no se produzcan accidentes.

Los peraltes son calculados en base a la velocidad de diseño, por lo que son valores experimentales que se obtienen en la "Tabla 302.02" del Manual de Diseño DG-2018.

Tabla 4. *Valores de peralte máximo longitudinales. Fuente: Adaptado de (Comunicaciones, 2018)*

Valores máximos de peraltes S_{max}		
12%	Área rural	Accidentado o escarpado
8%	Área rural	Plano, ondulado
6%	Área rural	Existe nieve o hielo
4%	Área urbana	Urbana

El desarrollo de la transición, de la parte tangente donde hay bombeo en la calzada a la parte curvada donde aparece el peralte, se inicia, según lo desarrollado por Cárdenas (2013), en el punto “B”, donde un carril mantiene su bombeo y el otro tiene un bombeo nulo, hasta que los dos carriles tengan el mismo peralte. Esto se produce en el punto “E”. Se muestra los siguientes esquemas de transición desarrollados por Cárdenas Grisales (2013).

Figura 12. *Transición de peralte en una curva. Fuente: (Cárdenas Grisales, 2013)*

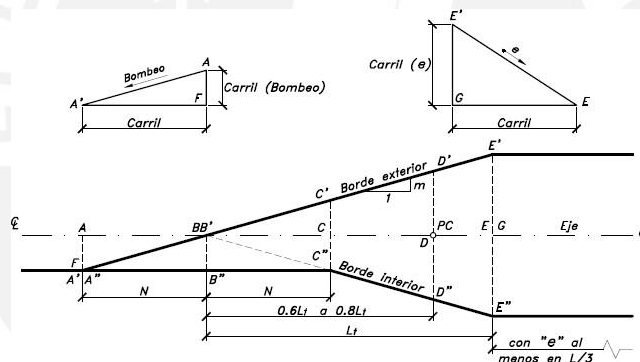
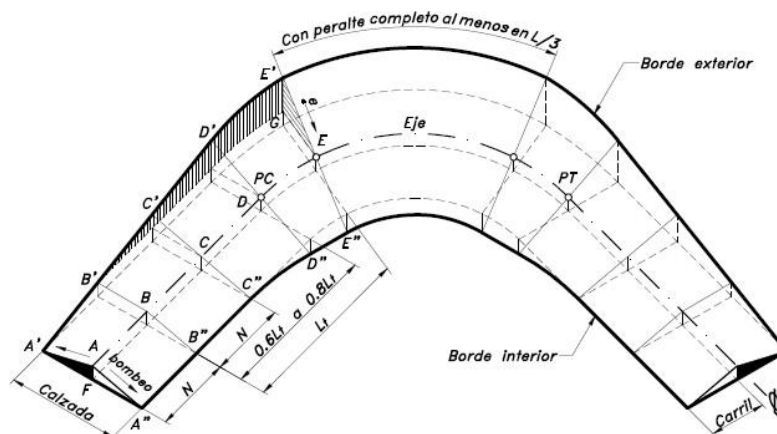


Figura 13. *Sección transversal y perfil de la transición del peralte. Fuente: (Cárdenas Grisales, 2013).*



2.2.5 Radio mínimo

Las curvas horizontales tienen radios que deben ser calculados por medio de la siguiente fórmula:

Fórmula 5. *Radio mínimo de giro*

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(f_{t\text{máx}} + S_{max})}$$

V_d = Velocidad de diseño

$f_{t\text{máx}}$ = Coeficiente de fricción transversal

S = peralte (en decimales)

Los valores de radio mínimo son utilizados como una primera aproximación en el diseño de la geometría de la vía. Luego, si no cumple con las demás especificaciones, se puede ir aumentando en lo que se crea conveniente.

El coeficiente de fricción transversal es calculado en la siguiente tabla del Manual de Diseño DG-2018.

Tabla 5. *Valores de fricción transversal máxima. Fuente: (Comunicaciones, 2018)*

Fricción transversal máxima en curvas	
Velocidad de diseño Km/h	$f_{máx}$
30 (ó menos)	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

2.2.6 Sobreancho

Se considera al ancho adicional en los tramos curvos de la carretera, se utiliza para remediar el mayor tamaño de los vehículos (Comunicaciones, 2018).

Fórmula 6. *Cálculo de sobreanchos*

$$S_a = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10 \sqrt{R}}$$

S_a = sobreancho (m)

R = radio de curvatura circular n = Número de carriles

L = distancia entre eje posterior y parte frontal del vehículo de diseño (m)

N= número de carriles

V= velocidad de diseño (km/h)

2.2.7 Espiral de Euler o Clotoide

Se usa cuando los vehículos tienen recorridos no circulares e invaden el carril contrario, con el potencial peligro de accidentes (Cárdenas Grisales, 2013) Por lo tanto, las curvas no circulares requieren tener espirales para que la transición de los vehículos se realice en su mismo carril. Las espirales tanto de entrada y como de salida en un tramo curvo deben ser de la misma longitud, es decir, simétricos.

La ecuación de la clotoide incluye al radio de la curva circular “R” y la longitud de la curva “L”

Fórmula 7. Ecuación de la clotoide

$$R * L = A^2$$

Siendo A^2 el parámetro de la espiral.

Según el manual de carreteras, existen tres criterios para calcular la longitud mínima de la espiral.

Criterio 1: Disminución de la aceleración de la fuerza centrífuga.

Fórmula 8. Parámetro de espiral

$$A_{min} = \sqrt{\frac{VR}{16.656J} * \left(\frac{V^2}{R} - 1.27 * p\right)}$$

V= Velocidad de diseño (km/h)

R= Radio de curvatura (m)

J= Variación uniforme de la aceleración (m^3/s)

P=Peralte correspondiente a V y R. (%)

La variación de la aceleración transversal, J, se calculará usando la tabla 302.09 de la norma de diseño DG-2018.

Tabla 6. Valores de “J”, para calcular el parámetro de espiral.
Fuente: (Comunicaciones, 2018).

Tabla 302.09
Variación de la aceleración transversal por unidad de tiempo

V (km/h)	V < 80	80 < V < 100	100 < V < 120	V > 120
J (m/s^3)	0.5	0.4	0.4	0.4
J _{máx} (m/s^3)	0.7	0.8	0.5	0.4

Criterio 2: Limitación de la variación por estética y guiado óptico.

Fórmula 9. Rango de valores del parámetro de espiral

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

Criterio 3: Por condición de desarrollo del peralte.

Fórmula 10. *Desarrollo de peralte*

$$L_{min} = \frac{a}{2} * p$$

$$ip_{max} = 1.8 - 0.01v$$

V= velocidad de diseño (km/h)

ip_{max} = (%)

a= ancho de calzada (m)

p= peralte de curva

Para carreteras de tercera clase, la longitud de espiral debe cumplir el siguiente rango:

Fórmula 11. *Rango de valores de longitud de espiral*

$$0.0178 \frac{v^3}{R} \leq L_{min} \leq (24R)^{0.5}$$

V= Velocidad de diseño (km/h)

R= Radio de diseño (m)

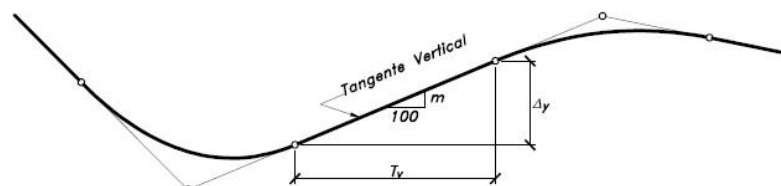
2.3 Parámetro de diseño en perfil vertical: alineamiento vertical.

El alineamiento vertical es una proyección del trazado real o espacial de la carretera. Esta proyección manifestará la distancia real del eje de la vía (Cárdenas Grisales, 2013). El alineamiento vertical y horizontal deben ser congruentes y estar balanceados. El diseño vertical de las curvas se realiza en función de 4 criterios importantes, los cuales son los siguientes: Drenaje, seguridad, comodidad, operación.

2.3.1 Tangentes verticales.

Las tangentes en un alineamiento vertical se distinguen por su pendiente y longitud, y están limitadas por dos curvas continuas (Cárdenas Grisales, 2013). Estos tramos están limitados por las condiciones de drenaje y el tránsito vial de camiones. Además, la pendiente positiva se considera cuando hay un aumento de cota, y negativa cuando la cota disminuye.

Figura 14. *Tangente vertical entre dos curvas circulares simétricas. Fuente: (Cárdenas Grisales, 2013)*



2.3.5 Longitud en pendiente

Según la norma peruana DG-2018, la longitud en pendiente es la que produce una disminución en la velocidad de operación de un camión. Por lo general, el descenso de velocidad no debe superar los 15 km/h en los vehículos pesado.

Se determina esta longitud de pendiente en función de la velocidad diseñada y la pendiente de subida que tiene la vía. Usamos la figura 303.01b de la norma peruana de diseño DG-2018, para realizar estos cálculos.

2.3.6 Curvas verticales

Es aquel elemento que enlaza dos tangentes verticales consecutivas (Cárdenas Grisales, 2013). Las curvas verticales más usadas son las simétricas, pero también existen casos donde es necesario aplicar curvas asimétricas debido a que la topografía del terreno no es favorable.

En base a la norma de diseño, los trayectos consecutivos tangentes serán conectados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 1% en vías pavimentadas.

Las curvas verticales parabólicas se definen por el parámetro de curvatura K , que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal (Comunicaciones, 2018).

Fórmula 12. *Parámetro de la curvatura*

$$K = \frac{L}{A}$$

K = Parámetro de curvatura

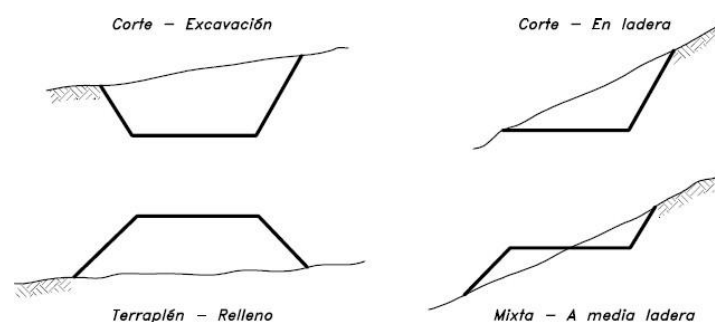
L = Longitud de la curva vertical

A = Valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes.

2.4 Parámetros de diseño en perfiles transversales: secciones transversales.

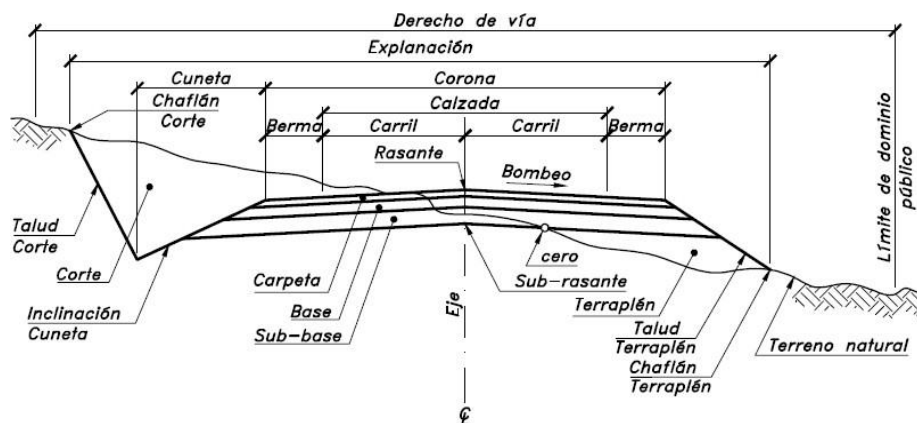
Consiste en la descripción de los elementos de la carretera en un plano de corte vertical perpendicular al alineamiento horizontal. Permite establecer la disposición y dimensiones de dichos elementos (Comunicaciones, 2018). Cárdenas Grisales (2013), establece secciones transversales típicas dependiendo del tipo de terreno y topografía

Figura 15. *Secciones transversales típicas. Fuente: (Cárdenas Grisales, 2013)*



La sección transversal está compuesta de una calzada, bermas, cuneta, derecho de vía, talud de corte, talud de relleno, bombeo, carpeta, base, subbase, subrasante.

Figura 16. *Elementos de una sección transversal.* Fuente: (Cárdenas Grisales, 2013)



2.4.1 Calzada

Parte de la plataforma destinada al tránsito vehicular. Está formada por los canales de tránsito y excluye hombrillos (bermas) y los canales auxiliares (Andueza, 1989).

Según la norma peruana DG-2018, la cantidad de carriles que tiene una calzada se fijará de acuerdo con la composición del tráfico. Es decir, en base al IMDA (Índice medio diario anual) y el nivel de servicio especificado.

2.4.2 Bermas

Según Cárdenas Grisales (2013), las bermas son fajas que optimizan el funcionamiento de una vía y su seguridad, ubicada entre los hombros de carretera y la orilla de la calzada. Además, confinan lateralmente la carretera, controlan los posibles problemas de erosión, por lo que controlan la humedad.

2.4.3 Bombeo

Son las pendientes transversales que existen en la calzada. El bombeo favorece al drenaje del agua y evita su acumulación en vía, lo cual puede generar accidentes vehiculares. Además, depende de la intensidad de precipitación o lluvia que existen en la zona donde se realizará el diseño y el tipo de material que se colocará como carpeta de rodadura.

2.4.4 Talud

Son superficies laterales inclinadas perfiladas según sea el caso de corte o relleno. Para el primer caso, el talud se perfila al borde de la cuneta y su inclinación dependerá de las propiedades mecánicas del suelo. Para el caso de relleno, el talud inicia al borde de la berma, puesto que no hay cuneta. Igualmente, la inclinación depende de las propiedades mecánicas del suelo. En términos generales, los taludes más comunes son: para corte 2 verticales por 1 horizontal, y paraterraplenes 2 verticales por 3 horizontales (Cárdenas Grisales, 2013).

2.5 Diseño del pavimento flexible

2.5.1 Definición de pavimento flexible

Es una estructura que se encarga de resistir y distribuir los esfuerzos que generan los vehículos. Está conformada por múltiples capas construida sobre la subrasante del camino (Ministerio de Transportes y Comunicaciones & Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2014). Las capas del pavimento son de espesor delgado en comparación con el largo y ancho. Además, es el encargado de transmitir adecuadamente las cargas a la subrasante.

En base al MTC& DGCF (2014), la estructura del pavimento flexible está compuesta por capas granulares, las cuales son la subbase y la base, y una capa de rodadura que puede ser de diferentes materiales, según se especifique en el proyecto. Sin embargo, el material más usado es el asfalto en caliente. El AASHTO (1993) agrega que, cuando el material de base no cumple con las especificaciones técnicas, se debe estabilizar esta capa, ya que es la primera que recibe las cargas de tránsito.

Figura 17. Estructura del pavimento flexible Fuente: Olcese 2021



2.5.2 Estudio del tránsito

Para Huang (2004), estudiar el tránsito es fundamental para realizar el diseño de la estructura del pavimento. Además, se debe considerar la magnitud y configuración de la carga como el número de repeticiones de carga que se producen cuando los vehículos están transitando por una vía. Determinado el flujo vehicular y, por consiguiente, las cargas, se puede obtener el ESAL (Carga por eje individual equivalente), el cual es un parámetro fundamental para efectuar el diseño de un pavimento en base a lo que establece AASHTO (1993).

2.5.3 Estudio de la mecánica de suelos y cantera

Conocer las propiedades físicas y químicas de los suelos y las canteras es fundamental para realizar el estudio y el diseño de pavimento. Interpretando adecuadamente los resultados de los estudios, podemos predecir el comportamiento del terreno cuando se aplica cargas de tránsito.

El estudio de las propiedades de la mecánica de suelos y cantera sirven para identificar la estratigrafía de un terreno, establecer el valor relativo de soporte CBR, humedad de los

suelos para realizar el proceso de compactación, índice de plasticidad, el nivel de desgaste del material granular, contenido de material deletéreo y más.

2.5.4 Subrasante

Según el MTC & DGC (2014) para especificar las propiedades mecánicas de los materiales de la subrasante se deben realizar exploraciones usando calicatas de 1.5 m de profundidad mínima. Para vías de tercera clase, las cuales tienen una demanda de tránsito menor a 400 vehículos por día, la profundidad de la calicata será de 1.5m debajo de la subrasante y se realizarán 2 calicatas como mínimo.

Además, el valor relativo de soporte (CBR) y el módulo de resiliencia se obtendrán cada 2 km como mínimo, un ensayo de ambos (MTC & DGCF, 2014).

Existen varias metodologías para calcular los valores de módulo de resiliencia (M_R). Estas se presentan en el siguiente tabla:

Tabla 8. *Valores de correlación entre CBR y M_R . Fuente: Olcese, 2021.*

Ecuación	Origen	Limitaciones
$M_R = (1500) * (CBR)$	Heukelom & Klomp (1962)	CBR < 10 Granulares finos no expansivos
$M_R = 1000 + (555) (R - Value)$	1993 AASHTO Guide	R < 20 Granulares finos no expansivos
$R - Value = (1500(CBR) - 1155)/555$	HDOT	CBR < 8 Granulares finos no expansivos
$M_R = 2555 CBR^{0.64}$	AASHTO 2015 Design Guide	Se aplica para una amplia gama de valores

2.5.5 Subbase granular

La subbase de una estructura de pavimento es la capa que impide que los materiales finos que pertenecen a la subrasante asciendan por capilaridad hacia la base. Esto producirá que la base se deteriore rápidamente y dañe la carpeta de rodadura. Además, filtra el agua hacia el exterior de la estructura del pavimento, puesto que esto también produce daños a la base superficial. La subbase transfiere las cargas que se producen hacia la subrasante.

El Ministerio de Vivienda (2010) establece la granulometría mínima que debe cumplir esta capa.

Tabla 9. *Granulometría de los materiales de subbase. Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2010)*

Tamiz	Porcentaje que pasa en Peso			
	Gradación A*	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 - 95	100	100

9.5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm (N°4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2.00mm (N°10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
4.25 µm (N°40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 µm (N°200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

La granulometría de gradación A* Solo se utiliza cuando el proyecto es a una altura mayor a los 3000 msnm.

Además, esta capa debe cumplir los requisitos de calidad que establece el Ministerio de Vivienda (2010)

Tabla 10. *Requisitos de calidad de subbase granular. Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2010)*

ENSAYO	NORMA	Requerimiento	
		<3000 msnm	>3000 msnm
Abrasión Los Ángeles	NTP 400.019:2002	50% máximo	
CBR de laboratorio	NTP 339.145:1999	40 % mínimo	
Límite Líquido	NTP 339.129:1999	25% máximo	
Índice de Plasticidad	NTP 339.129:1999	6% máximo	4 % máximo
Equivalente de Arena	NTP 339.146:2000	25% mínimo	35% mínimo
Sales Solubles Totales	NTP 339.152:2002	1% máximo	

2.5.6 Base

Es la capa que resiste la carpeta de rodadura y transmite las cargas vehiculares a las capas inferiores (subbase y subrasante). Los materiales que pueden constituir la base son: piedra chancada, natura o escorias y un determinado porcentaje de finos. Además, la base contiene materiales de mejores calidades, en comparación a las capas inferiores.

El Ministerio de Vivienda (2010) , establece la granulometría que deben tener las bases para un correcto diseño.

Tabla 11. *Granulometría de los materiales de subbase. Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2010)*

Tamiz	Porcentaje que pasa en Peso			
	Gradación A*	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	----	----
25 mm (1")	---	75 - 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm (N°4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2.00mm (N°10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
4.25 µm (N°40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 µm (N°200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

La gradación A se utiliza cuando la zona del proyecto es mayor a los 3000 msnm.

La base granular que integra el pavimento tiene determinados estándares de calidad. Estos criterios se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 12. *Requerimientos del agregado grueso. Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2010)*

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		Altitud	
		< 3000 msnm	>3000msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E210-2000	80% mínimo	
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E210-2000	40% mínimo	50% mínimo
Abrasión Los Angeles	NTP 400.019:2002	40% máximo	
Sales Solubles	NTP 339.152:2002	0.5% máximo	
Pérdida con Sulfato de Sodio	NTP 400.016:1999	---	12%
Pérdida con Sulfato de Magnesio	NTP 400.016:1999	---	18%

Tabla 13. *Requerimiento del agregado fino. Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2010)*

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		Altitud	
		<3000 msnm	> 3000 msnm
Índice Plasticidad	NTP 339.129.1999	4% máximo	2% máximo
Equivalente de Arena	NTP 339.146:2000	35% mínimo	45% mínimo
Sales solubles	NTP 339.152.2002	0.5% Máximo	
Índice de durabilidad	MTC E214-2000	35 % Mínimo	

2.5.7 Estudio de tráfico

Diseñar el pavimento de la vía, implica que la demanda del tráfico es una parte importante que los responsables necesitan dominar con precisión, para diseñar y planificar muchos aspectos de la vialidad (Ministerio de Transportes y Comunicaciones & Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2014).

El estudio del tráfico necesita identificar las tipologías de vehículos que transitan por la vía que se quiere pavimentar. Estos deberán ser clasificados en base al reglamento nacional de vehículos, en el cual están los valores de los pesos y medidas, así como la cantidad de ejes que tiene un vehículo específico.

El EALF (Equivalent Axle Load Factor) se utiliza en el estudio del tráfico. Se define como el daño que se produce en el pavimento a causa de las cargas vehiculares. Con esto se refiere a identificar la tipología de vehículos para establecer las cargas que se producen en los ejes, ya sea simple, tándem o tridem, los cuales producirán daño al pavimento. La cantidad de reproducciones de los ejes equivalentes (EALF) producen el ESAL (Carga por eje individual equivalente), el cual será usado para diseñar los pavimentos en base a la metodología AASHTO (1993).

2.5.8 Índice medio diario Anual (IMDA)

El IMDA registra el tráfico de los distintos tipos de movilidades que recorren por una vía, específicamente en un año. Se determina el volumen de vehículos que circulan y clasifica en función del reglamento nacional de vehículos del Perú.

Sin embargo, la medición del volumen de tráfico no se realiza durante un año, sino durante una semana, y luego mediante factor de correlación que estima el comportamiento en el futuro de la vía, se calcula el IMDA.

Fórmula 13. *Cálculo del índice medio diario anual*

$$\text{IMDA} = \text{IMDSemanal} * \text{FC}$$

IMDS = Índice medio diario semanal

FC = Factor de correlación

2.5.9 Tasa de Crecimiento Anual

La tasa de crecimiento anual se relaciona con el desarrollo social y económico de una determinada zona. El desarrollo social, el incremento de las personas en un sector específico, determinan la tasa de crecimiento para los vehículos livianos. Por otro lado, el desarrollo económico se correlaciona con el crecimiento de vehículos pesados. Según el MTC (2014), las tasas de crecimiento varían entre 2% y 6%

Fórmula 14. *Tasa de crecimiento anual*

$$T_n = T_o (1 + r)^{n-1}$$

T_n = Tránsito proyectado al año en $\frac{\text{veh}}{\text{día}}$

T_o = Tránsito actual (año base) en $\frac{\text{veh}}{\text{día}}$

n = Número de años del periodo de diseño

r = tasa anual de crecimiento

2.5.10 Factor de carga equivalente por eje.

Se define como el daño que causan las cargas vehiculares al pavimento. La carga que ejercen los vehículos sobre la carpeta de rodadura se tiene que estandarizar a la carga estándar de diseño, el cual es un eje simple de 18 000 libras (8.2 ton).

El factor de carga equivalente es el número de pasadas del eje estándar de diseño (8.2 Ton). La suma de estas pasadas es el ESAL (Equivalent Single Axle Load)

Los vehículos tienen diferentes tipos de ejes. Estos pueden ser eje simple, tándem y tridem. Los cuales producen diferente tipo de presión sobre la carpeta de rodadura. Además, existen factores distintos para cada tipo de eje. Estos últimos se encuentran en la AASHTO (1986).

Fórmula 15. *Factor de carga equivalente*

$$\log\left(\frac{W_{Lx}}{W_{t18}}\right) = 4.79 \log(18 + 1) - 4.79 \log(L_x + L_2) + 4.331 \log L_2 + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}}$$

$$G_t = \log\left(\frac{4.2 - p_t}{4.2 - 1.5}\right)$$

$$\beta_x = 0.4 + \frac{0.081(L_x + L_2)^{3.23}}{(SN + 1)^{5.19} L_2^{3.23}}$$

$$EALF = \frac{W_{t18}}{W_{Lx}}$$

W_{Lx} = número de cargas de un eje determinado aplicadas en el tiempo t.

W_{t18} = Número de cargas del eje de 8.2 ton (18 kip) aplicadas en el tiempo t.

L_x = Carga del eje simple determinado

L_2 = Código del tipo de eje, 1 para simple, 2 para tandem, 3 para tridem

p_t = servicio terminal

SN = Coeficiente estructural

2.5.11 **tráfico de diseño**

Para conocer el tráfico de diseño ESAL, lo cual es la cantidad de repeticiones del eje de 8.2 ton en una vía, se debe conocer los siguientes parámetros de diseño:

Y = Periodo de diseño.

D = factor de distribución direccional (1 para un sentido, 0.5 para dos sentidos)

G = Tasa de crecimiento

ADT_0 = Tráfico diario promedio al inicio del periodo de diseño

T = Porcentaje de camiones en ADT

T_f = Factor camión

Existen dos modos de calcular el ESAL.

El primer caso es cuando se estima o se cuenta el tráfico sin diferenciar los tipos de vehículos. Además, es necesario tener una base de datos acerca del tránsito. Sin embargo, en el Perú no hay una amplia base de datos de tránsito, por lo que es usual utilizar “la distribución de camiones para diferentes clases de vías en Chile, Gráfico 7A1”

Fórmula 16. *Cálculo del ADT*

$$ESAL = (ADT)_0 \text{ medido o estimado} (T)(T_f)(G)(D)(L)(365)(Y)$$

El segundo caso es cuando se calcula el volumen de tráfico diferenciando los tipos de vehículos de acuerdo al reglamento nacional de vehículos.

Fórmula 17. *Cálculo del ESAL*

$$ESAL = (ADT)_0(G)(D)(L)(365)(Y)$$

La tasa de crecimiento total se calcula en base a lo planeado por el AI (Asphalt Institute, 1981).

Fórmula 18. *Factor de crecimiento total*

$$Factor\ de\ crecimiento\ total = (G)(Y) = \frac{(1 + r)^Y - 1}{r}$$

G = Tasa de crecimiento

r = razón de crecimiento anual del tráfico

Y = periodo de diseño en años

2.6 Diseño del sistema de drenaje

2.6.1 Drenaje longitudinal de la carretera

Las carreteras deben evitar acumulaciones de agua debido a que daña la estructura de la calzada y es peligroso durante el tránsito vehicular. De esta manera la carpeta de rodadura queda libre de charcos de agua y se evita el fenómeno de “aquaplaning”. El cual consiste en que las ruedas de los vehículos pierden contacto con la superficie de rodadura, por lo que no pueden seguir controlando el vehículo y se puede producir accidentes. Por lo general, el flujo debe escurrir sobre cuentas, ya sean de terreno natural o revestidas.

2.6.2 Función del Bombeo y Peralte

El agua sobre la calzada se elimina por medio del bombeo en los tramos tangentes y peralte en los tramos curvos. Esto produce que el flujo discurra hacia las cunetas de la carretera. El bombeo mínimo de la carretera está determinado en la norma de diseño DG-2018.

2.6.3 Velocidad máxima del agua

La velocidad máxima del flujo de agua no debe producir erosión en el suelo por donde recorre o en la cuneta revestida de concreto. Debe presentar una rapidez que produzca una autolimpieza del sistema de drenaje longitudinal.

Tabla 14. *Celeridades máximas admisibles del agua en los suelos.*

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008)

TIPO DE SUPERFICIE	MÁXIMA VELOCIDAD ADMISIBLE (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 - 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 - 0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 - 1.20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 - 1.50
Hierba	1.20 - 1.80

Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40 – 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 – 4.50*
Concreto	4.50 – 6.00*

*Para flujos de muy corta duración

2.6.4 Cunetas

Las cunetas son zanjas que se construyen paralela a la dirección de la vía. Puede ser proyectada en un lado o en ambos de la vía y es obligatorio colocar cunetas debajo de los taludes de corte. Además, el flujo es transportado hacia espacios donde no afecte a la carretera o dueños de los terrenos.

Las dimensiones que se proyectan se basan en los datos pluviométricos de la zona donde se va a realizar el proyecto.

Tabla 15. Dimensiones mínimas de cunetas. Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008)

REGIÓN	PROFUNDIDAD	Ancho
	(m)	(m)
Seca (<400mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (400<1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy Lluviosa (1600mm hasta 3000mm)	0.30*	1.20

*Sección trapezoidal, ancho mínimo de 0.3m

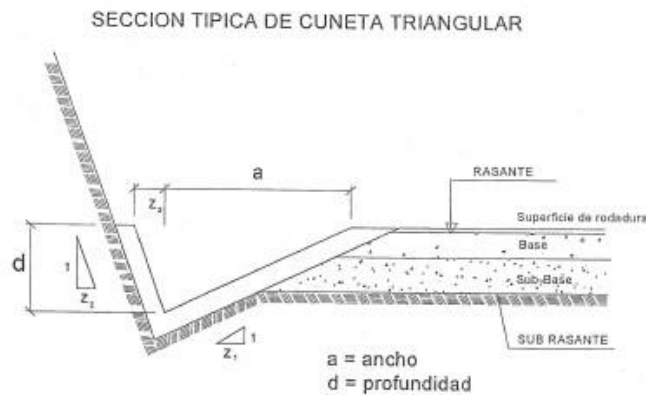
Las secciones más comunes de cuentas son triangular, rectangular y trapezoidal. El más utilizado en carreteras es la de sección triangular, en el cual, se mide la profundidad desde la rasante del borde de la carretera hasta el vértice inferior, y el largo es medido desde el borde de la rasante de la carretera hasta la vertical que pasa por otro vértice.

Tabla 16. Inclinaciones máximas del Talud (V:H) interior de la cuneta. Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones & Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2014)

VD (Km/h)	I.M.D.A (VHE /DÍA)	
	<750	>750
<70	1:02	(*)
	1:03	
>70	1:03	1:04

(*) Solo en casos muy especiales

Figura 18. *Sección típica de cuneta triangular. Fuente: (MTC & DGCF, 2014)*



Para realizar el diseño hidráulico utilizaremos la ecuación de Manning:

Fórmula 19. *Ecuación de Manning*

$$Q = VxA = \frac{(A R_h^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}})}{n}$$

Q= Caudal(m³/s)

V= Velocidad media(m/s)

A= Área de la sección(m²)

P= Perímetro mojado(m)

$R_h = \frac{A}{P}$ radio hidráulico (m) (Área de la sección entre el perímetro mojado)

S= Pendiente del fondo(m/m)

n= Coeficiente de rugosidad de Manning

$K = \frac{1}{n}$ Coeficiente de Strickler

Tabla 17. *Valores del coeficiente de Strickler para tipos de cunetas. Fuente:(MTC & DGCF, 2014)*

CUNETAS EXCAVADAS EN EL TERRENO	K = 33
CUNETAS EN ROCA	K = 25
CUNETAS DE CONCRETO	K = 67

2.6.5 Alcantarillas

Son estructuras con dimensión menor a 6.0 metros. Su principal función es evacuar los flujos de agua que se producen en el terreno natural o de forma artificial, como en las cunetas, y que atraviesan la vía. El alineamiento y pendiente de la estructura son parámetros importantes en el diseño porque garantizan el adecuado flujo para evitar la erosión y transporte desedimentos que puedan obstruir el sistema de drenaje.

Las formas comunes de las alcantarillas son tipo marco de concreto, sección rectangularo cuadrada, tuberías metálicas corrugadas, tuberías de concreto y tuberías de polietileno de alta densidad (MTC & DGCF, 2014).

El cálculo hidráulico de las dimensiones mínimas de las alcantarillas se realiza con la fórmula de Robert Manning, la cual permite calcular la velocidad y caudal.

Fórmula 20. *Cálculo hidráulico de alcantarilla*

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$Q = V * A$$

Q= Caudal(m³/s)

V= Velocidad media de flujo (m/s)

A= Área de la sección hidráulica (m²)

P=Perímetro mojado (m)

R= Radio hidráulico (m)

S= Pendiente de fondo (m/m)

n= Coeficiente de Manning

Los conductos que se diseñarán son revestidos, por lo que la norma de hidrología, hidráulica y drenaje del ministerio de transporte y comunicaciones establece las celeridades máximas admisibles (m/s).

Tabla 18. *Tipos de revestimiento. Fuente: (MTC & DGCF, 2014)*

TIPO DE REVESTIMIENTO	VELOCIDAD (m/s)
Concreto	3.0 – 6.0
Ladrillo con concreto	2.5 – 3.5
Mampostería de piedra y concreto	2.0

3 CASO DE ESTUDIO: CARRETERA CÁCLIC – LUYA

3.1 Clasificación por demanda

El estudio de tráfico obtuvo la distribución de vehículos que circulan por la carretera en estudio. Se han obtenido los valores del tránsito en la actualidad. La distribución detallada se observa en el siguiente cuadro:

Tabla 19. *Estudio del tránsito. Fuente: (CESEL&GEA, 2015a)*

	Sentido Cáclic – Luya	Sentido Luya – Cáclic	Ambos
Vehículos Livianos	132	133	265
Vehículos Pesados	23	23	46
IMDA (Veh/día)	155	156	311

La composición vehicular que existe en la carretera se distribuye de la siguiente forma:

Tabla 20. *Índice Medio Diario Anual. Fuente: (CESEL&GEA, 2015a)*

Tipo de Vehículo	Conteo (veh/día)	%
Vehículos ligeros (Auto + SW + Camionetas)	162	52.2
Micro	103	33.1
Ómnibus (B2 + B3)	6	1.9
Camión (C2 +C3)	38	12.2
Semitraylers	2	0.6
IMDA (Veh/día)	311	100

De los valores presentados (Estación de conteo Cáclic), se establece que el tráfico (2018) para el tramo Cáclic-Luya es de 311 vehículos por día, es menor a 400 vehículos por día, por lo que se considera, en base al manual DG-2018 (Comunicaciones, 2018), que es una vía de **tercera clase**. Sin embargo, con el estudio de la proyección de tránsito a 20 años, se establece que la carretera será de segunda clase. Por lo tanto, se realizará un diseño para esta.

Tabla 21. *Clasificación de las carreteras. Fuente: Adaptación (Comunicaciones, 2018)*

Autopista de Primera Clase	IMDA > 6000 veh/día, control total de accesos, separador central mínimo de 6m, ancho mínimo de carril 3.6m
Autopista de Segunda Clase	4001 ≤ IMDA ≤ 6000 veh/día, control parcial de accesos, separador central de 1m a 6m, ancho mínimo de carril 3.6m
Carretera de Primera Clase	2001 ≤ IMDA ≤ 4000 veh/día, calzada de 2 carriles de 3.6m de ancho mínimo.
Carretera de Segunda Clase	400 ≤ IMDA ≤ 2000 veh/día, calzada de 2 carriles de 3.3m de ancho mínimo
Carretera de Tercera Clase	IMDA < 400 veh/día, calzada de 2 carriles de 3.00m de ancho mínimo
Trochas Carrozables	IMDA < 200 veh/día, ancho mínimo de calzada de 4.00m

3.2 Clasificación por Orografía

Del recorrido de campo, se ha establecido que la trocha carrozable presenta orografías de tipo II,III y IV.

Tabla 22. Orografía de las carreteras. Fuente:(Comunicaciones, 2018)

Terreno Plano (Tipo 1)	Pendiente transversal entre 0% y 10%
Terreno Ondulado (Tipo 2)	Pendiente transversal entre 11% y 50%
Terreno accidentado (Tipo 3)	Pendiente transversal entre 51% y 100%
Terreno escarpado (Tipo 4)	Pendiente transversal > 100%

Los distintos tipos de orografía en la carretera son:

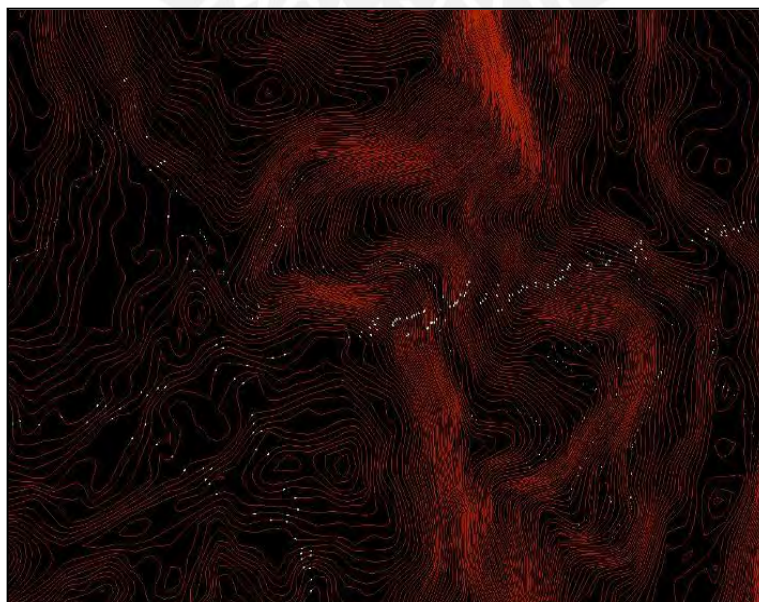
Tabla 23. Distribución de los tipos de orografía en la carretera. Fuente:(CESEL&GEA, 2015a)

Sector	Kilometraje	Tipo de Orografía
Cáclie – Dv. Lonya Chico	0+000 – 7+500	4
Dv. Lonya Chico – Km 11+600	7+500 – 11+600	3
Km 11+600 – Final del tramo	11+600 – 17+061	2

Con todos los datos obtenidos, se va a determinar la celeridad directriz. La cual se obtiene de la normativa de diseño DG-2018, exactamente de la Tabla 204.01.

El alcance de esta tesis no es realizar un levantamiento topográfico de la zona del proyecto. Debido a ello, se utiliza softwares de modelamiento de superficie (Curvas de nivel) tales como Global Mapper y Google Earth.

Figura 19. Mapa topográfico del proyecto. Fuente: Google Earth y Global Mapper



3.3 Velocidad directriz

Tabla 24. *Velocidades de Diseño. Fuente: (Comunicaciones, 2018)*

Tabla 204.01
Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)												
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130		
Autopista de primera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Autopista de segunda clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de primera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de segunda clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de tercera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													

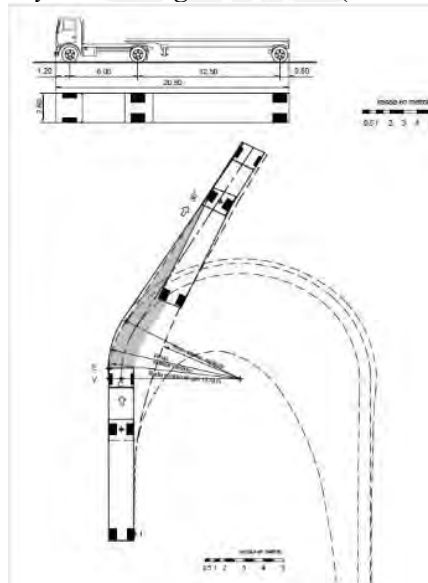
La velocidad con la que se diseña la carretera será de **40 km/h**. Esta celeridad es con la que los vehículos transitarán de forma segura por la vía.

3.4 Vehículo de diseño.

Será el “semirremolque simple” **T2S1** establecido en la normativa de diseño y en el reglamento nacional de vehículos. Además, el manual de diseño geométrico DG-2018, muestra la figura 202.12. La cual es el giromínimo para el semirremolque simple y trayectoria 180°.

El Giro del vehículo de diseño es el siguiente:

Figura 20. *Trayectoria de giro. Fuente: (Comunicaciones, 2018)*



Se debe verificar la trayectoria de giro en la curva con menor radio. De esta forma, se puede verificar si se invade el otro carril para colocar sobrecanchos.

Figura 21. *Envolvente del vehículo a diseñar. Fuente: Istram*

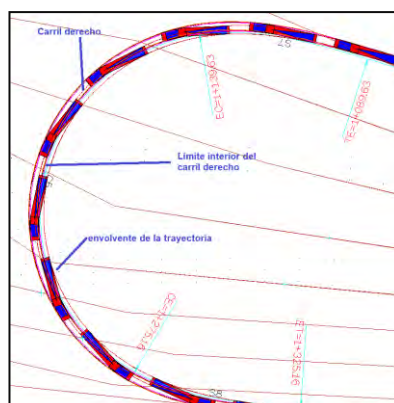


Tabla 25. *Angulo de la trayectoria del vehículo a diseñar. Fuente: (Comunicaciones, 2018)*

Ángulo trayectoria	R. máx. Exterior Vehículo (E)	R. mín. Interior Vehículo (I)	Ángulo máximo dirección	Ángulo máximo articulación
30°	14.08 m	8.73 m	17.6°	15.1°
60°	14.20 m	6.89 m	23.2°	29.23°
90°	14.24 m	5.41 m	25.0°	41.1°
120°	14.26 m	4.19 m	25.7°	50.8°
150°	14.26 m	3.14 m	25.9°	58.5°
180°	14.27 m	2.22 m	25.9°	65.4°

3.5 Sección Transversal Típica

3.5.1 Calzada

Según la norma peruana DG-2018 (Comunicaciones, 2018). En una vía de segunda clase con orografía tipo IV y velocidad de diseño de 40 km/h. La tabla 304.01 establece que el ancho mínimo de calzada en tramo tangente es de 6.60 m.

Tabla 26. *Ancho mínimo de calzada en tramo recto. Fuente: (Comunicaciones, 2018)*

Tabla 304.01
Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6,000				6,000 - 4,001				4,000-2,001				2,000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30km/h																				5.00 6.00
40 km/h																	6.60	6.60	6.60	6.60
50 km/h									7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60
70 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20			6.60	6.60		
90 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20			7.20				6.60	6.60		
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20							
110 km/h	7.20	7.20			7.20															
120 km/h	7.20	7.20			7.20															
130 km/h	7.20																			

Notas:

- a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
 b) En carreteras de Tercera Clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 500 m, con el correspondiente sustento técnico y económico

3.5.2 Ancho de Bermas

La norma peruana DG-2018, en la tabla 304.02, establece que una carretera de segunda clase con un IMDA > 400 veh/día, una orografía tipo IV y velocidad de diseño de 40 km/h, el ancho de berma será de 1.2 m

Tabla 27. *Ancho de Bermas. Fuente: (Comunicaciones, 2018)*

Tabla 304.02
Ancho de bermas

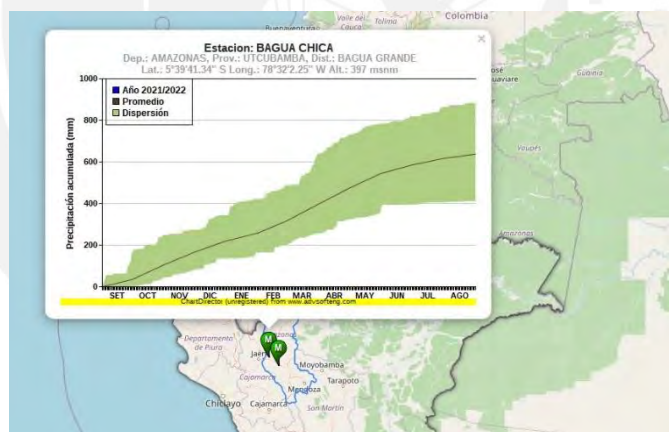
Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																				
40 km/h																	1,20	1,20	0,90	0,50
50 km/h																	1,20	1,20	0,90	0,50
60 km/h																	1,20	1,20	1,20	1,20
70 km/h																	1,20	1,20		
80 km/h																	1,20	1,20		
90 km/h																	1,20	1,20		
100 km/h																				
110 km/h																				
120 km/h																				
130 km/h																				

Notas:
a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
b) Los anchos indicados en la tabla son para la berma lateral izquierda es de 1,50 m para Autopistas de Primera Clase y 1,20 m para Autopistas de Segunda Clase
c) Para carreteras de Primera, Segunda y Tercera Clase, en casos excepcionales y con la debida justificación técnica, la Entidad Contratante podrá aprobar anchos de bermas menores a los establecidos en la presente tabla, en tal caso, se prevén áreas de estacionamiento de los glaciadores a cada lado de la carretera, destinados al estacionamiento de vehículos en caso de emergencias, de acuerdo a lo previsto en el [Límite III.1.2](#), debiendo reportar al órgano normativo del RITC.

3.5.3 Bombeo

El nivel de precipitación en la zona del proyecto es mayor a 500 mm/año para la temporada 2021-2022. Esto es establecido por el SENAMHI.

Figura 22. *Estación Bagua Chica medición de precipitaciones. Fuente: (CESEL&GEA, 2015a)*



En base a la tabla 304.03, el bombeo para un tipo de superficie de pavimento asfáltico y precipitación mayor a los 500 mm/año es de 2.5%. Este bombeo se aplicará a superficies denominadas dos aguas y bombeo de una sola agua.

Tabla 28. *Bombeo de la calzada. Fuente: (Comunicaciones, 2018)*

Tabla 304.03
Valores del bombeo de la calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

3.5.4 Derecho de vía

La norma peruana DG-2018 establece la Tabla 304.09 para determinar el derecho de vía. Para una carretera de segunda clase, el ancho mínimo es de 20 m.

Tabla 29. *Derecho de vía. Fuente: (Comunicaciones, 2018)*

Tabla 304.09
Anchos mínimos de Derecho de Vía

Clasificación	Anchos mínimos (m)
Autopistas Primera Clase	40
Autopistas Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25
Carretera Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

3.5.5 Taludes

Los taludes serán establecidos por los especialistas de geología y geotecnia. No obstante, la norma DG-2018, en la Tabla 304.10 propone valores para los taludes de corte, y en la Tabla 304.11 establece taludes referenciales en zonas de relleno. El material de los taludes es de arcilla a arenas. La relación será 1:1. Para rellenos, la relación será de 1:1.5 hasta 1:1.75

Tabla 30. *Talud de corte. Fuente: (Comunicaciones, 2018)*

Tabla 304.10
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.

Tabla 31. *Taludes de relleno. Fuente: (Comunicaciones, 2018)*

Tabla 304.11
Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes)

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

3.6 Alternativas de diseño geométrico en planta y perfil

3.6.1 ALTERNATIVA 1

3.6.1.1 Radio mínimo alternativa 1

Para calcular este radio debemos conocer las siguientes variables:

Velocidad de diseño: 40 km/h

Fricción transversal máxima en curvas: 0.17 (Tabla 302.03)

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(f_{\text{tmáx}} + S_{\text{máx}})} \quad R_{\min} = \frac{40^2}{127(0.17 + 0.12)} = 43.44 \text{ m} \approx 45 \text{ m}$$

Peralte máximo para el tipo de orografía: 12% (0.12)

Tabla 32. *Fricción Transversal en curvas. Fuente: (Comunicaciones, 2018)*

Tabla 302.03

Fricción transversal máxima en curvas

Velocidad de diseño Km/h	$f_{\text{máx}}$
30 (ó menos)	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

3.6.1.2 Distancia de visibilidad de parada

Esta distancia se establece en la norma de diseño geométrico DG-2018, en la Tabla 205.01-A.

Tabla 33. *Distancia de visibilidad de parada. Fuente: (Comunicaciones, 2018)*

Tabla 205.01 -A

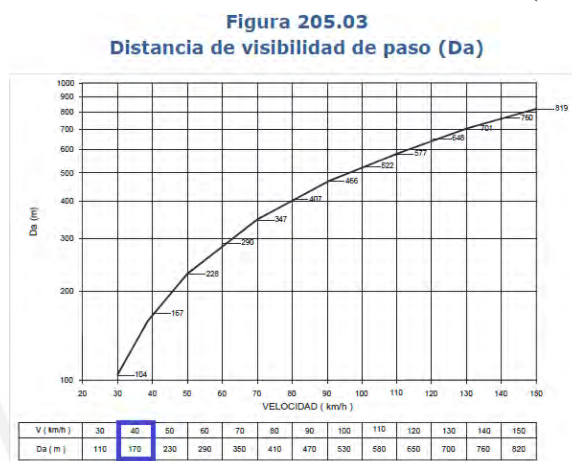
Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros)

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	283	293	304	234	223	214
130	310	338	375	267	252	238

3.6.1.3 Distancia de visibilidad de adelantamiento

Esta longitud se calcula usando la Figura 205.03. Se necesita conocer la velocidad de diseño para hallar la distancia de visibilidad de adelantamiento. Se determina que para una velocidad de diseño de 40 km/h, la distancia de adelantamiento es de 170 m.

Figura 23. *Distancia de visibilidad de adelantamiento. Fuente: (Comunicaciones, 2018)*



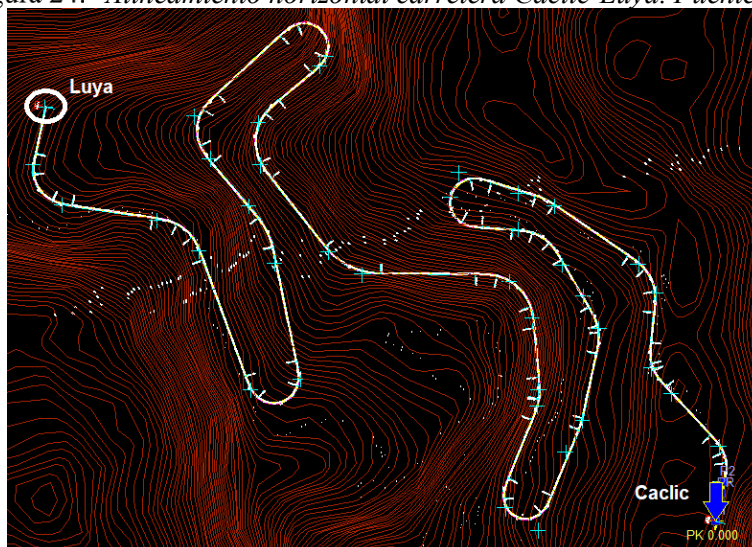
3.6.1.4 Trazo

El trazo se ha definido siguiendo la ruta de la trocha carrozable existente. Debe cumplir los valores mínimos de longitudes en tramos rectos, en "S" y en "O". Además, la distancia de visibilidad de parada y adelantamiento debe ser la adecuada de acuerdo a los parámetros de diseño y la norma DG-2018.

En los tramos curvos de la carretera, el trazo se modifica ligeramente para cumplir con las exigencias mínimas de la norma DG-2018. La cual establece que el radio mínimo de las curvas horizontales es de 45 m.

La carretera tiene 6,17 km con 19 curvas horizontales. El radio máximo es de 170 m, el radio mínimo es de 55m y se utiliza en los giros a 180°. Durante el recorrido de la carretera, en muchas partes de esta se colocan muros de contención porque la calzada es inestable debido a las lluvias intensas y que los taludes no presenta su inclinación natural.

Figura 24. *Alineamiento horizontal carretera Cáclic-Luya. Fuente: Istram*



3.6.1.5 Longitud de tramos rectos.

La norma DG-2018, establece las longitudes mínimas para curvas en “S”, “O” y en tramo recto.

Tabla 34. Longitudes mínimas. Fuente: (Comunicaciones, 2018)

Tabla 302.01
Longitudes de tramos en tangente

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Realizamos los cálculos y se obtienen los mismos valores:

$$L_{\min "s"} = 1.39 * 40 = 55.6 \text{ m}$$

$$L_{\min "o"} = 2.78 * 40 = 111.2 \text{ m}$$

$$L_{\max} = 16.70 * 40 = 668 \text{ m}$$

La **TABLA A1** muestra los valores de longitud de acuerdo a la distribución geométrica del trazo.

La tabla anterior establece que todos los tramos rectos cumplen con lo especificado en la norma DG-2018 (Comunicaciones, 2018). Sin embargo, hay varios tramos en la vía donde las longitudes cumplen con el valor mínimo especificado. Para evitar accidentes, se debe colocar la señalización adecuada en esos tramos.

El tramo comprendido entre Km 00+490 hasta Km 00+561 se debe señalar adecuadamente para evitar accidentes mortales. Se deben colocar señalizaciones restrictivas de velocidad máxima permitida “R-30” y de adelantamiento “R-16”.

Figura 25. Señalizaciones restrictivas de tránsito. Fuente: (MTC, 2000)



Además, existe otro tramo que cumple con la longitud mínima requerida. Entre los Km 00+980.83 y Km 01+089.63 cumple con la longitud mínima en tramo “O”, por lo que se debe colocar la señal preventiva P-5-2B y la señal reglamentaria R-16.

Figura 26. Señal preventiva y reglamentaria en tramo "O". Fuente: (MTC, 2000)



Entre los Km 01+325.16 y Km 01+395.96 existen una longitud de tramo en "S" igual a 70.8 m. El tramo es muy ajustado, por lo que debemos colocar señalización reglamentaria R-16 y preventiva P-2A de giro suave hacia la derecha.

Figura 27. Señalización de tránsito en un tramo en "S". Fuente: (MTC, 2000)



El último tramo que cumple con la longitud mínima "O", mide 116.4 m. Es un tramo ajustado que debe ser señalizado para prevenir accidentes. Las señales que se deben colocar son la R-16 y el P-1B de giro hacia la izquierda.

Figura 28. Señalización de tránsito en un tramo en "O". Fuente: (MTC, 2000)



3.6.1.6 Correspondencia entre curvas

Determinado los radios de los tramos curvos, se puede establecer la velocidad teórica con la que los vehículos pueden circular. Por lo general, este es mayor que la velocidad de diseño.

La correspondencia entre curvas es importante porque se determina la variación de velocidad que existe entre tramos curvos consecutivos. Este valor no debe superar los 20 km/h.

Se usará la fórmula con la que se calcula el radio mínimo de diseño, en este caso, la variable a calcular es la velocidad.

Fórmula 21. *Correspondencia entre curvas*

$$R = \frac{V^2}{127(f_{tmax} + S_{máx})}$$

R = radio de la curva (m)

V = Variable a calcular, velocidad teórica (km/h)

f = coeficiente de fricción transversal

S = peralte máximo

El valor de f es 0.17, se determinan en base a la tabla planteada por la ASHTOO (AASHTO, 1993). Con respecto al peralte máximo, es 12% ya que la zona del proyecto es escarpada.

En la **TABLA A2** se puede observar la variación que de velocidad teórica que existe entre curva consecutivas.

En la tabla anterior se muestra que el tramo comprendido entre la curva 8 y curva 10, entre las progresivas Km 00+932.65 y Km 1+089.63, la variación de velocidad es 31.76 km/h, por lo que se requiere colocar señales de tránsito reglamentaria “R-16” y señales preventivas “P-5-2B” (Figura 26).

Existe otro tramo donde no cumple que la variación de velocidad sea menor a 20 km/h. Se produce entre la curva 16 y curva 18, desde la progresiva Km 1+945.12 hasta Km 2+142.82. Se debe usar señalización reglamentaria R-16 y preventiva P-5-2B.

Figura 29. Señal preventiva P-5-2A y reglamentaria R-16. Fuente: (MTC, 2000)



El último tramo donde no se cumple la correspondencia de velocidades es entre el Km 04+632.10y Km 04+986.10, donde variación de velocidad es de 29.76 km/h. Se debe colocar señalización preventiva P-5-2A y señal reglamentaria R-16

Figura 30. Señal preventiva P-5-2A y reglamentaria R-16. Fuente: (MTC, 2000)



Además, se tiene la **TABLA B1** con todos los parámetros de las curvas circulares y clotoides.

3.6.1.7 Peraltes

Es necesario la colocación de peraltes para equilibrar la fuerza centrífuga, así que se debe colocar peralte en todas las curvas. Para calcular el valor del peralte máximo se usa la Tabla 304.05 para una zona rural con terreno tipo IV. El peralte absoluto será de 12.0% y el normal es de 8.0%

Tabla 35. Valores máximos de peraltes. Fuente: (Comunicaciones, 2018)

Tabla 304.05
Valores de peralte máximo

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.0%	6.0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0	8.0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8.0	6.0%	302.05

Además, debemos tener en cuenta el peralte a desarrollar en tangente. Esta es establecida en la Tabla 304.07 de la norma peruana DG-2018.

Tabla 36. *Proporción de peralte en tramo tangente. Fuente: (Comunicaciones, 2018)*

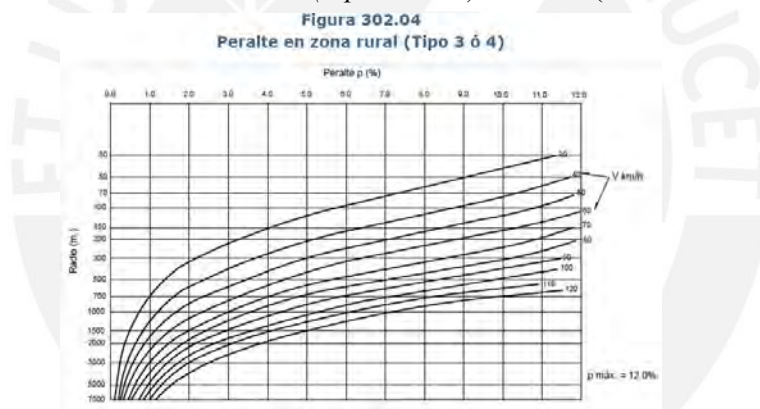
Tabla 304.07
Proporción del peralte (p) a desarrollar en tangente *

$p < 4.5\%$	$4.5\% < p < 7\%$	$p > 7\%$
0.5 p	0.7 p	0.8 p

(*) Las situaciones mínima y máxima, se permiten en aquellos casos en que por la proximidad de dos curvas, existe dificultad para cumplir con algunas de las condicionantes del desarrollo del peralte.

La Figura 302.04 de la norma de diseño DG-2018, establece los peraltes en función del radio de tramo curvo y la velocidad de diseño. Además, solo se usa para orografías tipo accidentado o escarpado.

Figura 31. *Peralte zona rural (Tipo III o IV). Fuente: (Comunicaciones, 2018)*



En base al gráfico anterior, se obtuvo el cuadro de peraltes **TABLA A3**.

3.6.1.8 Diseño del alineamiento vertical alternativa

El perfil se ha adaptado en lo posible a la topografía del terreno.

3.6.1.9 Rasante, Pendiente mínima y máxima alternativa 1

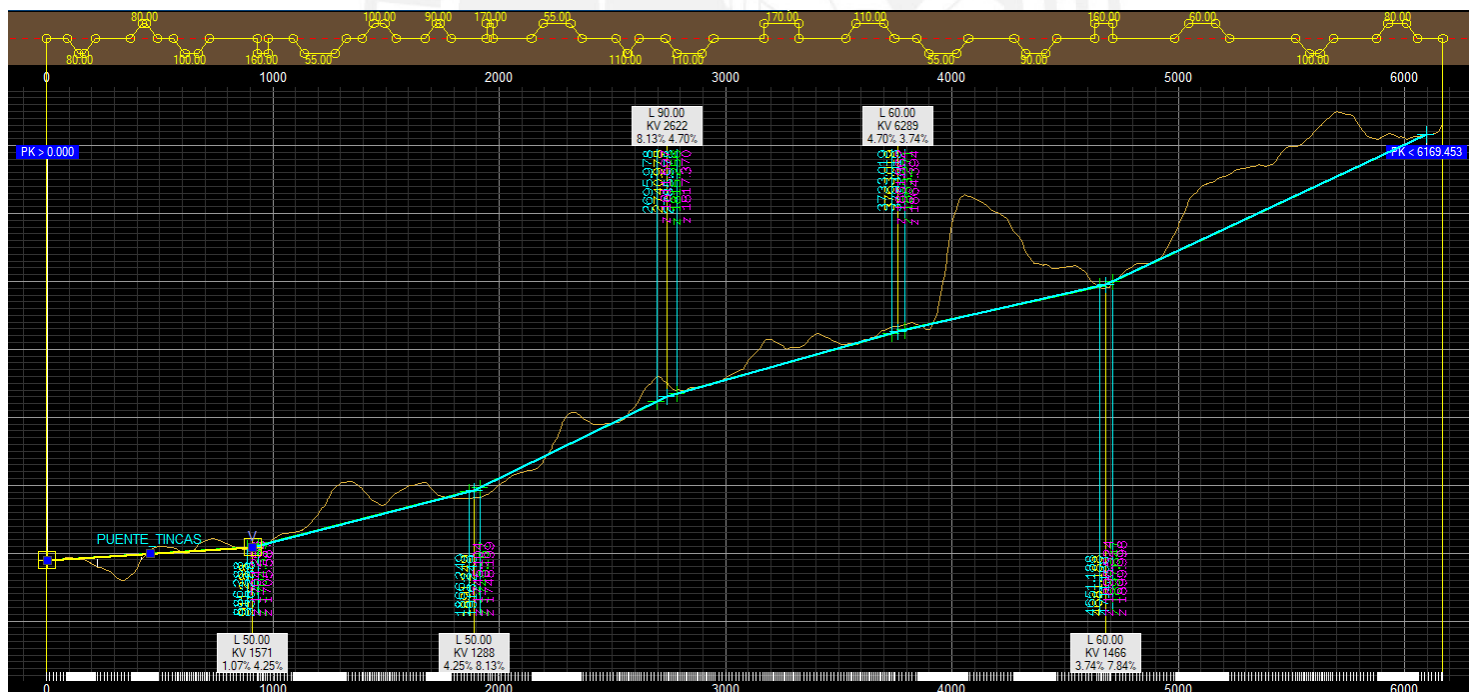
La pendiente mínima es de 0.5%. Sin embargo, también se puede considerar una pendiente igual a 0.00% ya que las calzadas están diseñadas con un bombeo de 2.5%. En cambio, la pendiente máxima establecida en la tabla 303.01 establece un valor de 9%.

Tabla 37. Pendientes del alineamiento vertical. Fuente: Adaptado de Istram

Pendiente	Longitud	Vértice	Cota	Diferencia de
(%)	(m.)	PK (Km + m)	Z (m)	pendientes
1.07	50	00+911.29	1704.53	3.18
4.25	50	01+891.25	1746.17	3.88
8.13	90	02+740.98	1815.26	-3.43
4.70	60	03+763.02	1863.27	-0.95
3.74	60	04+681.19	1897.65	4.09
7.84				

De los datos obtenidos, se observa que las pendientes longitudinales no superan el valor máximo de 9%. Sin embargo, 2 tramos tienen pendientes elevadas.

Figura 32. Rasante del alineamiento vertical alternativa 1. Fuente: Istram



En el alineamiento vertical se puede observar que la mínima pendiente 1.07% y está en el primer tramo de la carretera. La mayor pendiente es de 8.13% que está en el tercer tramo. Ninguna pendiente supera el máximo valor que es 9%. Adicionalmente, va a colocar un puente de longitud 194 m. que inicia en la progresiva Km 0+226.00 y finaliza en Km 0+420.00

En la siguiente tabla se mostrará los parámetros del alineamiento vertical:

Tabla 38. *Parámetros del alineamiento vertical. Fuente: Adaptado de Istram*

PENDIENTE (%)	DIF.PEN (%)	LONGITUD (m.)	PARAMETRO (kv)	VÉRTICE PK	ENTRADA AL ACUERO		SALIDA DEL ACUERO		BISECT. (m.)	DIF.PEN (%)	
					Z (m)	PK	Z (m)	PK			
						00+003.04	1694.84				
1.07	3.18	50	1570.64	00+911.29	1704.53	00+886.29	1704.26	00+936.29	1705.59	0.20	3.18
4.25	3.88	50	1288.20	01+891.25	1746.17	01+866.25	1745.10	01+916.25	1748.20	0.24	3.88
8.13	-3.43	90	2621.82	02+740.98	1815.26	02+695.98	1811.60	02+785.98	1817.37	0.39	-3.43
4.70	-0.95	60	6289.21	03+763.02	1863.27	03+733.02	1861.86	03+793.02	1864.39	0.07	-0.95
3.74	4.09	60	1466.22	04+681.19	1897.65	04+651.19	1896.52	04+711.19	1900.00	0.31	4.09
7.84								06+095.29	2008.46		

3.6.1.10 Sección Transversal

La sección típica de la carretera está conformada por una calzada de 3.3m, bermas de 1.2 m. El bombeo es de 2.5% en tramos tangentes, los peraltes en las curvas tienen un valor máximo de 11.5%, los anchos de calzada aumentan en los tramos curvos.

Existen tres secciones típicas que se aplicarán en el diseño de la carretera. Es la misma para lastres alternativas.

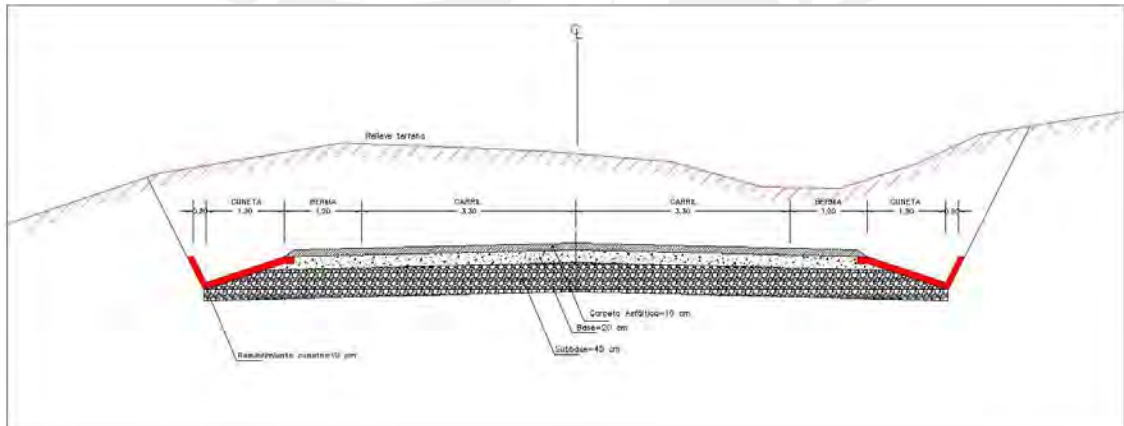
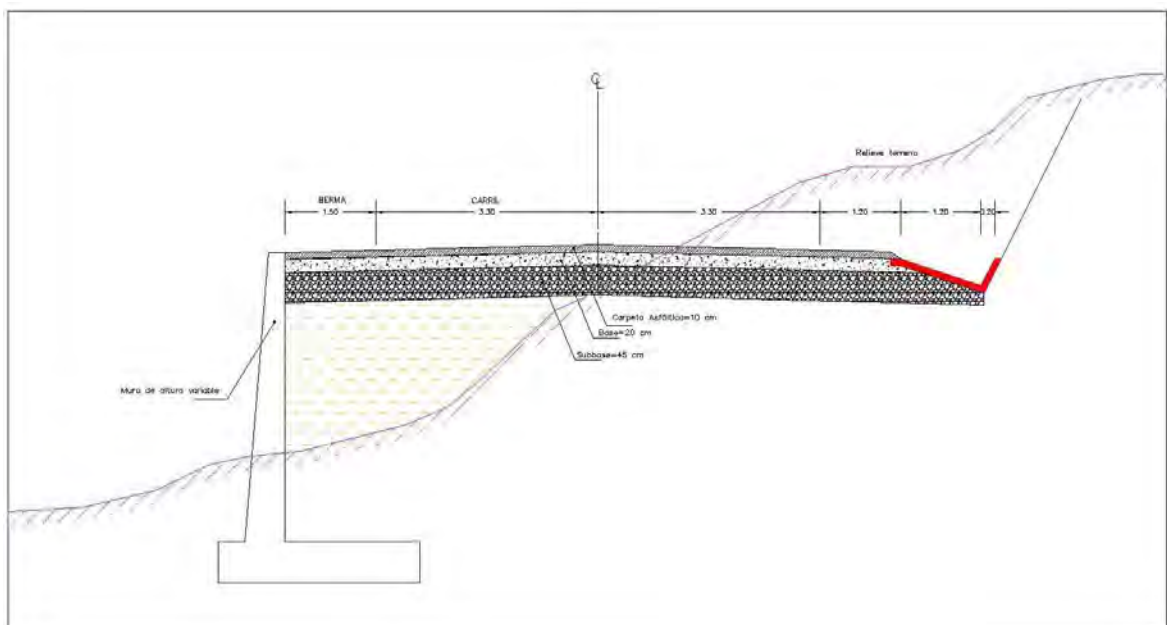
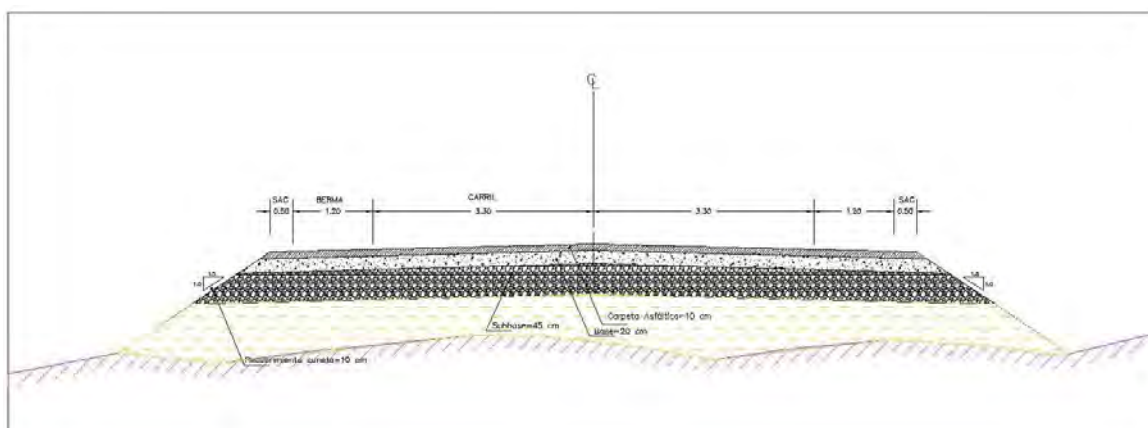
Figura 33. *Sección típica en corte. Fuente: propia*Figura 34. *Sección típica con muro de contención. Fuente: Propia*

Figura 35. Sección típica en relleno. Fuente: Propia



Se tiene la **TABLA A4** que muestra una tabla con los valores de peraltes, pendiente y anchos de las secciones transversales.

3.6.1.11 Movimiento de masas.

El análisis de movimiento de masas se realiza en base a los volúmenes de corte y relleno de las secciones. Para el volumen de corte, se utiliza un factor de 0.9, y para el volumen de relleno se tiene un coeficiente unitario negativo.

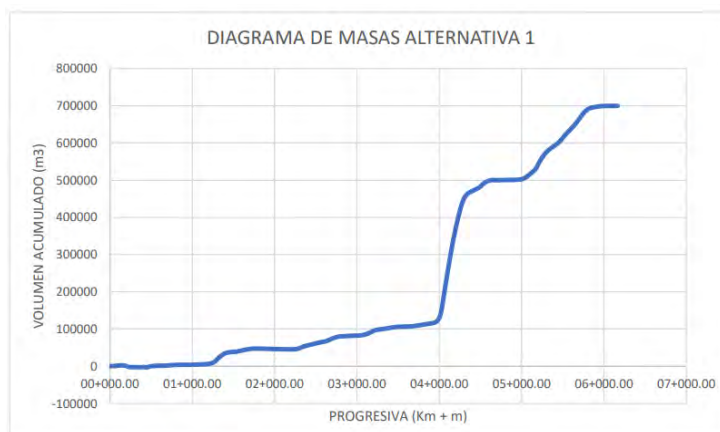
Se presenta una tabla resumen con los volúmenes de tierra acumulados.

Tabla 39. Tabla resumen del movimiento de masas. Fuente: Propia

MATERIAL	VOLUMEN (m ³)	COEFICIENTE	VOLUMEN PONDERADO (m ³)
D TIERRA (CORTE)	844519.49	0.9	760067.54
SUELO SEL(RELLENO)	22507.49	-1	-22507.49
TERRAPLEN (RELLENO)	37913.9	-1	-37913.9
TOTAL			699646.15

Además, se muestra el diagrama de masas del movimiento de tierras.

Figura 36. Diagrama de masas de la alternativa 1. Fuente: propia



Finalmente, se presenta un cuadro resumen con todos los parámetros importantes para el diseño:

PARÁMETROS DE DISEÑO	
Clasificación	Red vial Nacional
	Carretera de segunda Clase
Velocidad de diseño	40 km/h
Vehículo de diseño	T2S2
Orografía	Tipo 4
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	
N° Curvas Horizontales	19
Radio mínimo usado (m)	55
Peralte máximo (%)	11.5
Sobreechanos (m)	N/A
N° Puentes	1
ALINEAMIENTO VERTICAL	
N° curvas verticales	5
Pendiente máxima (%)	8.13
Pendiente mínima (%)	1.07
SECCIÓN TRANSVERSAL	
N° Calzadas	1
Ancho de calzada (m)	6,6
N° carriles por calzada	2
Ancho de carril (m)	3.3
Bermas (m)	1.2
Bombeo (%)	2.5
Movimiento de tierras (m³)	669,646.15

Tabla 40. Tabla resumen con los parámetros de diseño Alternativa 1. Fuente: Propia

3.7 ALTERNATIVA 2

3.7.1 Radio mínimo alternativa 2

Se conservan los parámetros iniciales de diseño:

Velocidad de diseño: 40 km/h

Fricción transversal máxima en curvas: 0.17 (Tabla 302.03)

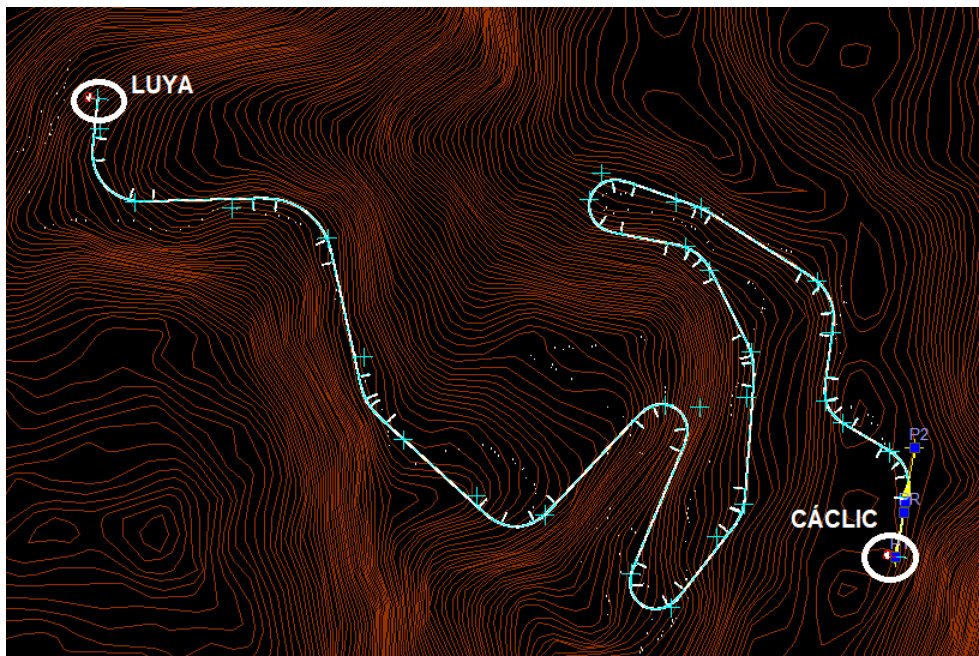
Peralte máximo para el tipo de orografía: 12% (0.12)

$$R_{\min} = \frac{40^2}{127(0.17 + 0.12)} = 43.44 \text{ m} \approx 45 \text{ m} \quad R = \frac{V^2}{127(f_{t\max} + S_{\max})}$$

3.7.1.1 Trazo alternativa 2

Esta alternativa presenta 4.806 km de distancia, con 14 curvas horizontales que cumplen con los requisitos de la norma DG-2018. El radio máximo del trazo es de 160 m, en donde no se utiliza clotoides. El radio mínimo es de 55 m y se utiliza en las curvas con giro de 180°.

Figura 37. *Alineamiento horizontal carretera Cáclic-Luya. Fuente: Istram*



3.7.1.2 Longitud de tramos rectos alternativa 2

La normativa peruana DG-2018 estableció las longitudes mínimas y máximas para los tramos rectos, en “S” y en “O”. Estas longitudes son las mismas que para la alternativa 1, ya que los parámetros iniciales de diseño se mantienen constantes.

El siguiente cuadro muestra el análisis de los tramos para determinar si cumplen o no con las longitudes.

Se muestra la **TABLA A5** que muestra los parámetros de diseño del alineamiento horizontal.

Figura 38. *Señalización giro suave a la izquierda y no adelantar Fuente:(MTC, 2000)*



El tramo entre los Km 00+951.48 y Km 01+123.71 tiene una longitud de 136.71 m y es un tramo en “o”. La longitud mínima en tramo en “O” es de 111 m, por lo que es una longitud ajustada. Así que debemos colocar señalización reglamentaria “R-16” y señalización preventiva “P-5-2B”.

Figura 39. Señalización reglamentaria R-16 y preventiva P-5-2B. Fuente: (MTC, 2000)



El tramo comprendido entre el Km 01+538.33 y Km 01+721.39 tiene una longitud de 133.05 m, de la misma forma, es una longitud ajustada para un tramo en “O”. Por lo que se debe colocar señalización reglamentaria “R-16” y señalización preventiva “P-2A”.

Figura 40. Señalización preventiva P-2A y reglamentaria R-16. Fuente: (MTC, 2000)



3.7.1.3 Correspondencia entre curvas

De igual forma que en la alternativa 1, se establecerá la velocidad teórica con la que los vehículos pueden circular. Por lo general, este es mayor que la velocidad de diseño. Sin embargo, la variación de velocidad entre dos curvas contiguas no debe superar los 20 km/h.

La **TABLA A6** muestra la Correspondencia de velocidad entre curvas.

Entre las curvas 8 y 10, existe una variación de velocidad de 31.76 km/h. Por lo que se debe colocar señalización reglamentaria “R-16”.

Figura 41. Señalización R-16. Fuente: (MTC, 2000)



Adicionalmente, se muestra una tabla con todas las especificaciones de las curvas circulares y clotoides.

Se tiene la **TABLA B2** de resumen de los parámetros del alineamiento horizontal.

3.7.1.4 Peraltes

De igual forma que la alternativa anterior, la colocación de peraltes en los tramos curvos es necesario para equilibrar la fuerza centrífuga. Para calcular los valores de los peraltes se usa la Tabla 304.05 para una zona rural con terreno accidentado o escarpado. El peralte absoluto será de 12.0% y el normal es de 8.0%

Se presenta la **TABLA A7** de peraltes en los tramos curvos.

3.7.1.5 Diseño alineamiento vertical alternativa 2

El perfil se ha adaptado en lo posible a la topografía del terreno.

3.7.1.6 Rasante, pendiente mínima y máxima alternativa 2

La pendiente máxima en la tabla 303.01 de la norma peruana es de 9%. En el cuarto tramo del eje vertical, se observa que la pendiente es máxima. Sin embargo, se realizó el análisis para agregar un carril de ascenso, pero no es necesario su colocación ya que la longitud de ese tramo no permite una disminución de la velocidad mayor a 15 km/h.

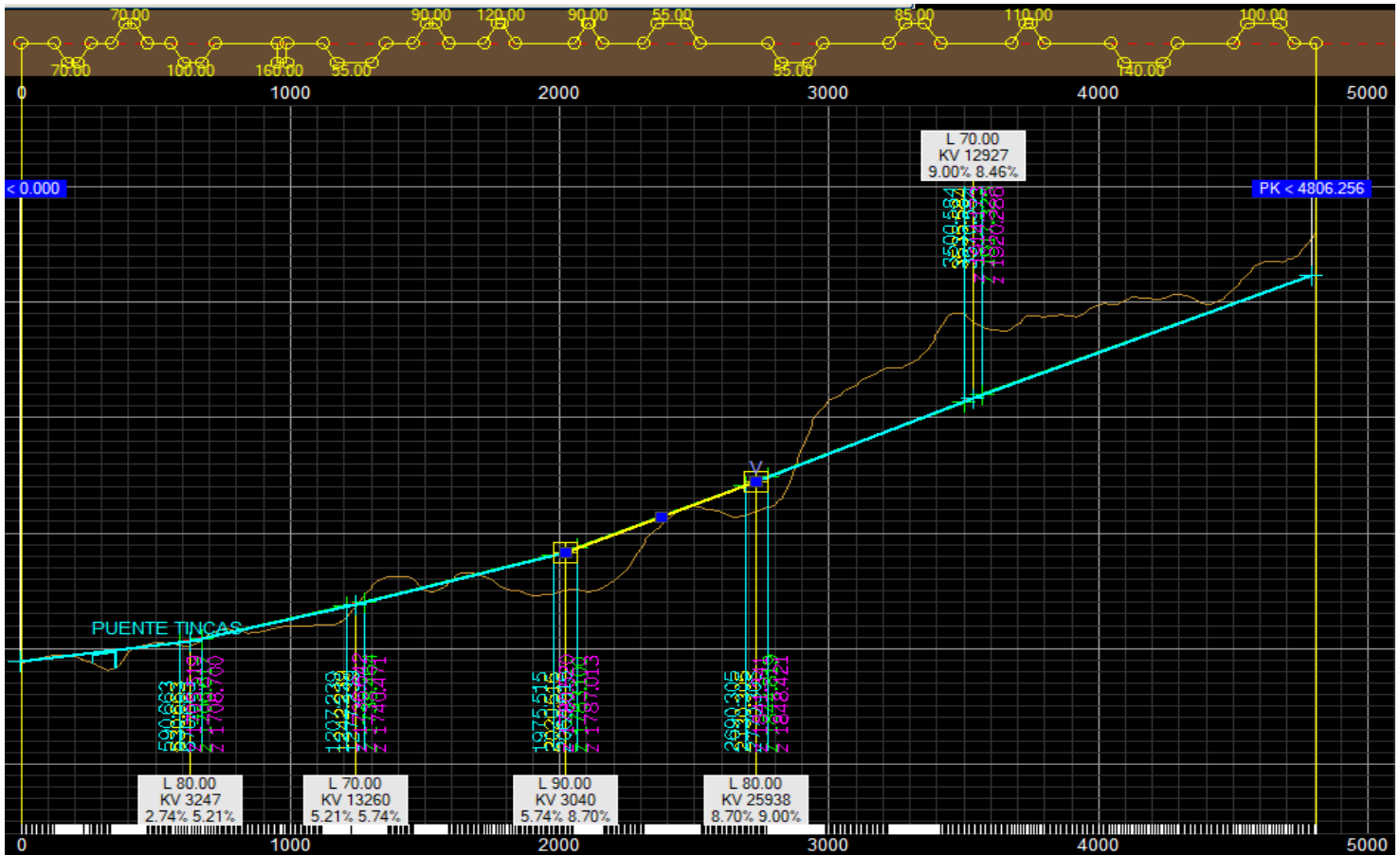
Los valores de las pendientes de todos los tramos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 41. Pendientes del alineamiento vertical. Fuente: propia

Pendiente	Longitud	Vértice	Cota	Diferencia de
(%)	(m.)	PK	Z	pendientes
2.74	80	630.66	1706.61	2.46
5.20	70	1242.23	1738.46	0.52
5.73	90	2020.51	1783.1	2.96
8.69	80	2730.30	1844.81	0.30
9.00	70	3535.58	1917.32	-0.54
8.46				

Además, se observa el alineamiento vertical de la carretera. Existen 5 curvas verticales. La longitud mínima de curva vertical es de 70 m.

Figura 42. *Rasante del alineamiento vertical alternativa 2. Fuente: Istram*



En la siguiente tabla, se mostrará los parámetros del alineamiento vertical, tales como la pendiente, progresivas y cotas.

Tabla 42. *Parámetros del alineamiento vertical alternativa 2. Fuente: Adaptado de Istram*

PENDIENTE (%)	DIF. PEN (%)	LONGITUD (m.)	PARAMETRO (kv)	VÉRTICE PK	ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT. (m.)	
					Z	PK	Z	PK		
					-1.67		1689.27			
2.74	2.46	80	3247.43	630.66	1706.62	590.66	1705.52	670.66	1708.7	0.25
5.21	0.53	70	13260.39	1242.24	1738.46	1207.24	1736.64	1277.24	1740.471	0.05
5.74	2.96	90	3040.46	2020.52	1783.10	1975.52	1780.52	2065.52	1787.013	0.33
8.70	0.31	80	25937.92	2730.31	1844.82	2690.31	1841.34	2770.31	1848.421	0.03
9.00	-0.54	70	12926.67	3535.58	1917.33	3500.58	1914.17	3570.58	1920.286	0.05
8.46								4793.30	2023.756	

3.7.1.7 Sección transversal alternativa 2

Esta conformada por una calzada de 3.3m, bermas de 1.2 m. El bombeo es de 2.5% en tramos tangentes, los peraltes en las curvas tienen un valor máximo de 11.5%, los anchos de calzada aumentan en los tramos curvos.

De igual forma que en la alternativa 1, las secciones transversales serán las mismas.

La **TABLA A8** muestra los parámetros de la sección transversal.

3.7.1.8 Movimiento de masas alternativa 2

El análisis de movimiento de masas, al igual que en la alternativa 1, se realiza en base a los volúmenes de corte y relleno de las secciones. Para el volumen de corte, se utiliza un factor de 0.9, y para el volumen de relleno se tiene un coeficiente unitario negativo.

Se presenta una tabla resumen con los volúmenes de tierra acumulados.

Tabla 43. *Tabla resumen del movimiento de masas. Fuente: Propia*

MATERIAL	VOLUMEN (m³)	COEFICIENTE	VOLUMEN PONDERADO (m³)
D TIERRA (CORTE)	4435076.88	0.9	3,991,569.08
SUELO SEL I (RELLENO)	15952.43	-1	-15,952.43
TERRAPLEN (RELLENO)	2265879.24	-1	-2,265,879.24
TOTAL			1,709,737.41

Además, se observa el movimiento de masas.

Figura 43. *Diagrama de masas de la alternativa 2. Fuente: propia*



Finalmente, se presenta el cuadro resumen con los parámetros de diseño de esta alternativa.

Tabla 44. *Tabla resumen con los parámetros de diseño Alternativa 2. Fuente: Propia*

PARAMETROS DE DISEÑO	
Clasificación	Estad. Nacional
	Carrizosa de segunda Clase
Velocidad de diseño	40 km/h
Vehículo de diseño	T282
Orografía	Tipo 4
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	
N° Curvas Horizontales	14
Radio mínimo usado (m)	55
Peralte máximo (%)	11.5
Sobreelecho (m)	N/A
N° Puentes	1
ALINEAMIENTO VERTICAL	
N° Curvas verticales	4
Pendiente máxima (%)	9
Pendiente mínima (%)	2.74
SECCION TRANSVERSAL	
N° Calzadas	1
N° Carriles por calzada	2
Ancho de calzada (m)	6.6
Ancho de carril (m)	3.3
Bermas (m)	1.2
Bombao (%)	15
Movimiento de tierras (m ³)	1,709,737.41

3.8 Alternativa 3

3.8.1 Radio mínimo alternativa 3

Al igual que en las alternativas anteriores, se conservan los parámetros iniciales de diseño:
Velocidad de diseño: 40 km/h

Fricción transversal máxima en curvas: 0.17 (Tabla 302.03)

Peralte máximo para el tipo de orografía: 12% (0.12)

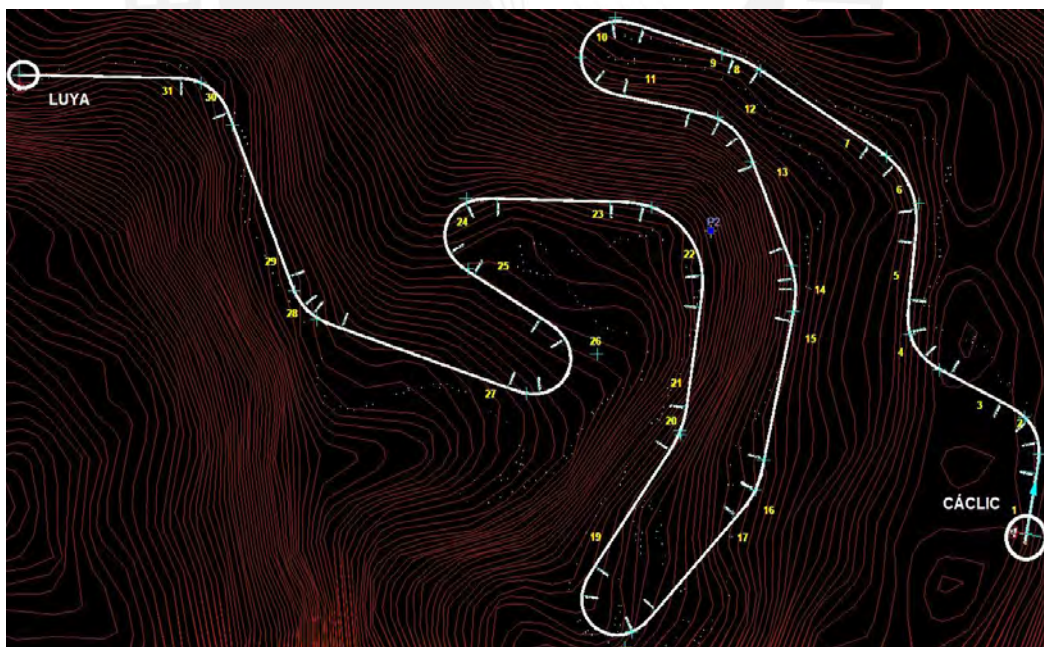
$$R = \frac{V^2}{127(f_{tmax} + S_{m\acute{a}x})}$$

$$R_{min} = \frac{40^2}{127(0.17 + 0.12)} = 43.44 \text{ m} \approx 45 \text{ m}$$

3.8.1.1 Trazo

Esta alternativa tiene 4.970 km de longitud, presenta 15 curvas horizontales que cumplen con las especificaciones de la norma peruana. El radio mínimo es de 55 m y el radio máximo de 160 m, en el cual no es necesario el uso de clotoides.

Figura 44. *Alineamiento horizontal de la carretera Cáclic-Luya. Fuente: Istram*



3.8.1.2 Longitud tramos rectos

La normativa peruana estableció las longitudes mínimas y máximas para los tramos rectos, en “S” y en “O”. Estas longitudes son las mismas que para las alternativas anteriores.

La **TABLA A9** muestra los parámetros de diseño del Alineamiento horizontal.

El tramo comprendido entre los Km 00+982.75 y Km 1+128.09 tiene una longitud de 145.34 m, es un tramo en “O” donde hay una curva con giro de 180°. Por lo tanto, la longitud no es favorable para que los vehículos intenten realizar adelantamientos. Así que la señalización reglamentaria a colocar será la “R-16” y, también, la señalización preventiva “P-5-2B”

Figura 45. Señalización preventiva y reglamentario. Fuente: (MTC, 2000)



3.8.1.3 Correspondencia entre curvas

De igual forma que en las alternativas anteriores, se establecerá la velocidad teórica con la que los vehículos pueden circular. Por lo general, este es mayor que la velocidad de diseño. Sin embargo, la variación de velocidad entre dos curvas contiguas no debe superar los 20 km/h.

La **TABLA A10** muestra la correspondencia de velocidad entre curvas.

Entre las curvas 8 y 10, existe una variación de velocidad de 31.76 km/h, por lo que se debe colocar la señalización reglamentaria “R-16” y la señalización preventiva “P-5-2B”

Figura 46. Señalización preventiva “P-5-2B” y “R-16”. Fuente: (MTC, 2000)



Entre las curvas 18 y 20, sucede lo mismo que el caso anterior, hay una variación de velocidad mayor a la permitida. Por lo tanto, se debe colocar una señalización preventiva de giro suave hacia la izquierda en el sentido a favor de la progresiva “P-2B”. En cambio, en el sentido contrario al de la progresiva, se debe colocar señalización preventiva de giro

180° “P-5-2B” y señalización reglamentaria “R-16”. Además, lo mismo sucede entre las curvas 28 y 30. Por lo tanto, se utiliza las mismas señalizaciones.

Figura 47. Señalización preventiva en el sentido a favor de la progresiva. Fuente: (MTC, 2000)



Figura 48. Señalización preventiva y reglamentaria en el sentido en contra de la progresiva. Fuente: (MTC, 2000)



Se presenta la **TABLA B3** con todos los parámetros de las curvas circulares y clotoides.

3.8.1.4 Peraltes

De igual forma que las alternativas anteriores, la colocación de peraltes en los tramos curvos es necesario para equilibrar la fuerza centrífuga. Para calcular los valores de los peraltes se usa la Tabla 304.05 para una zona rural con terreno tipo IV. El peralte absoluto será de 12.0% y el normal es de 8.0%.

Se presenta la **TABLA A11** de peraltes en los tramos curvos.

3.8.1.5 Diseño alineamiento vertical alternativa 3

El alineamiento vertical se ha adaptado en lo posible a la topografía del terreno.

3.8.1.6 Rasante, pendiente mínima y máxima alternativa 3

La pendiente máxima en la tabla 303.01 de la norma DG-2018 es de 9%. En el tramo 3 y tramo 5 están las pendientes máximas del alineamiento, los cuales son 8.81% y 8.86% respectivamente. De igual forma que la alternativa anterior, se realizó el análisis para

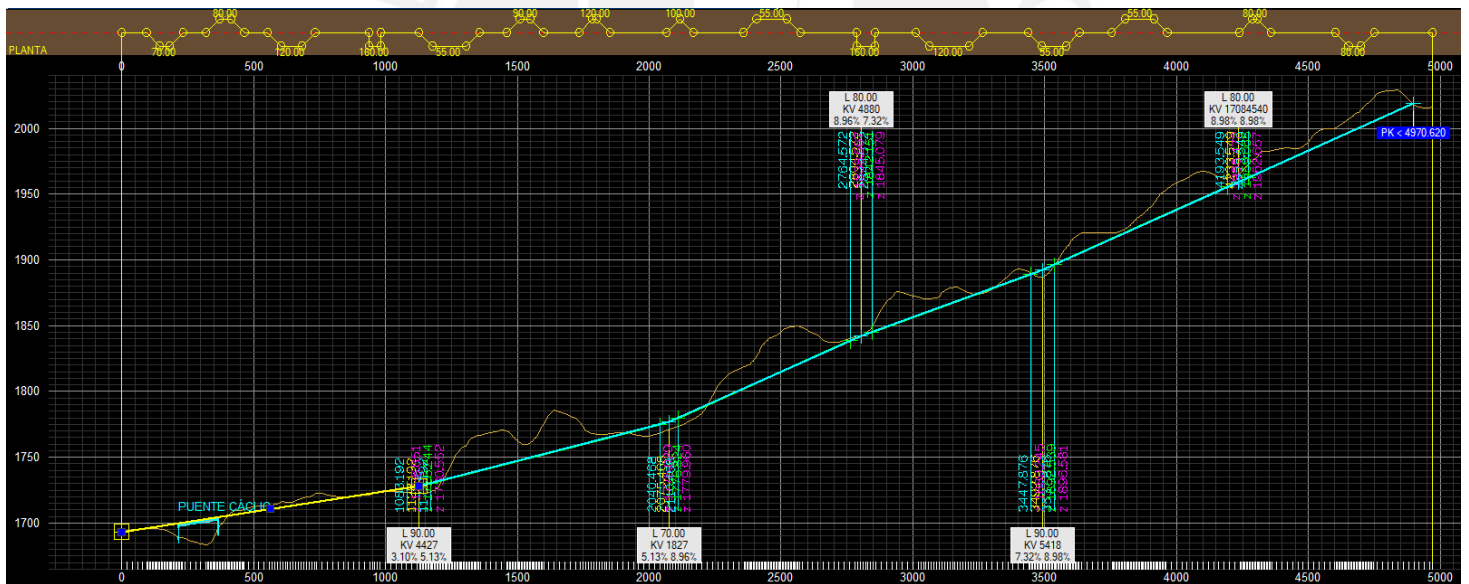
agregar un carril de ascenso, pero no es necesario su colocación ya que la longitud de ese tramo no permite una disminución de la velocidad mayor a 15 km/h.

Los valores de las pendientes de todos los tramos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 45. *Pendientes del alineamiento vertical. Fuente: propia*

Pendiente	Longitud	Vértice	Cota	Diferencia
(%)	(m.)	PK (km+m)	Z (m)	entre
				pendientes
				(%)
3.10	90	01+128.19	1728.244	2.033
5.13	70	02+075.47	1776.824	3.831
8.96	80	02+804.57	1842.151	-1.639
7.32	90	03+492.88	1892.539	1.661
8.98	80	04+233.55	1959.065	0
8.98				

Figura 49. *Rasante del alineamiento vertical alternativa 3. Fuente: Istram*



En la siguiente tabla, se mostrará los parámetros del alineamiento vertical, tales como la pendiente, progresivas y cotas de los tramos.

Tabla 46. *Alineamiento vertical, parámetros alternativa 3.*
Fuente: Adaptado de Istram

PENDIENTE (%)	LONGITUD (m.)	PARAMETRO (kv)	VÉRTICE PK	ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT. (m.)	DIF.PEN (%)	
				Z	PK	Z	PK			
					00+000.00		1693.322			
3.10	90	4426.99	01+128.19	1728.244	01+083.19	1726.851	01+173.19	1730.552	0.229	2.033
5.13	70	1826.96	02+075.47	1776.824	02+040.47	1775.029	02+110.47	1779.96	0.335	3.831
8.96	80	4880.14	02+804.57	1842.151	02+764.57	1838.567	02+844.57	1845.079	0.164	-1.639
7.32	90	5417.58	03+492.88	1892.539	03+447.88	1889.245	03+537.88	1896.581	0.187	1.661
8.98	80	17084539.91	04+233.55	1959.065	04+193.55	1955.472	04+273.55	1962.657	0	0
8.98							04+898.89	2018.822		

3.8.1.7 Diseño alineamiento vertical alternativa 3

El alineamiento vertical se ha adaptado en lo posible a la topografía del terreno.

3.8.1.8 Rasante, pendiente mínima y máxima alternativa 3

La pendiente máxima en la tabla 303.01 de la norma peruana es de 9%. En el tramo 3 y tramo 5 están las pendientes máximas del alineamiento, los cuales son 8.81% y 8.86% respectivamente. De igual forma que la alternativa anterior, se realizó el análisis para agregar un carril de ascenso, pero no es necesario su colocación ya que la longitud de ese tramo no permite una disminución de la velocidad mayor a 15 km/h.

Los valores de las pendientes de todos los tramos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 47. *Pendientes del alineamiento vertical. Fuente: propia*

Pendiente (%)	Longitud (m.)	Vértice PK (km+m)	Cota Vértice Z (m)	Diferencia
				entre pendientes (%)
3.10	90	01+128.19	1728.244	2.033
5.13	70	02+075.47	1776.824	3.831
8.96	80	02+804.57	1842.151	-1.639
7.32	90	03+492.88	1892.539	1.661
8.98	80	04+233.55	1959.065	0
8.98				

Figura 50. Rasante del alineamiento vertical alternativa 3. Fuente: Istram



En la siguiente tabla, se mostrará los parámetros del alineamiento vertical, tales como la pendiente, progresivas y cotas de los tramos.

Tabla 48. Parámetros alternativa 3. Fuente: Adaptado de Istram

PENDIENTE (%)	LONGITUD (m.)	PARAMETRO (kv)	VÉRTICE PK	ENTRADA AL ACUERDO Z	ENTRADA AL ACUERDO PK	SALIDA DEL ACUERDO Z	SALIDA DEL ACUERDO PK	BISECT. (m.)	DIF.PEN (%)
					00+000.00	1693.322			
3.10	90	4426.99	01+128.19	1728.244	01+083.19	1726.851	01+173.19	1730.552	2.033
5.13	70	1826.96	02+075.47	1776.824	02+040.47	1775.029	02+110.47	1779.96	3.831
8.96	80	4880.14	02+804.57	1842.151	02+764.57	1838.567	02+844.57	1845.079	-1.639
7.32	90	5417.58	03+492.88	1892.539	03+447.88	1889.245	03+537.88	1896.581	1.661
8.98	80	17084539.91	04+233.55	1959.065	04+193.55	1955.472	04+273.55	1962.657	0
8.98							04+898.89	2018.822	

3.8.1.9 Sección transversal alternativa 3

La sección típica de la carretera está conformada por una calzada de 3.3m, bermas de 1.2 m. El bombeo es de 2.5% en tramos tangentes, los peraltes en las curvas tienen un valor máximo de 11.5%, los anchos de calzada aumentan en los tramos curvos.

De igual forma que en las alternativas anteriores, Se presenta la **TABLA A12** de las secciones transversales.

3.8.1.10 Movimiento de masas alternativa 3

El análisis de movimiento de masas, al igual que en las alternativas anteriores, se realiza en base a los volúmenes de corte y relleno de las secciones. Para el volumen de corte, se utiliza un factor de 0.9, y para el volumen de relleno se tiene un coeficiente unitario negativo.

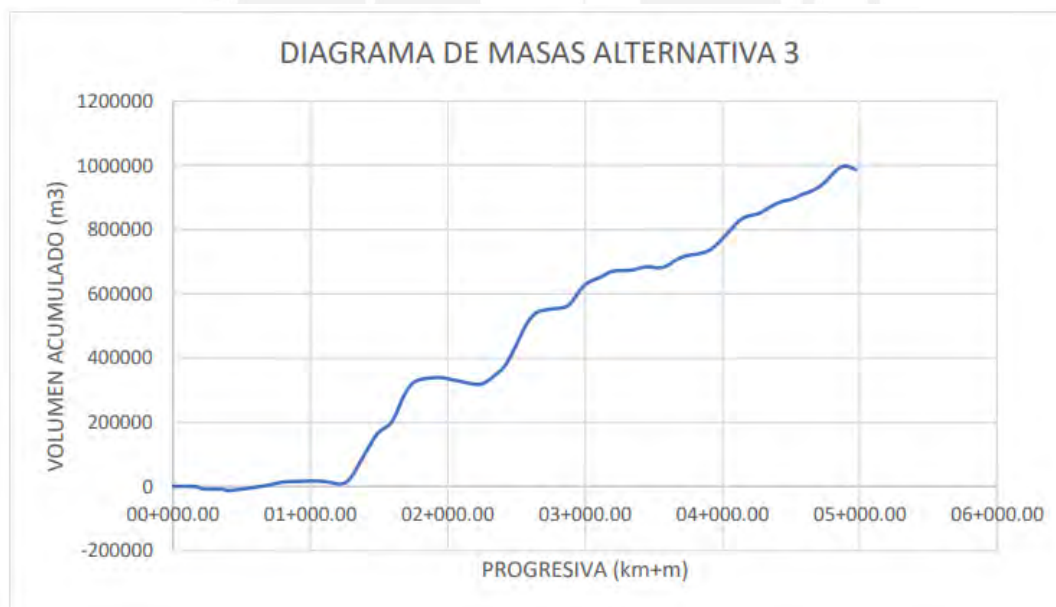
Se presenta una tabla resumen con los volúmenes de tierra acumulados.

Tabla 49. *Tabla resumen del movimiento de masas. Fuente: Propia*

MATERIAL	VOLUMEN (m³)	COEFICIENTE	VOLUMEN PONDERADO (m³)
D TIERRA (CORTE)	1180267.02	0.9	1,062,240.29
SUELO SEL (RELLENO)	116582.25	-1	-16,582.25
TERRAPLÉN (RELLENO)	59768.2	-1	-59,768.2
TOTAL			985,889.84

Además, se muestra el diagrama de masas del movimiento de tierras.

Figura 51. *Diagrama de masas de la alternativa 3. Fuente: propia*



Finalmente, se presenta un cuadro resumen con los parámetros de diseño de esta alternativa.

Tabla 50. *Tabla resumen con los parámetros de diseño de la alternativa 3. Fuente: Propia*

PARÁMETROS DE DISEÑO	
Clasificación	Red vial Nacional Carretera de segunda Clase
Velocidad de diseño	40 km/h
Vehículo de diseño	T2S2
Orografía	Tipo 4
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	
Nº Curvas Horizontales	15
Radio Mínimo usado (m)	55
Peralte máximo (%)	11.5
Sobrecancho (m)	N/A
Nº Puentes	1
ALINEAMIENTO VERTICAL	
Nº Curvas verticales	5
Pendiente máxima (%)	8.98
Pendiente mínima (%)	3.10
SECCIÓN TRANSVERSAL	
Nº Calzadas	1
Ancho de Calzada (m)	6.6
Nº carriles por calzada	2
Ancho de carril (m)	3.3
Bermas (m)	1.2
Bombeo (%)	2.5
Movimiento de tierras (m³)	985,889.84

4 EVALUACIÓN DE RUTA Y ELECCIÓN DE TRAZO FINAL

Luego de realizar el diseño de las tres alternativas disponibles, se comparan determinados parámetros para seleccionar el trazo más óptimo.

A continuación, se observa un cuadro resumen con los parámetros básico para el diseño de las tres alternativas disponibles.

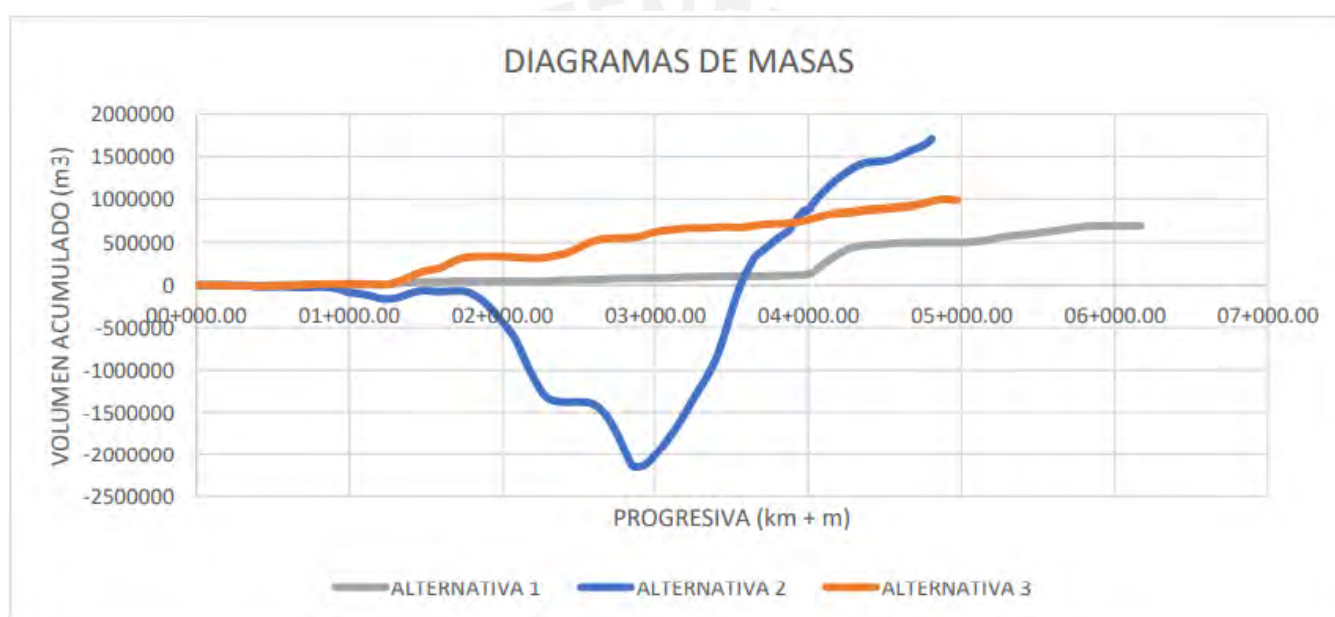
Tabla 51. *Cuadro resumen de parámetros de diseño. Fuente: Propia*

Parámetro	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Longitud de trazo (m)	6,169	4,806	4,970
Curvas en planta	19	14	15

Menor radio (m)	55	55	55
Longitud máxima en tangente (m)	293.09	265.50	272.78
Peralte máximo (%)	11.5	11.5	11.5
Peralte mínimo (%)	6.1	6.4	6.4
Pendiente máxima (%)	8.13	9	8.98
Movimiento de tierras (m3)	699,646.15	1,709,737.41	985,889.84
Longitud Total del puente (m)	194	85	150
Coordinación planta y perfil	SI	SI	SI

Adicionalmente, se realiza una comparación de las curvas de diagrama de masas de las 3 alternativas.

Figura 52. Comparación de diagramas de masas. Fuente: propia



Adicionalmente, se realizará el proceso de análisis jerárquico (AHP), el cual es un proceso de toma de decisiones diseñado para resolver problemas que tienen múltiples criterios. En este caso, se consideran 6 criterios para poder seleccionar la mejor alternativa de las carreteras diseñadas. El proceso de jerarquización requiere la toma de decisiones subjetivas para determinar el nivel de importancia de los criterios establecidos. Su creador, Thomas L. Saaty (1980), construyó una escala de preferencias en donde se relaciona el planteamiento verbal de la preferencia con la calificación numérica.

Tabla 52. Cuadro de calificación AHP. Fuente: (Toskano Hurtado & Gérard Bruno, 2005)

Planteamiento verbal de la preferencia	Calificación numérica
Extremadamente preferible	9
Entre muy fuertemente y extremadamente preferible	8
Muy fuertemente preferible	7
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6
Fuertemente preferible	5

Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

Los criterios a tomar en cuenta para realizar el análisis jerárquico son los siguientes:

Movimiento de masas:

La alternativa que tenga menor movimiento de masas es la que será seleccionada.

Tabla 53. *Resumen movimiento de masas. Fuente: Propia*

ALTERNATIVAS	MOVIMIENTO DE MASAS (m3)
Alternativa 1	699,646.15
Alternativa 2	1,709,737.41
Alternativa 3	985,889.84

Longitud del trazo

Aquella alternativa que tenga menor longitud de trazo será la mejor opción para realizar el diseño.

Tabla 54. *Resumen longitud de trazo. Fuente: Propia*

ALTERNATIVAS	LONGITUD DEL TRAZO (m)
Alternativa 1	6.2
Alternativa 2	4.8
Alternativa 3	4.9

Curvas en planta

La alternativa de diseño que tenga menor cantidad de curvas en planta será la mejor opción de diseño.

Tabla 55. *Resumen curvas de nivel. Fuente: Propia*

ALTERNATIVAS	CURVAS EN PLANTA
Alternativa 1	19
Alternativa 2	14
Alternativa 3	15

Pendiente longitudinal

Se establece una ponderación entre la longitud de los tramos verticales y la pendiente de las mismas. Con estos valores, se establece que aquella alternativa que tenga menor pendiente es la mejor opción.

Tabla 56. *Pendientes longitudinales por tramos. Fuente: Propia*

	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2		ALTERNATIVA 3	
	Longitud (m)	Pendiente (%)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Longitud (m)	Pendiente (%)
Tramo 1	908.242	1.07	630.66	2.74	1128.19	3.1
Tramo 2	979.96	4.25	611.58	5.21	947.28	5.13
Tramo 3	849.74	8.13	778.28	5.74	729.1	8.96
Tramo 4	1022.04	4.7	709.79	8.7	688.3	7.32
Tramo 5	918.17	3.74	805.27	9	740.66	8.98
Tramo 6	1414.1	7.84	1257.71	8.46	665.34	8.97
Ponderación (%)	5.15		6.98		6.64	

Superficie de muros

Se determina el área o superficie de los muros en cada alternativa. Para seleccionar la mejor alternativa se establece que será aquella que tenga menor superficie de muro.

Tabla 57. *Superficie de muro Alternativa 1. Fuente: Propia*

ALTERNATIVA 1			
MUROS	LADO	LONGITUD (m)	SUPERFICIE (m2)
TERRAPLÉN	IZ	603.038	4296.282
TERRAPLÉN	DR	953.542	5492.822
TOTALES		1556.58	9789.104

Tabla 58. *Superficie de muro Alternativa 2. Fuente: propia.*

ALTERNATIVA 2			
MUROS	LADO	LONGITUD (m)	SUPERFICIE (m2)
TERRAPLÉN	IZ	909.383	6725.669
TERRAPLÉN	DR	1103.817	8148.6
TOTALES		2013.201	14874.269

Tabla 59. *Superficie de muro Alternativa 3. Fuente: propia.*

ALTERNATIVA 3			
MUROS	LADO	LONGITUD (m)	SUPERFICIE (m2)
TERRAPLÉN	IZ	345.457	2465.564
TERRAPLÉN	DR	711.081	3547.448
TOTALES		1056.538	6013.012

Longitud de cunetas

Se establece que la alternativa más adecuada es la que tenga menor longitud de cunetas.

Tabla 60. *Cunetas alternativa 1. Fuente: propia.*

CUNETAS ALTERNATIVA 1		
	LADO IZQUIERDO (m)	LADO DERECHO (m)
REVESTIDA	3544.273	2543.944
NO REVESTIDA	0	53.342
SUBTOTAL (m)	3544.273	2597.286
TOTAL (m)	6141.559	

Tabla 61. *Cunetas alternativa 2. Fuente: propia*

CUNETAS ALTERNATIVA 2		
	LADO IZQUIERDO (m)	LADO DERECHO (m)
REVESTIDA	2665.615	2522.671
NO REVESTIDA	20	0
SUBTOTAL (m)	2685.615	2522.671
TOTAL (m)	5208.286	

Tabla 62. *Cunetas Alternativa 3. Fuente: propia.*

CUNETAS ALTERNATIVA 3		
	LADO IZQUIERDO (m)	LADO DERECHO (m)
REVESTIDA	3820.06	3293.267
NO REVESTIDA	30.249	54.991
SUBTOTAL (m)	3850.309	3348.258
TOTAL (m)	7198.567	

Determinado los valores de cada criterio y establecido cuales alternativas son las mejores, se aplica el AHP con los 6 criterios establecidos.

Tabla 63. *Criterio de movimiento de masas. Fuente: propia*

CRITERIO: MOVIMIENTO DE MASAS							
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Matriz normalizada			Vector promedio
Alternativa 1	1.00	9.00	1.00	0.47	0.47	0.47	0.47
Alternativa 2	0.11	1.00	0.11	0.05	0.05	0.05	0.05
Alternativa 3	1.00	9.00	1.00	0.47	0.47	0.47	0.47
SUMA	2.11	19.00	2.11				

Tabla 64. *Criterio de longitud de trazo. Fuente: propia*

CRITERIO: LONGITUD DEL TRAZO							
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Matriz normalizada			Vector promedio
Alternativa 1	1.00	0.14	0.20	0.08	0.10	0.05	0.07
Alternativa 2	7.00	1.00	3.00	0.54	0.68	0.71	0.64
Alternativa 3	5.00	0.33	1.00	0.38	0.23	0.24	0.28
SUMA	13.00	1.48	4.20				

Tabla 65. *Criterio de curvas en planta. Fuente: Propia.*

CRITERIO: CURVAS EN PLANTA							
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Matriz normalizada			Vector promedio
Alternativa 1	1.00	7.00	0.14	0.07	0.78	0.07	0.30
Alternativa 2	7.00	1.00	1.00	0.47	0.11	0.47	0.35
Alternativa 3	7.00	1.00	1.00	0.47	0.11	0.47	0.35
SUMA	15.00	9.00	2.14				

Tabla 66. *Criterio de pendiente longitudinal. Fuente: propia*

CRITERIO: PENDIENTE LONGITUDINAL							
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Matriz normalizada			Vector promedio
Alternativa 1	1.00	3.00	3.00	0.60	0.43	0.69	0.57
Alternativa 2	0.33	1.00	0.33	0.20	0.14	0.08	0.14
Alternativa 3	0.33	3.00	1.00	0.20	0.43	0.23	0.29
SUMA	1.67	7.00	4.33				

Tabla 67. *Criterio de superficie de muros. Fuente: Propia*

CRITERIO: SUPERFICIE DE MUROS							
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Matriz normalizada			Vector promedio
Alternativa 1	1.00	3.00	0.33	0.23	0.27	0.23	0.24
Alternativa 2	0.33	1.00	0.14	0.08	0.09	0.10	0.09
Alternativa 3	3.00	7.00	1.00	0.69	0.64	0.68	0.67
SUMA	4.33	11.00	1.48				

Tabla 68. *Criterio de longitud de cunetas. Fuente: propia.*

CRITERIO: LONGITUD DE CUNETAS							
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Matriz normalizada			Vector promedio
Alternativa 1	1.00	0.33	3.00	0.23	0.22	0.33	0.26
Alternativa 2	3.00	1.00	5.00	0.69	0.65	0.56	0.63
Alternativa 3	0.33	0.20	1.00	0.08	0.13	0.11	0.11
SUMA	4.33	1.53	9.00				

Tabla 69. Matriz de comparación por pares. Fuente: propia

	Movimiento de tierra	Longitud de trazo	Curvas en planta	Pendiente longitudinal	Longitud de muros	Longitud de cunetas	MATRIZ NORMALIZADA						Vector propio
Movimiento de tierras	1.00	3.00	5.00	5.00	3.00	5.00	0.44	0.23	0.19	0.39	0.62	0.40	0.38
Longitud del trazo	0.33	1.00	5.00	0.33	0.20	1.00	0.15	0.08	0.19	0.03	0.04	0.08	0.09
Curvas en planta	0.20	0.20	1.00	0.33	0.14	0.20	0.09	0.02	0.04	0.03	0.03	0.02	0.04
Pendiente Longitudinal	0.20	3.00	3.00	1.00	0.33	0.33	0.09	0.23	0.12	0.08	0.07	0.03	0.10
Longitud de muros	0.33	5.00	7.00	3.00	1.00	5.00	0.15	0.38	0.27	0.24	0.21	0.40	0.27
Longitud de cunetas	0.20	1.00	5.00	3.00	0.20	1.00	0.09	0.08	0.19	0.24	0.04	0.08	0.12
SUMA	2.27	13.20	26.00	12.67	4.88	12.53							

Tabla 70. Cuadro resumen de análisis multicriterio. Fuente: Propia

	Movimiento de tierra	Longitud de trazo	Curvas en planta	Pendiente longitudinal	Longitud de muros	Longitud de cunetas	TOTAL
Alternativa 1	0.47	0.07	0.3	0.57	0.24	0.26	34.99%
Alternativa 2	0.05	0.64	0.35	0.14	0.09	0.63	20.45%
Alternativa 3	0.47	0.28	0.35	0.29	0.67	0.11	45.01%
PONDERACIÓN	0.38	0.09	0.04	0.1	0.27	0.12	

En base al análisis de jerarquización multicriterio realizado, se determina que la alternativa 1 tiene un 35% de probabilidad de ser elegida, la alternativa 2 tiene un 20.45% de ser seleccionada y, por último, la alternativa 3 tiene un 45.01% de probabilidad de ser elegida. Por lo tanto, se determina que la alternativa 3 es la mejor opción para realizar el proyecto.

5 COLOCACIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN EN LA ALTERNATIVA SELECCIONADA.

Existen tramos en el trazo que es necesario la colocación de muros de contención para construir terraplenes y poder ampliar la calzada de la vía.

El diseño de los muros de contención no es parte de la presente tesis. Sin embargo, se colocarán muros con altura variable desde 1.5 m a 8.00 m, los cuales ya han sido diseñados.

En el cuadro a continuación, se muestra las progresivas donde se necesitan los muros de contención para elaborar terraplenes.

Se presenta la **TABLA A13** de progresivas de muros de contención lado izquierdo de la vía.

6 IMPLICANCIA DEL PROYECTO EN EL TIEMPO DE VIAJE.

Las carreteras que mejoran sus condiciones de uso, con menor distancia de recorrido, carpeta de rodadura adecuada y mayor capacidad vial, reduce los tiempos de viaje. Adicionalmente, la velocidad con la que los vehículos se movilizan aumenta.

El cálculo del tiempo de viaje se realiza en dos etapas. La primera es cuando no se ha desarrollado el proyecto, y la segunda es cuando se ha construido el proyecto. Entonces se usarán las fórmulas planteadas por El Ministerio de desarrollo social (2017) y obtendremos el ahorro o reducción del tiempo.

Fórmula 22. *Cálculo de la velocidad*

$$v = \frac{v_0}{1 + \alpha \left(\frac{f}{k}\right)^\beta}$$

Donde:

v = Velocidad de operación del tramo de análisis

v_0 = Velocidad de flujo libre (Vehículo circula libremente)

α, β = Parámetro de la función BPR

f = Flujo vehicular del tramo, en vehículos equivalentes por hora

k = Capacidad operacional del tramo, en vehículos equivalentes por hora

Cada uno de los parámetros mencionados se calcularán para la situación sin proyecto y con proyecto. Luego de esto, se tiene que hallar la distancia de recorrido para las dos situaciones. Con estos datos podemos calcular los tiempos de viaje con proyecto y sin proyecto.

Fórmula 23. *Cálculo del ahorro de tiempo*

$$\text{Ahorro del tiempo (horas)} = T_{\text{sinproyecto}} - T_{\text{con proyecto}}$$

En base a los valores experimentales obtenidos por Márquez (2014) el valor de α debe ser mayor a 0.15 y el valor de β es menor a 4.00. Con mayor precisión, el valor de α está entre 1.03 y 1.39, y el valor de β está entre 2.19 y 3.50.

Para la presente tesis, los valores de α y β para ambas situaciones son los siguientes:

Tabla 71. *Valores de α y β . Fuente: (Ministerio de desarrollo social, 2017)*

SIN PROYECTO		CON PROYECTO	
α	0.471	α	0.931
β	2.097	β	2.801

El IMDA sin proyecto tiene 372 vehículos por día. Por lo tanto, el flujo vehicular (f) es de 16 vehículos por hora y la capacidad operacional (K) será un 70% mayor que el flujo vehicular, 28 vehículos.

Para calcular los valores del flujo vehicular y capacidad operacional con proyecto se usará la fórmula de proyección del IMDA que se encuentra en la normativa de suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

6.1 Flujo vehicular (f)

$$f = 10 * (1 + 0.046)^{30-1} = 58 \text{ veh\u00edculos por hora}$$

6.2 Capacidad operacional (K)

$$k = 17 * (1 + 0.046)^{30-1} = 103 \text{ veh\u00edculos por hora}$$

6.3 Velocidad de operaci\u00f3n sin proyecto

Para este caso, la distancia de recorrido es de 7.15 km

$$V = \frac{30 \frac{km}{h}}{1 + 0.471 * \left(\frac{16}{28}\right)^{2.097}} = 26.18 \frac{km}{h}$$

$$Tiempo_{Sin\ proyecto} = \frac{7.15\ km}{26.186 \frac{km}{h}} = 0.273\ horas\ (16.39\ minutos)$$

6.4 Velocidad de operaci\u00f3n con proyecto

Para este caso, la distancia de recorrido es de 4.97 km

$$v = \frac{40 \frac{km}{h}}{1 + 0.931 * \left(\frac{58}{103}\right)^{2.801}} = 33.72 \frac{km}{h}$$

$$tiempo_{con\ proyecto} = \frac{4.97\ km}{33.717 \frac{km}{h}} = 0.147\ horas\ (8.82\ minutos)$$

Finalmente, el valor del tiempo ahorrado ser\u00e1 el siguiente:

$$Ahorro\ de\ tiempo = 16.69 - 8.82 = 7.87\ minutos.$$

7 PROYECCI\u00d3N HACIA UNA CARRETERA INTELIGENTE

El planeamiento de la carretera inteligente se va a centrar en la iluminaci\u00f3n inteligente, l\u00edneas viales luminiscentes y sensores que controlan la velocidad (LDR). En la carretera Luya - C\u00e1clic se realizar\u00e1 la implementaci\u00f3n de lo antes mencionado para complementar la seguridad vial que el dise\u00f1o geom\u00e9trico brinda.

El alumbrado vial inteligente mediante el consumo de energ\u00eda solar es la proyecci\u00f3n futurista de las carreteras, puesto que la iluminaci\u00f3n el\u00e9ctrica genera gastos econ\u00f3micos

gigantes. La iluminación eléctrica en carretera no es factible porque el tránsito vehicular no es continuo, así que se estaría perdiendo energía.

La optimización del alumbrado vial se puede conseguir con luminaria inteligente utilizando recursos renovables. Esto consiste en que la iluminación será gestionada y controlada a través de tecnología de comunicación sensorial e inalámbrica (Singh et al., 2021).

7.1 Materiales a utilizar

- Poste metálico ET204
- Foco LED 200W 4000K IP6 50,000 Hrs. 7200 Lm - OSLER
- Panel Solar 340W 24V Policristalino ERA y accesorios
- Grúa Industrial 6Tn - 12Tn
- Cables eléctricos
- Sensor de Resistencia dependiente de la luz (LDR)

El presupuesto para la implementación de una unidad de iluminación inteligente es la siguiente:

Tabla 72. *Presupuesto de iluminación inteligente. Fuente: Propia*

PRESUPUESTO ILUMINACIÓN INTELIGENTE	
Poste metálico ET204	1665.5
Foco LED 200W 4000K IP6 50,000 Hrs. 7200 Lm - OSLER	858.5
Panel Solar 340W 24V Policristalino ERA y accesorios	1564.25
Grúa Industrial 6 Tn - 12 Tn	200.00
Cable Eléctrico	75.88
Sensor de Resistencia dependiente de la luz (LDR)	1143.45
Mano de obra	160.00
TOTAL(S/)	5657.63

El sensor de resistencia dependiente de la luz (LDR) tiene un tiempo de reacción de 240 milisegundos, con el que puede modificar la intensidad de la iluminación. Mientras más cerca está el vehículo del sensor, la intensidad de la luz será más, y, de lo contrario, si se encuentra alejado, la intensidad del brillo es menor.

Para el diseño de la carretera, se establece que la separación entre los postes es de 90m. y se colocarán intercalados. Es decir, un poste se ubicará a la derecha de la carretera y el siguiente a la izquierda. La separación es la adecuada ya que los sensores de resistencia dependiente de la luz (LDR) tienen un rango de captación de luz entre 65m y 100m para este caso.

7.2 Procedimiento de construcción

1. Se construye el bloque de concreto armado con dimensiones de 50cm x 50 cm con una profundidad de 1.80m, se usarán varilla de 1/2" con estribos de 3/8"
2. Se colocan los pernos para luego ensamblarlo con el poste metálico de alumbrado, la profundidad de los pernos es de 50 cm. con una cabeza libre de 5cm a 10 cm
3. Con la grúa industrial se empieza a levantar el poste metálico hasta colocarlo correctamente. No olvidar realizar la nivelación.
4. Se colocan los pernos en la base del poste y se tienen que asegurar. Continuar realizando el proceso de nivelación
5. Se procede con la instalación del foco LED y, también, la colocación del panel solar que va a alimentar al foco. El panel solar debe tener una inclinación de 10° a 20° con una orientación hacia el oeste. El foco LED tiene una batería que almacena la energía solar recolectada.
6. Se colocan los sensores de resistencia (LDR) a una altura de 1.50 y longitud de arco dependiendo de la longitud de sensibilidad. Estos sensores se empotran en los postes metálicos y se conectan mediante una red inalámbrica que es monitoreada en el servidor central. Los sensores LDR controlan la intensidad de luz que pueda emitir el foco LED, dependiendo de la separación con los vehículos. Mientras más cerca se encuentran los vehículos del sensor, se emitirá una mayor luz.
7. Se debe instalar un servidor central que almacene la información obtenida día a día.

Para que el sistema de iluminación inteligente funcione correctamente se debe tener una conexión a internet durante toda la vía. La nueva tecnología 5G podrá cumplir con este requisito. La conexión a la red es fundamental porque mediante ella los sensores de movimiento y de luz mandan la información recolectada en tiempo real a un servidor general, el cual realizará las acciones de encender las luces de los postes.

Un complemento del alumbrado vial inteligente son las líneas luminiscentes. El nombre de estas líneas son las Eco-Discs que es desarrollada por la empresa PRO-TEQ. Estos son discos compuestos de polipropileno moldeado inyectados con el polvo fotoluminiscente StarPath (SEStran & Scottish Road Research Board, 2018). El polvo fotoluminiscente absorbe la energía UV que brinda la luz solar, de esta forma recarga las líneas luminiscentes durante el día y es consumido en la noche. El tiempo de duración es más de 10 horas incluso con una exposición a la energía UV mínima.

7.3 Materiales a utilizar

- Líneas luminiscentes de polipropileno por 100 m diseñado por la empresa PRO-TEQ
- Conos de seguridad marca REDLINE
- Soplador Hitachi modelo RB24E
- Cortadora de Pavimento 12-16" 13 HP honda - MF-164

El presupuesto para la instalación de este sistema de líneas luminiscentes es el siguientes:

Tabla 73. *Presupuesto de las franjas fluorescentes luminiscentes*

PRESUPUESTO DE LAS FRANJAS FLUORESCENTES LUMINISCENTES	
Líneas luminiscentes de polipropileno por 100m	1146,948
Conos de seguridad marca REDLINE	39,90
Limpieza de la zona de trabajo	8,56
Soplador Hitachi modelo RB24E	48,6
Mano de obra	120,6
Cortadora de pavimento 12-16" 13HP honda - MF - 164	57,6
TOTAL(S/)	1422,208

7.4 Procedimiento de construcción

1. Se corta el pavimento con una profundidad de 1 cm, para que quede un resalto texturizado de 2 mm de la franja luminiscente.
2. Se realiza la limpieza de la zona que ha sido cortada. No debe haber ninguna suciedad para que exista una correcta adherencia entre el pavimento y el material lumínico.
3. Adicionalmente, se realiza la limpieza de escombros con un cepillo y un soplador de hojas, y se seca con un soplete para calentar la superficie del suelo.
4. Se aplica resina en el área indicada y se coloca la señal luminiscente con una resina adicional para sellar los bordes si fuera necesario.
5. Se debe esperar entre 3 a 5 horas para que se complete el sellado. Mientras ocurre eso, no debe pasar nada por encima de las líneas luminiscentes.

7.5 Beneficios

- Son discos de polipropileno moldeados inyectados con el polvo fotoluminiscente StarPath, absorben la energía UV para emitir la luz brillante (SEStran & Scottish Road Research Board, 2018). Presenta una superficie texturizada con la que se puede evitar resbalones. Las investigaciones han establecido que Eco - Disc puede generar una luz de más de 10 horas, incluso si durante el día la luz solar fue la mínima.
- El mantenimiento se debe de realizar cada 5 años y su tiempo de vida útil es 10 años
- Se usará estas líneas para los límites entre la calzada y bermas, y para la línea central



de la carretera.

Figura 53. *Modelo de luz luminiscente Eco – Disc. Fuente: (Singh et al., 2021)*

Adicionalmente, se agregarán los sensores de velocidad (PIR) en los postes metálicos, con lo que podremos controlar la velocidad de los vehículos. En las carreteras, es complicado usar cámaras para generar las fotopapeletas a aquellos vehículos que no respetan los límites de velocidad. En cambio, con el uso de sensores de velocidad (PIR), podemos determinar de una forma más eficaz si un vehículo excede o no los límites de velocidad. Para determinar la celeridad, los sensores calculan el tiempo que demoran los vehículos en pasar por su posición. Como se conoce la distancia de separación. Entonces, por medio de movimiento rectilíneo uniforme se puede determinar la velocidad. Si los sensores detectan que un vehículo ha demorado menos tiempo de lo establecido en cruzar esa zona, está excediendo la velocidad permitida.

El costo del sensor de velocidad (PIR) es el siguiente:

Tabla 74. *Presupuesto para el sensor de velocidad (PIR)*

PRESUPUESTO PARA EL SENSOR DE VELOCIDAD (PIR)	
Sensor de proximidad capacitivo M18 x 1, salida PNP, detección de 8mm, IP68, IP69K	441,80

TOTAL (S/)

441,80

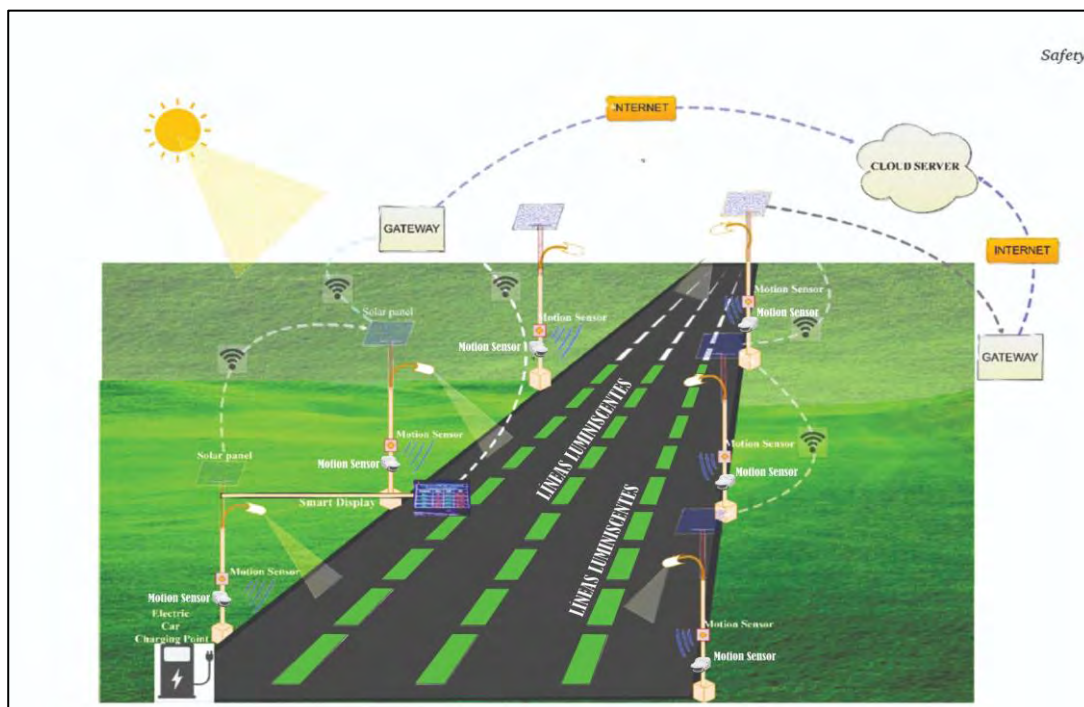


Figura 54. Modelo de vía con el sistema de sensores y luz luminiscente. Fuente: Adaptado de (Singh et al., 2021)

8 ESTUDIO DEL TRÁFICO

El estudio del tráfico se basa en la información registrada por la dirección regional de transportes y comunicaciones de Amazonas en el tramo de Cállic hasta Luya.

8.1 Características del tramo de estudio.

Esta carretera es interprovincial, conecta la provincia de Luya-Lamud con las provincias de Bongará y Chachapoyas.

Los vehículos que circulan con frecuencia son automóviles particulares livianos, camiones pesados con distintos tipos de insumos y, en poca cantidad, Buses de transporte interprovincial.

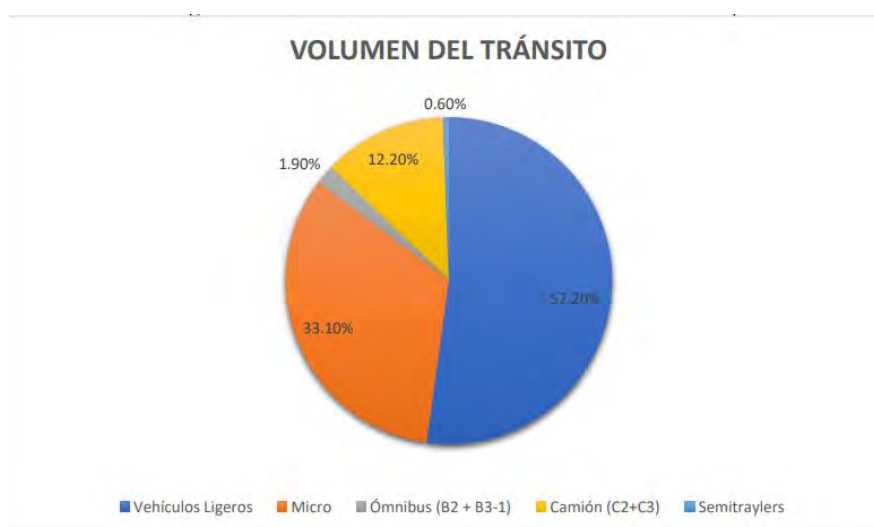
8.2 Índice Medio Diario Anual.

La dirección regional de transportes y comunicaciones recopila estos datos clasificándolo por tipo de vehículo, conteo y porcentaje que presentan del total. Además, los datos obtenidos son del año 2015.

La composición vehicular del tramo Cálclic-Luya-Lamud está conformada por Vehículos ligeros que representa un 52.2%, micro con un porcentaje de 33.1%, Ómnibus (B2 + B3-1) con 1.9%, Camión (C2 + C3) con 12.2% y Semitraylers con 0.6%

A continuación, se muestra una tabla resumen de acuerdo al Reglamento Nacional de Vehículos:

Tabla 75. ÍMDA. Fuente: (CESEL&GEA, 2015a)



Tipo de Vehículo	Conteo (veh/día)	%
Vehículos ligeros (Auto + SW + Camionetas)	162	52.2
Micro	103	33.1
Ómnibus (B2 + B3-1)	6	1.9
Camión (C2 + C3)	38	12.2
Semitraylers	2	0.6
IMDA (Veh/día)	311	100

Figura 55. Distribución del volumen de tránsito. Fuente: Propia

8.3 Estimación del tránsito futuro

No existe una base de datos histórica acerca del IMDA de la carretera en estudio. Por lo que la tasa de crecimiento anual será determinada en base a la normativa de carreteras, Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Para el cálculo de tasas de crecimiento, la normativa establece que las tasas de crecimiento del tráfico varían entre 2% y 6%.

Según el INEI, en el periodo de año 2015-2019, la tasa anual de crecimiento económico del país fue de 4.5% y la tasa de crecimiento poblacional en el periodo 2007 – 2017 en la región de Amazonas fue de 0.1%.

Por lo tanto, la tasa de crecimiento anual del tránsito a considerar es de 4.6%. Además, el periodo de diseño de la vía es de 15 años ya que, según la AASHTO (1993), las condiciones de la carretera es que será un pavimento de bajo volumen.

Tabla 76. *Condiciones de la carretera. Fuente: Adaptación (AASHTO, 1993)*

Condiciones de la Carretera	Periodo de Análisis (años)
Urbano de gran volumen	30 – 50
Rural de gran volumen	20 – 50
Pavimentado de bajo volumen	15 – 25
Superficie agregada de bajo volumen	10 - 20

8.4 Factor de carga equivalente

Factores de carga equivalente obtenida en base a la AASHTO (1993) para pavimentos flexibles con nivel final de servicialidad de 2.5 y número estructural de 4.

Anexo D. Fuente: (AASHTO, 1993)

Tipo de eje	Peso máximo por eje (Ton)	Carga por eje (Kips)	EALF
Simple	1	2.20	0.0004
Simple	7	15.68	0.603
Simple	11	24.64	3.216
Tándem	12	26.88	0.459
Tándem	14	31.36	0.826
Tándem	16	35.84	1.358
Tándem	18	40.32	2.094
Tridem	16	35.84	0.345
Tridem	25	51.52	1.900

Con estos valores obtenidos, se tiene que determinar los factores de equivalencia para cada tipo de vehículos que transitan por la vía en estudio.

8.5 Factores de equivalencia.

Para determinar los factores de equivalencia o LEF (Load Equivalency Factor) se debe clasificar el tránsito por tipos de vehículos y sumar los EALF de cada tipo de eje.

8.6 Proyección del IMDA

Tipo de vehículo	Cargas (ton)				EALF				Factor de equivalencia (LEF)
	Eje delantero	1 eje	2 eje	3 eje	Eje delantero	1 eje	2 eje	3 eje	
Auto	1	1			0.0004	0.0004			0.0008
B2	7	11			0.603	3.216			3.819
B3-1	7	16			0.603	1.358			1.961
C2	7	11			0.603	3.216			3.819
C3	7	18			0.603	2.094			2.697
Semitraylers (T2S3)	7	11	25		0.603	3.216	1.9		5.719
Micro (B4-1)	7+7	16			0.826	1.358			2.184

El crecimiento del IMDA se estima en base al modelo planteado en el manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos con la siguiente fórmula:

Fórmula 24. *Fórmula de la proyección del IMDA. Fuente: (MTC & DGCF, 2014)*

$$T_n = T_o (1 + r)^{n-1}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

T_o = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = número de años del periodo de diseño

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito

Tabla 77. *Factores destructivos por cada vehículo considerado en el diseño y pesos reglamentarios por cada eje. Fuente: Propia.*

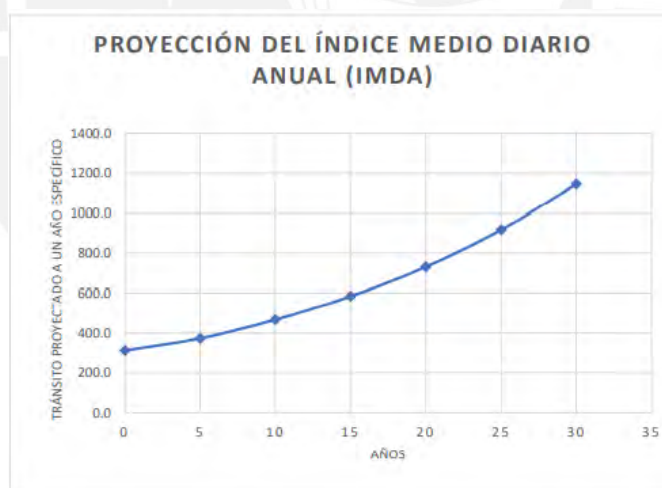
La cantidad de vehículos en el año 2015 es de 311 vehículos por día con una tasa de crecimiento anual de 4.6%. Entonces, se realiza la proyección del IMDA para 30 años.

Figura 56. *Proyección vehicular. Fuente: propia*Tabla 78. *Proyección del IMDA en 30 años. Fuente: propia*

	n (años)	Vehículo/día
2015	0	311
2020	5	372
2025	10	466
2030	15	584
2035	20	731
2040	25	915
2045	30	1146

8.7 Tránsito de diseño

Se determina el número de ejes equivalentes o ESAL (Equivalent Single Load) para el pavimento flexible. Para ello, es necesario conocer el tráfico diario promedio o ADT (Average Daily Traffic), el cual puede ser estimado o medido. Adicionalmente, existen otros parámetros que influyen en la determinación del ESAL, los cuales son los siguientes:

Tabla 79. *Parámetros de diseño. Fuente: (AASHTO, 1993)*

Parámetro	
Porcentaje de camiones en el ADT	T
Periodo de diseño	Y
Factor de distribución de carril	L
Factor de distribución direccional	D
Factor de crecimiento	G
Aplicación de carga del eje de 8.2 ton (18 kip) por cada camión	<u>Tf</u>

La información mínima necesaria para el diseño del pavimento es el tráfico promedio de los camiones, el cual puede ser un porcentaje del ADTo un valor medido con el conteo de vehículos en la zona del proyecto.

En la Tabla 27 se observa la proyección del tráfico medio diario al transcurrir los años. El ADTo estimado es de 372.

El factor de distribución direccional depende de la cantidad de sentidos que tenga la vía del proyecto. Si la vía presenta un sentido, el factor es de 1. En cambio, si la vía presenta dos sentidos (Lo que ocurre este proyecto), el factor es de 0.5.

El factor de distribución de carril se obtiene en base a lo especificado por el AASHTO (1993) El número de carriles en cada dirección es uno. Por lo tanto, el factor de distribución de carril será 1.

Tabla 80. *Número de carriles en cada dirección. Fuente: (AASHTO, 1993)*

Número de carriles en cada dirección	Porcentaje de 18 kip ESAL en el carril de diseño
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

El periodo de diseño considerado es de 15 años ya que la condición de la carretera es pavimentada de bajo volumen.

Para determinar el factor de crecimiento total, el Instituto de Asfalto (1981), recomienda la siguiente ecuación para el tráfico en todo el periodo de diseño:

$$(G)(Y) = \frac{(1 + r)^Y - 1}{r}$$

r = Tasa de crecimiento anual del tráfico

$$(G)(15) = \frac{(1 + 0.046)^{15} - 1}{0.046}$$

El factor de crecimiento (G) es 1.396

Por último, como el conteo de vehículos se realizó el año 2015, es recomendable estimar el porcentaje de camiones. Por lo que los valores de T y Tf se determinan en base a la distribución de camiones para diferentes clases de vía en Chile.

Tabla 81. *Estratigrafía de las carreteras en Chile. Fuente: Olcese 2021*

Estratigrafía	Característica
---------------	----------------

A	Combinación “Minera y general”
B	Fundamentalmente minero
C	General
D	Fundamentalmente “industrial pesado”
E	Combinación “industrial y agrícola medio”
F	Fundamentalmente agrícola
G	Combinación “industrial liviano y general”
H	Combinación “general con agrícola”
I	Fundamentalmente “industrial medio”
J	Combinación “industrial liviano con agrícola”

Por lo tanto, el valor de T es 0.7 y Tf es 2.149

Los parámetros para el diseño del pavimento flexible se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 82. *Parámetro de diseño de pavimento flexible. Fuente: propia*

Parámetro	Valor
ADTo	520
D	0.5
L	1
Y	15
G	1.396
r	0.046
T	0.7
Tf	2.149

El ESAL (Equivalent Single Axle Load), se determina mediante la siguiente fórmula planteada por el AASHTO (1993):

$$ESAL = (ADTo)(T)(Tf)(G)(D)(L)(365)(Y)$$

El valor de ESAL obtenido será el siguiente:

$$ESAL = (372)(0.7)(2.149)(1.396)(0.5)(1)(365)(15)$$

$$ESAL = 2.14E6 \quad \text{ejes equivalentes de 18 kip}$$

8.8 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

El pavimento flexible se apoyará sobre una subrasante que tiene que ser estudiada para conocer su comportamiento mecánico.

8.8.1 Resumen de las características del suelo de subrasante

El ensayo CBR se obtuvo los siguientes valores:

Tabla 83. *Valores de CBR. Fuente: (CESEL&GEA, 2015a)*

Sector homogéneo Km 00+000 – 04+000	11.8 %
Sector homogéneo Km 04+000 – 09+500	4.4%

Los ensayos de clasificación de la subrasante brindaron la siguiente información:

Tabla 84. *Clasificación de la Subrasante. Fuente: (CESEL&GEA, 2015a)*

Límite Líquido (%)	31.4
Límite Plástico (%)	19.5
Índice de plasticidad (%)	12.9

Tabla 85. *Propiedades granulométricas de la subrasante. Fuente: (CESEL&GEA, 2015b)*

%Grava	0.1
%Arena	42.1
% Finos	57.8

8.8.2 Ensayo granulométrico y clasificación del suelo

La granulometría de la subrasante es la siguiente:

Tabla 86. *Granulometría de la subrasante. Fuente: (CESEL&GEA, 2015b)*

	% Parcial Retenido	% Pasa
3"	0	100
2"	0	100
1 1/2"	0	100
1"	0	100
3/4"	0	100
1/2"	0	100
3/8"	0	100
1/4"	0	100
N°4	0.1	99.9
N°10	5.1	94.9
N°20	5.0	95.0
N°30	2.3	97.7
N°40	3.8	96.2
N°60	9.2	90.8
N°100	9.4	90.6
N°200	7.1	92.9
Fondo	57.8	

Del análisis granulométrico podemos determinar que el porcentaje que pasa la malla N°200 es mayor al 50%, por lo que suelo de la subrasante es cohesivo.

Según la clasificación SUCS, el suelo es un CL, arcilla de baja plasticidad. Este tipo de material se clasifica como Regular a malo, pertenece al grupo A-6 con índice de grupo 11.

8.8.3 CBR al 95% de la subrasante

El valor de soporte de California (CBR) obtenida mediante la norma del MTC E-132 está entre 1.2% y 17.7%. Para obtener el CBR de diseño, se usa la correlación planteada en el manual de diseño de pavimentos del AASHTO 2008 para suelos cohesivos.

Fórmula 25. *Cálculo del CBR de la subrasante*

$$CBR = \frac{75}{(1 + (0.728 * P200 * IP))}$$

Donde:

IP = Índice de plasticidad

P200 = porcentaje que pasa la malla N°200

Se desarrollo una ecuación de correlación entre el CBR obtenido en los ensayos estándar de laboratorio y los CBR obtenidos por correlaciones geotécnicas. Se obtuvo el coeficiente de ajuste 0.2068 y coeficiente de correlación 0.6873.

Los valores de CBR obtenidos son los siguientes:

Tabla 87. *Valores de CBR de la subrasante. Fuente: (CESEL&GEA, 2015b)*

Sector homogéneo Km 00+000 – 04+000	11.8 %
Sector homogéneo Km 04+000 – 09+500	4.4%

8.8.4 Estudio de cantera

Los materiales para la subbase y base de la estructura del pavimento provienen de canteras cercanas a la obra. El material granular debe cumplir con lo especificado en la Norma Técnica de Edificaciones CE.010 Pavimentos Urbanos.

Para este proyecto, se usará la cantera Tincas que está ubicada en el KM 08+300 lado derecho de la carretera Cállic-Luya. Las coordenadas UTM son las siguientes:

Tabla 88. *Coordenadas UTM de la cantera. Fuente: (CESEL&GEA, 2015b)*

Vértice	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5	V-6
Este	176365.0	176400.0	176464.0	176473.0	176476.0	176406.0
Norte	9314588.0	9314578.0	9314597.0	9314630.0	9314670.0	9314686.0

Las características de los materiales se presentan en el siguiente cuadro resumen:

Tabla 89. *Ensayos de laboratorio. Fuente: (CESEL&GEA, 2015b)*

Ensayo	Norma	Resultados
Límite Líquido	MTC E110	32%
Índice de Plasticidad	MTC E 111	12%
Clasificación SUCS	ASTMD 2487	GP – GC
Clasificación AASHTO	AASHTO M-145	A-2-4(0)
Proctor Modificado	MTC E115	2.178 gr/cm ³
Humedad Óptima	MTC E 108	6.1%
CBR 100%	MTC E 132	31.1%
CBR 95%	MTC E 132	20.9%
Abrasión	MTC E 207	25.3%
Equivalente de arena	MTC E 114	24%

Esta cantera, de origen pluvial y geoforma terraza se recomienda para uso en terraplenes, mezclar bancos de suelos granulares.

La cantera Cocahuayco se ubica al lado derecho de la ruta PE-08C carretera Pedro Ruiz – Chachapoyas. Cuenta con un acceso de 28.3 km a partir del km 00+000 de la vía en estudio. Se encuentra en buen estado y presenta una superficie de rodadura tipo MAC.

Las coordenadas UTM de la cantera son las siguientes:

Tabla 90. *Coordenadas UTM de la cantera Cocahuayco Fuente: (CESEL&GEA, 2015b)*

Vértice	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5	V-6
Este	176225.0	176195.0	176174.0	176145	176112	176078
Norte	9329404.0	9329430.0	9329515.0	9324607.0	9329689.0	9329659.0

Las características de los materiales de esta cantera se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 91. *Ensayos de laboratorio de la cantera Cocahuayco. Fuente: (CESEL&GEA, 2015b)*

Ensayo	Norma	Resultados
Límite Líquido	MTC E110	<17%
Índice de Plasticidad	MTC E 111	NP
Clasificación SUCS	ASTMD 2487	GP
Clasificación AASHTO	AASHTO M-145	A-1-a(0)
Proctor Modificado	MTC E115	2.063 gr/cm ³
Humedad Óptima	MTC E 108	7.198%
CBR 100%	MTC E 132	39%
CBR 95%	MTC E 132	23.7%
Abrasión	MTC E 207	11.1%

El material de esta cantera cumple con las características para uso de obras de subbase granular, base granular y obras de terraplén.

8.8.5 Fuentes de agua.

Las fuentes de agua que se van a aprovechar para el proyecto son el río Utcubamba ubicado en el Km 00+200 y el río Tincas, ubicado en el Km 08+300. Las muestras de agua que se analizaron dieron los siguientes resultados:

Tabla 92. *Análisis de las fuentes de agua. Fuente: (CESEL&GEA, 2015a)*

Nombre	SSS (ppm)	Alcalinidad (ppm)	Sulfatos (ppm)	Cloruros (ppm)	pH
Río Tincas	0.000	31	2.08	8.41	8.54
Río Utcubamba	0.035	19	6.95	5.25	8.23

El contenido de sulfatos es menor a 3000 ppm, la cantidad de cloruros es menor a 1000 ppm, el contenido de carbonatos y bicarbonatos alcalino es menor a 600 ppm y el PH es menor a

8.5. Por lo que cumple los requerimientos del manual de carreteras del MTC. Por lo tanto, el concreto a utilizar será Tipo I, de uso general.

8.9 Diseño

El pavimento flexible será diseñado usando la metodología planteada por la AASHTO (1993). La cual usa fórmulas empíricas obtenidas en los tests de la AASHTO.

La AASHTO usa en su diseño consideraciones como la confiabilidad, la cual es la probabilidad que la estructura diseñada se desempeñe exitosamente ante las cargas del tráfico. También plantea el nivel de servicialidad o PSI (present serviceability index), que determina el estado inicial y final de la estructura de pavimento. Adicionalmente, se incluye un coeficiente de variabilidad para tener en cuenta los errores o desviaciones en las propiedades de la subrasante, materiales, estimaciones del tráfico, condiciones climáticas y calidad de construcción.

La metodología AASHTO incluye otros parámetros más, tales como el periodo de análisis, el tráfico, que es medido por medio del ESAL y el módulo de resiliencia de la subrasante. Con todos estos parámetros, obtenemos como salida del diseño un número estructural (SN). En los acápites anteriores se han realizado los cálculos de algunos de estos parámetros. Por lo tanto, se mostrará una tabla resumen con los valores obtenidos.

Tabla 93. Tabla resumen de valores. Fuente: Propia

	VALOR
Estudio de Tráfico	
Tasa de crecimiento anual	4.6%
ESAL	2.14E+06
Estudio de Mecánica de suelos	
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(11)
CBR Subrasante Km 00+000 – Km 04+000	11.8%
CBR Subrasante Km 04+000 – Km 09+500	4.4%
Límite Líquido	31.4%
Índice de Plasticidad	12.9%
Estudio de Cantera Tincas	
Clasificación SUCS	GP – GC
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)
CBR del material	20.9%
Límite Líquido	32%
Índice de plasticidad	12%
Estudio de Cantera Cocahuayco	
Clasificación SUCS	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a(0)
CBR del material	23.7%
Límite Líquido	<17%
Índice de plasticidad	NP

8.10 Diseño por método AASHTO para pavimentos flexibles

La metodología de diseño se basa en lo planteado por el manual “AASHTO Guide for Design of Pavement Structures” (1993), el cual plantea fórmulas y usa nomogramas para simplificar el diseño. Estos serán adjuntados en la parte de Anexos.

Este método de diseño busca determinar los espesores de las diferentes capas de la estructura del pavimento por medio de fórmulas que se pueden desarrollar usando nomogramas existentes en el manual de diseño AASHTO (1993)

8.11 Datos de entrada

8.11.1 Periodo de diseño

Se estableció que el periodo de diseño es de 15 años en base a la AASHTO (1993)

8.11.2 Confiabilidad

La confiabilidad se determina en base a la clasificación de las vías establecida por la AASHTO. Las cuales son 4 tipos de vías:

Tabla 94. Clasificación de las vías según AASHTO. Modificado de la AASHTO (1993)

Clasificación de la vía	Nivel de confiabilidad recomendado	
	Urbano	Rural
Interestatales y otras autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 – 95
Colectores	80 - 95	75 – 95
Locales	50 - 80	50 – 80

Para el presente proyecto, la clasificación de la vía es Interestatal rural. Por lo que la confiabilidad está entre 80% y 99.9%. Se considera que la confiabilidad (R) es 90%.

8.11.3 Desviación estándar normal

Depende del valor de la confiabilidad. Para un valor de confiabilidad 90%, el valor de desviación estándar normal es de -1.282.

Tabla 95. Valor Desviación estándar normal. Fuente: Adaptación AASHTO (1993)

Confiabilidad (R)	Desviación estándar Normal (Zr)
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

8.11.4 Variabilidad

La guía AASHTO recomienda los siguientes valores de variabilidad para pavimentos flexibles en la sección 4.3 de la página I-6.

- 0.49 cuando el tráfico promedio anual es estimado
- 0.44 cuando el tráfico promedio anual es medido

8.11.5 Número de ejes equivalentes

El valor fue determinado en acápites anteriores. El número de ejes equivalentes ESAL es de 2.14+E06.

8.11.6 Módulo de resiliencia

Este valor se determina mediante la fórmula planteada en la guía AASHTO (2008):

$$Mr (psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Como ya se conocen el valor de CBR de la subrasante, que es 11.8% del Km 00+000 al Km 04+000 y 4.4% del Km 04+000 hasta Km 09+500.

Para los CBR de la subrasante 11.8% y 4.4%, los valores de Mr son 12339.2 psi y 6594.78 psi respectivamente.

8.11.7 Pérdida de servicialidad

AASHTO (1993) establece en la página I-8 que el nivel de servicialidad inicial es 4.2. De igual forma, AASHTO determina que el nivel de servicialidad final es 3. Sin embargo, para un ADT menor a 3000 vehículos por día, el nivel de servicialidad final es 2.5. Por lo tanto, se trabajará con este último valor. Cabe aclarar que este último también es establecido en el AASHTO (1993)

A continuación, se presenta una tabla resumen con los valores determinados:

Tabla 96. Cuadro resumen de parámetro de diseño. Fuente: propia

Parámetro	Valor	Unidad
ESAL	2.14E+06	
Confiabilidad (R)	90%	
Desviación estándar normal (Zr)	-1.282	
Variabilidad (So)	0.44	
Periodo de Diseño (Y)	15	años
Índice inicial de servicialidad (PSI_0)	4.2	
Índice final de servicialidad (PSI_f)	2.5	
ΔPSI	1.7	
CBR de la subrasante Km 00+000 – Km 04+000	11.8%	
CBR de la subrasante Km 04+000 – Km 09+500	4.4%	
Módulo de resiliencia de la Subrasante (Mr) Km 00+000 – Km 04+000	12339.2	psi
Módulo de resiliencia de la Subrasante (Mr) Km 04+000 – Km 09+500	6594.78	psi

8.12 Diseño de la estructura del pavimento

La metodología de la AASHTO (1993) plantea una fórmula en donde interviene el número estructural, calculado mediante el uso de nomogramas, coeficientes estructurales de cada capa, espesores de la capa y coeficientes de drenaje.

Fórmula 26. *Fórmula de Número estructural*

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Donde:

m_1 = Coeficiente de drenaje

a_i = coeficiente de cada capa

D_i = Espesor de cada capa

SN = Número estructural

8.13 Número Estructural

Con el uso del Nomograma de la página II-32 de la guía del AASHTO, se determina el número estructural para valores de módulo de resiliencia 12339.2 psi y 6594.8 psi. Los cuales son 3.234 y 4.097 respectivamente.

8.14 Coeficientes estructurales de las capas

Se usa las figuras 2.6 y 2.7 de las páginas II-19 y II-21 de la AASHTO (1993). El coeficiente de la base (a_2) se calcula en por medio del CBR de la base y, para el coeficiente de la subbase(a_3), se usa el valor de CBR de la subrasante.

Según la Norma Técnica de Edificación CE.010 Pavimentos Urbanos el CRB para material de subbase debe ser mayor a 40% y el CBR para material de base debe ser mayor al 80%. De los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, se obtuvo el CBR de la base y subbase al 95%.

Para establecer el coeficiente estructural de la carpeta asfáltica (a_1) se usa las recomendaciones que plantea la guía de la AASHTO (1993), que específica para trabajos en mezclas calientes con calidad intermedia de supervisión y producción, un coeficiente a_1 de 0.42.

Los valores obtenidos son los siguientes:

Tabla 97. *Coeficientes de cada capa. Fuente: (AASHTO, 1993)*

Capa	CBR	Coeficiente estructural (a_i)
Carpeta asfáltica (a_1)	-	0.42
Base (a_2)	95%	0.09
Subbase (a_3)	95%	0.1

8.15 Coeficientes de drenaje

El material escogido para la subbase y base es una grava mal graduada, por lo que la calidad del drenaje se considera de regular a buena. Los coeficientes “mi” dependen de la calidad del drenaje de las capas y el porcentaje del tiempo a la que estará expuesto a condiciones de saturación.

La guía AASHTO (1993) utiliza la Tabla 2.4 que esta en la página II-25. Las tablas se adjuntan en la parte de Anexos.

Los valores de los coeficientes calculados son:

Tabla 98. *Coeficientes de Drenaje. Fuente: (AASHTO, 1993)*

Capa	CBR	Coeficiente de drenaje (mi)
Base (m2)	95%	1.00
Subbase (m3)	95%	1.00

Para determinar los espesores de las capas que conforman la estructura del pavimento, la AASHTO recomienda determinados espesores mínimos para la carpeta de rodadura y la base granular. Para el ESAL de 2.14E+06, los espesores mínimos de carpeta de rodadura y base granular son de 3.5 in (9.00 cm) y 6 in (16 cm).

ESAL's	Espesor de Asfalto (in)	Espesor de Base (in)
Menos de 50 000	1.0	4.0
50 001 – 150 000	2.0	4.0
150 001 – 500 000	2.5	4.0
500 001 – 2 000 000	3.0	6.0
2 000 001 – 7 000 000	3.5	6.0
Más de 7 000 000	4.0	6.0

Tabla 99. *Cuadro de espesores mínimos de carpeta de rodadura y base granular. Fuente: Adaptado de la (AASHTO, 1993)*

Los espesores de las capas del pavimento se determinan mediante la guía de la AASHTO (1993) con la figura 3.2 de la página II-36.

El criterio para determinar los anchos de las capas es que las más profundas deben tener mayor espesor y las capas superiores menor espesor. Entonces, se plantean las siguientes

alternativas de estructura de pavimento para el tramo Km 00+000 – Km 04+000 con CBR de la subrasante 11.8%

Capa	Alternativas				
	1	2	3	4	5
	Espesores (cm)				
Carpeta Asfáltica	10	13	10	10	10
Base	20	25	15	20	15
Subbase	25	30	26	30	30

Tabla 100. *Alternativas de estructura de pavimento. Fuente: Propia*

Para el tramo Km 04+500 – Km 09+000 con CBR de la subrasante 4.4% se plantea alternativas para el diseño de la estructura de pavimento.

Tabla 101. *Alternativa de estructura de pavimento. Fuente: Propia*

Capa	Alternativas				
	1	2	3	4	5
	Espesores (cm)				
Carpeta Asfáltica	10	10	10	12	10
Base	25	30	20	20	15
Subbase	40	35	45	35	50

9 DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE

9.1 Cunetas

El diseño de las cunetas se realizará en base al Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje del ministerio de transportes y comunicaciones.

Las cunetas a diseñar serán revestidas con concreto, se ubicarán a ambos lados de la carretera si la sección está en corte. Pero si se van a realizar terraplenes, ya no se colocarán las cunetas de drenaje.

En la tabla 304.12 del manual, se procede a determinar la inclinación máxima del talud interior de la cuneta.

Figura 57. *Inclinación máxima del talud interior de la cuneta. Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones & Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2014)*

Tabla 304.12
INCLINACIONES MÁXIMAS DEL TALUD (V:H)
INTERIOR DE LA CUNETETA

V.D. (Km/h)	I.M.D.A (VEH./DIA)	
	< 750	> 750
<70	1:02	(*)
	1:03	
> 70	1:03	1:04

La velocidad de diseño de la carretera es de 40 km/h y tiene un IMDA proyectado a 25 años de 1146 vehículos por día.

9.2 Capacidad de las cunetas.

Se aplicará la ecuación de Manning para determinar el valor del caudal de diseño.

Fórmula 27. *Ecuación de Manning*

$$Q = V \times A = \frac{(A R_h^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}})}{n}$$

Q= Caudal(m³/s)

V = Velocidad media (m/s)

A = Área de la sección(m²)

P = Perímetro mojado(m)

R_h = A/P radio hidráulico(m) (Área de la sección entre el perímetro mojado)

S = Pendiente de fondo(m/m)

n= Coeficiente de rugosidad de Manning

Para determinar el coeficiente de rugosidad de Manning "n" se usará la tabla 2.2 presentada en VEN TE CHOW (1994).

Figura 58. Valores de coeficiente de rugosidad *n* de Manning. Fuente: (VEN TE CHOW, 1994)

TIPO DE CANAL Y DESCRIPCIÓN	MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMO
2. Mortero	0.011	0.013	0.015
b. Madera			
1. Cepillada sin tratar	0.010	0.012	0.014
2. Cepillada, creosotada	0.011	0.012	0.015
3. Sin cepillar	0.011	0.013	0.015
4. Planchas con listones	0.012	0.015	0.018
5. Revestida con papel impermeable	0.010	0.014	0.017
c. Concreto			
1. Terminado con cuchara	0.011	0.013	0.015
2. Terminado con lechada	0.013	0.015	0.016
3. Terminado con grava en el fondo	0.015	0.017	0.020
4. Sin terminar	0.014	0.017	0.020
5. Guirita en sección correcta	0.016	0.019	0.023
6. Guirita en sección ondulada	0.018	0.022	0.025
7. Sobre roca excavada pareja	0.017	0.020	
8. Sobre roca excavada irregular	0.022	0.027	
d. Fondo de concreto terminado con lechada con los costados de:			
1. Piedra acomodada en mortero	0.015	0.017	0.020
2. Piedra volcada en mortero	0.017	0.020	0.024
3. Mampostería de piedra partida cementada y revocada	0.016	0.020	0.024
4. Mampostería de piedra partida cementada	0.020	0.025	0.030
5. Piedra partida suelta o riprap	0.020	0.030	0.035
e. Fondo de grava con costado de:			
1. Hormigón encofrado	0.017	0.020	0.025
2. Piedra volcada en mortero	0.020	0.023	0.026
3. Piedra partida suelta o riprap	0.023	0.033	0.036

La velocidad límite admisible es 4.5 m/s, ya que el tipo de superficie de la cuneta será de concreto. Se usa la Tabla 33 de la normativa de Hidrología, hidráulica y drenaje.

Figura 59. Velocidad límite admisible “v”. Fuente: (MTC & DGCF, 2014)

Por criterio del diseñador, se utilizará una pendiente longitudinal “S” igual a 0.001 m/m

TABLA N° 33: Velocidades límites admisibles

TIPO DE SUPERFICIE	VELOCIDAD LIMITE ADMISIBLE (M/S)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 – 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 – 0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 – 1.50
Hierba	1.20 – 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40 – 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 – 4.50 *
Concreto	4.50 – 6.00 *

* Para flujos de muy corta duración
Fuente: Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito-MTC.

El radio hidráulico R_h se calcula con la siguiente fórmula del manual de hidrología, hidráulica y drenaje:

Fórmula 28. Fórmula radio hidráulico. Fuente: (VEN TE CHOW, 1994)

$$R_h = \frac{nv}{\sqrt{S}}$$

Reemplazando en la fórmula, se obtiene lo siguiente:

$$R_h = \frac{0.0149 * 4.5 \text{ m/s}}{\sqrt{0.001}}$$

$$R_h = 2.812 \text{ m}$$

Elegimos una altura de cuneta menor a 0.6 m, en este diseño se usa un valor $H=0.4\text{m}$

Calculamos el área de sección mojada “A” usando la siguiente fórmula:

$$A = \frac{5 * H^2}{4}$$

Reemplazamos valores:

$$A = \frac{5 * 0.4^2}{4} = 0.2 \text{ m}^2$$

Usamos la ecuación de Manning para determinar el caudal de diseño:

$$Q = \frac{0.2 * 2.812^{\frac{2}{3}} * 0.001^{\frac{1}{2}}}{0.014} = \frac{0.9\text{m}^3}{\text{s}}$$

9.3 Caudal Q de aporte

El caudal de aporte se calcula mediante la siguiente expresión planteada en el manual de hidrología, hidráulica y drenaje:

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

Donde:

C = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca

A = Área portante en km^2

I = Intensidad de lluvia de diseño en mm/h

El área portante “A” está conformada por la longitud de un carril más la cuneta y la longitud total de la carretera.

Carril = 3.3 m

Cuneta = 1.2 m

Longitud total de la carretera = 6169 m

$$A = (3.3 + 1.2) * (6169) = 27760.5 \text{ m}^2$$

$$A = 0.02776 \text{ km}^2$$

El valor del coeficiente de escorrentía “C” se determina usando una tabla que plantea el libro de hidrología aplicada de (VEN TE CHOW, 1994). El valor del coeficiente es de 0.86 Coeficientes de escorrentía “C”. Fuente: (VEN TE CHOW, 1994)

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
AREAS URBANAS							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
AREAS NO DESARROLLADAS							
Área de Cultivos							
Plano 0 - 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente Superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano 0 - 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

La estación meteorológica “Estación Chachapoyas” brinda información acerca de la intensidad de lluvia (mm/h), el cual es de 44.4 mm/h.

Por medio de la fórmula anterior, se obtiene el valor de caudal de aporte:

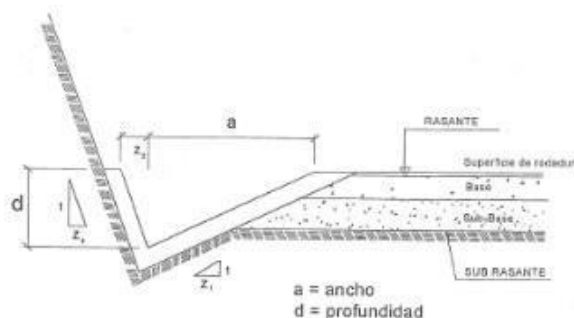
$$Q = \frac{0.86 \cdot 44.4 \cdot 0.02776}{3.6} = 0.294 \frac{m^3}{s}$$

Se concluye que el caudal de diseño es mayor que el caudal de aporte. Por lo tanto, el diseño es correcto y se puede continuar con el dimensionamiento de la cuneta.

El Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje establece las dimensiones mínimas para deancho y profundidad de la cuneta en base a la cantidad de lluvia anual que exista en la zona.

En la zona del proyecto, los estudios hidrológicos han establecido que es una región muy lluviosa.

Figura 60. Dimensiones mínimas de cunetas triangulares. Fuente: (MTC & DGCF, 2014)



El valor de la pendiente de la parte externa de la cuneta depende del talud de corte. En acápites anteriores se ha determinado el valor de la pendiente del talud de corte, ese mismo se usará para el talud de la cuneta.

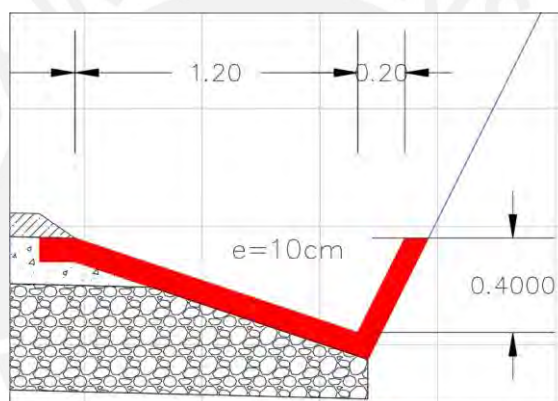
El valor de Z_2 será igual a 1 y, adicionalmente, se considerará un revestimiento de 10 cm con hormigón de $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$

Figura 61. *Sección triangular cuneta. Fuente: (MTC & DGCF, 2014)*

Finalmente, la sección de la cuneta será la siguiente:

REGIÓN	PROFUNDIDAD (D) (M)	ANCHO (A) (M)
Seca (<400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.20

Figura 62. *Sección de cuneta. Fuente: Propia*



10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La construcción de la vía Cállic-Luya es la solución a los problemas de diseño geométrico, interferencia en la vía por derrumbes, daños en la calzada por las intensas lluvias y carpeta de rodadura en pésimas condiciones.

Con relación al primer objetivo, las zonas críticas de la vía se encuentran entre el Km 3+150 y Km 3+216, entre el km 3+320 y km 3+348. La vía presenta inestabilidad en la calzada debido a la erosión producida por las lluvias permanentes. Además, se han generado fisuras longitudinales y transversales por donde discurre el agua y conlleva a hundimientos de la vía o derrumbes.

Entre el Km 3+386 y Km 3+412, el ancho de la calzada es aproximadamente de 5.30 m, por lo que el flujo vehicular es en un solo carril. Además, el tipo de orografía en esta zona es "Tipo IV". Así que es una zona de la carretera donde pueden ocurrir accidentes mortales.

En el tramo ubicado entre el km 4+100 y km 4+150, existen derrumbes constantes de roca suelta y suelo compacto debido a que el talud no presenta su pendiente natural de reposo. Además, hay derrumbes antiguos en donde se ha quedado acumulado material suelto o roca suelta en el talud intermedio o superior, así como fracturas que presentan los taludes rocosos.

Respecto al segundo objetivo, se han diseñado 3 carreteras de segunda clase. Alternativa 1, alternativa 2 y alternativa 3, las cuales tienen 6.2 km, 4.8 km y 4.9 km respectivamente. Cada alternativa cumple con las especificaciones establecidas en la norma peruana de carreteras DG-2018. La velocidad de diseño de la vía es de 40 km/h, el vehículo de diseño seleccionado es el T2S2, la zona del proyecto presenta una orografía tipo IV. El radio mínimo usado en las 3 alternativas es de 55 m, en cada alternativa se ha proyectado un puente. La sección transversal es la misma para las tres alternativas, tienen dos carriles con 3.3 m de ancho cada carril y dos bermas, cada una con 1.2 m

La alternativa 1 presenta 19 curvas horizontales, la segunda alternativa 14 y la tercera 15. El peralte máximo en las tres alternativas es de 11.5% y no se proyectaron sobreechamientos. En el alineamiento vertical, la alternativa 1 presenta 5 curvas verticales con pendiente máxima de 8.13% y mínima de 1.07%, la segunda alternativa tiene 6 curvas verticales con pendiente máxima de 9% y mínima de 2.74% y la tercera alternativa presenta 5 curvas verticales con pendiente máxima de 8.98% y mínima de 3.10%

Con respecto al tercer objetivo, la alternativa 1 tiene un valor de movimiento de masa igual a 699,646 m³, la alternativa 2 es de 1,709,737 m³ y la alternativa 3 es de 985,889 m³

En el proceso de análisis jerárquico (AHP) se establecieron 6 criterios para seleccionar la mejor alternativa de diseño: movimiento de masas, longitud de los trazos, cantidad de curvas en el alineamiento horizontal, pendientes longitudinales, superficies de los muros de contención y longitud de las cunetas.

La alternativa 1, presenta un radio mínimo de 55 m con curvas de transición y máximo de 170 m que no incluye curvas de transición. Tiene un recorrido de 6.2 km, un valor de movimiento de masas de 699,646 m³, lo que representa el menor valor entre todas las alternativas. La longitud del puente es de 194 m, tiene 9789.104 m² de superficie de muros de contención y presenta 6141.6 ml de longitud de cuneta entre revestida y no revestida.

La alternativa 2 es la que presenta un mayor costo económico, presenta un radio mínimo de 55 m y máximo de 160 m que no incluye curvas de transición. Tiene un recorrido de 4.8 km, un valor de movimiento de masas de 1,709,737 m³, el cual representa el mayor valor entre todas las alternativas. El puente tiene una longitud de 85 m, tiene 14,874.27 m² de superficie de muros de contención. Es el mayor valor entre todas las alternativas y presenta 5208.29 ml de longitud de cuneta entre revestida y no revestida.

Por último, la alternativa seleccionada para realizar el proyecto es la tercera vía que tiene un recorrido de 4.97 km, un valor de movimiento de masas de 985,889 m³, el radio mínimo es de 55 m que incluye curvas de transición y el radio máximo es de 160 m que no incluye curvas de transición. Tiene un puente de longitud 150.7 m, tiene 6013.01 m² de superficie de muros de contención, el cual es el menor valor de todas las alternativas y tiene 7198.57 ml de longitud de cuneta entre revestida y no revestida. Este último es el mayor valor entre todas las alternativas.

Con respecto al cuarto objetivo, se propuso que la estructura del pavimento flexible tenga los siguientes espesores:

- el Km 00+000 al Km 04+000 la carpeta asfáltica tiene un espesor de 10 cm, la base es de 20 cm, la subbase de 30 cm y el espesor de subrasante será de 30 cm.
- Del Km 04+000 al Km 04+970 la carpeta asfáltica tiene un espesor de 10 cm, la base es de 30 cm, la subbase de 35 cm y el espesor de subrasante será de 30 cm.

En relación con el diseño de la cuneta, tiene un revestimiento de 10 cm con hormigón de $f'c=175$ kg/cm², la profundidad será de 0.40 m y un ancho de 1.20 m.

Con respecto al quinto objetivo, se elaboraron los planos del alineamiento horizontal, vertical y secciones transversales de la alternativa seleccionada. En las secciones transversales se observa información del volumen de tierra que se corta y se rellena entre cada sección transversal, el área de revestimiento de las cunetas, el volumen y área que ocupan los muros de contención, el bombeo de la calzada, la altitud de la vía. En el diseño horizontal y vertical existe información de la longitud de curva vertical, pendiente, cota

del terreno, cota de subrasante, altura de corte y relleno, cuadro de elementos de curva y curvas de nivel.

Por último, el tiempo de recorrido de la vía se reduce significativa, de 16 minutos que era el tiempo sin proyecto a 8 minutos, que es el tiempo con proyecto. Por lo que es un beneficio importante para todos los usuarios de esta vía. De igual manera, el mejoramiento de la carpeta de rodadura (Carpeta asfáltica) y el trazo de la vía contribuyen a la reducción del tiempo de viaje. Adicionalmente, la proyección de muros de contención a lo largo de la carretera mejora la seguridad integral.



11 RECOMENDACIONES

Es recomendable efectuar los trabajos topográficos de la carretera para obtener mayor información del entorno y diseñar la vía con datos más reales y precisos. Además, se podrá realizar un mejor análisis del movimiento de masas que se generará al momento de la ejecución del proyecto.

Al ser una carretera de segunda clase, genera que se eleve el volumen de movimiento de masas, ya que las dimensiones de la vía son mayores en comparación a una carretera de tercera clase o de afirmado. Se recomienda utilizar los coeficientes de esponjamiento de los materiales que serán obtenidos de los estudios geotécnicos, ya que influye significativamente en la cantidad de material movilizado.

Para el diseño de las cunetas, se tiene poca información respecto a la hidrología de la región, puesto que las estaciones hidrológicas cercanas no registran continuamente la información que es necesaria en obras viales.

Con respecto a la implicancia del proyecto en el tiempo de viaje se debe realizar un estudio más detallado para poder encontrar los parámetros α y β más adecuados a la carretera que se está proyectando. De esta forma, se calculará con mayor precisión la reducción del tiempo de viaje.

Para finalizar, se ha observado que las pendientes verticales de las distintas alternativas de diseño son mayores a 7% por lo que se debería analizar la colocación de zonas de descanso para vehículos de dimensiones mayores como camiones.

12 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (1993). *AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES* (American Association Of State Highway And Transportation Officials, Ed.). American Association Of State Highway And Transportation Officials.
- Andueza, P. (1989). *El diseño geométrico de carreteras. Tomo I: Vol. I* (Mérida. Talleres Gráficos Universitarios, Ed.).
- Bañón Luis y Beviá García, J. F. (2000a). *Manual de carreteras. Volumen I: elementos y proyecto.*
- Bañón Luis y Beviá García, J. F. (2000b). *Manual de carreteras. Volumen II: construcción y mantenimiento.*
- Cárdenas Grisales, J. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras* (Ecoe Ediciones, Ed.; Segunda Edición).
- CESEL&GEA. (2015a). *Estudios Básico Proyecto de Transportes Tramo: Caclic-Luya-Lamud.*
- CESEL&GEA. (2015b). *Proyecto de Ingeniería Suelos y Pavimentos Tramo: Caclic-Luya-Lamud.*
- Comunicaciones, Perú. M. de T. y. (2018). *Manual de carreteras : diseño geométrico DG-2018.* (Ed. revisada y corregida al 2014., Ed.). Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Ministerio de desarrollo social, Chile. D. de E. S. de I. (2017). Metodología de formulación y evaluación de proyectos de vialidad intermedia. In *Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Intermedia* (pp. 4–60).
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *MANUAL PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO.*
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, & Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos Geología, Geotecnica y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos. R.D. N°10 - 2014 - MTC/14.*
- Ministerio de Vivienda, C. y S. (2010). Norma Técnica CE.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE. In *Portal Institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento* (pp. 3–73).
- MTC. (2000). *Reglamento de Señalizaciones.*
- Palacios Tovar, C. A. (2018). Efecto de la inversión pública en la infraestructura vial sobre el crecimiento de la economía peruana entre los años 2000-2016. *Ingeniería Industrial*, 36. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2018.n036.2454>

- SEStran, & Scottish Road Research Board. (2018). *Star Path: Photo Luminescent Road Markings: Trial Study*.
- Singh, R., Sharma, R., Vaseem Akram, S., Gehlot, A., Buddhi, D., Malik, P. K., & Arya, R. (2021). Highway 4.0: Digitalization of highways for vulnerable road safety development with intelligent IoT sensors and machine learning. *Safety Science*, 143, 105407. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2021.105407>
- SUTRAN. (2021). *Reglamento Nacional de Vehículos - Decreto Supremo N° 058-2003-MTC*.
- Toskano Hurtado, & Gérard Bruno. (2005). *El proceso de Análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores*. UNMSM.
- Urrunaga, R., & Aparicio, C. (2012). Infraestructura y crecimiento económico en el Perú. *Revista de La CEPAL*, 2012(107). <https://doi.org/10.18356/533f5549-es>
- VEN TE CHOW, D. R. M. L. W. M. (1994). *Hidrología Aplicada* (Martha Edna Suárez R., Ed.; Primera Edición).
- y Mayor, Rafael., & Cárdenas Grisales, James. (2007). *Ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones*. Alfaomega.



DATO	P.K. (Km +m)	TIPO	LONGITUD (m)	RADIO (m)	FORMA	VERIFICACIÓN
1	00+000.00	RECTA	91.62		Recta	CUMPLE
	00+091.62	CLOT.	50			
2	00+141.62	CIRC.	25.62	-80		
	00+167.24	CLOT.	50			
3	00+217.24	RECTA	154.969		S	CUMPLE
	00+372.21	CLOT.	50			
4	00+422.21	CIRC.	18.64	80		
	00+440.85	CLOT.	50			
5	00+490.85	RECTA	70.361		S	CUMPLE
	00+561.21	CLOT.	50			
6	00+611.21	CIRC.	58.089	-100		
	00+669.30	CLOT.	50			
7	00+719.30	RECTA	213.356		O	CUMPLE
8	00+932.65	CIRC.	48.176	-160		
9	00+980.83	RECTA	113.578		O	CUMPLE
	01+089.63	CLOT.	50			
10	01+139.63	CIRC.	135.534	-55		
	01+275.16	CLOT.	50			
11	01+325.16	RECTA	70.801		S	CUMPLE
	01+395.96	CLOT.	50			
12	01+445.96	CIRC.	47.897	100		
	01+493.86	CLOT.	50			
13	01+543.86	RECTA	128.706		O	CUMPLE
	01+672.57	CLOT.	50			
14	01+722.57	CIRC.	16.669	90		
	01+739.24	CLOT.	50			
15	01+789.24	RECTA	155.884		O	CUMPLE

16	01+945.12	CIRC.	29.72	170		
17	01+974.84	RECTA	167.982		O	CUMPLE
	02+142.82	CLOT.	50			
18	02+192.82	CIRC.	122.666	55		
	02+315.49	CLOT.	50			
19	02+365.49	RECTA	149.98		S	CUMPLE
	02+515.47	CLOT.	50			
20	02+565.47	CIRC.	2.752	-110		
	02+568.22	CLOT.	50			
21	02+618.22	RECTA	116.429		O	CUMPLE
	02+734.65	CLOT.	50			
22	02+784.65	CIRC.	112.307	-110		
	02+896.96	CLOT.	50			
DATO	P.K. (Km	TIPO	LONGITUD	RADIO	FORMA	VERIFICACIÓN
	+m)		(m)	(m)		
23	02+946.96	RECTA	224.05		S	CUMPLE
24	03+171.01	CIRC.	153.198	170		
25	03+324.20	RECTA	206.897		O	CUMPLE
	03+531.10	CLOT.	45			
26	03+576.10	CIRC.	125.019	110		
	03+701.12	CLOT.	45			
27	03+746.12	RECTA	100.904		S	CUMPLE
28	03+847.02	CLOT.	50			

	03+897.02	CIRC.	125.893	-55		
	04+022.92	CLOT.	50			
29	04+072.92	RECTA	203.39		O	CUMPLE
	04+276.31	CLOT.	50			
30	04+326.31	CIRC.	87.233	-90		
	04+413.54	CLOT.	50			
31	04+463.54	RECTA	168.562		S	CUMPLE
32	04+632.10	CIRC.	79.296	160		
33	04+711.40	RECTA	274.76		O	CUMPLE
	04+986.16	CLOT.	60			
34	05+046.16	CIRC.	119.887	60		
	05+166.05	CLOT.	60			
35	05+226.05	RECTA	293.092		S	CUMPLE
	05+519.14	CLOT.	60			
36	05+579.14	CIRC.	47.414	-100		
	05+626.55	CLOT.	60			
37	05+686.55	RECTA	190.382		S	CUMPLE
	05+876.93	CLOT.	50			
38	05+926.93	CIRC.	80.91	80		
	06+007.84	CLOT.	50			
39	06+057.84	RECTA	111.61		Recto	CUMPLE
	06+169.45					

Tabla A2. Correspondencia de velocidad entre curvas. Fuente: Adaptado de Istram

DAT	P.K. (Km	TIPO	LONGITU	RADIO	VELOCIDA	ΔV (km/h)
O	+m)		D (m)	(m)	D TEÓRICA	
					(km/h)	
2	00+091.62	CLOT.	50			
	00+141.62	CIRC.	25.62	80	54.28	
	00+167.24	CLOT.	50			
4	00+372.21	CLOT.	50			
	00+422.21	CIRC.	18.64	80	54.28	0.00
	00+440.85	CLOT.	50			
6	00+561.21	CLOT.	50			
	00+611.21	CIRC.	58.089	100	60.69	6.41
	00+669.30	CLOT.	50			
8	00+932.65	CIRC.	48.176	160	76.76	16.08
DATO	P.K. (Km +m)	TIPO	LONGITUD	RADIO	VELOCIDAD	ΔV
			(m)	(m)	TEÓRICA (km/h)	(km/h)
10	01+089.63	CLOT.	50			
	01+139.63	CIRC.	135.534	55	45.01	31.76



	01+275.16	CLOT.	50			
12	01+395.96	CLOT.	50			
	01+445.96	CIRC.	47.897	100	60.69	15.68
	01+493.86	CLOT.	50			
14	01+672.57	CLOT.	50			
	01+722.57	CIRC.	16.669	90	57.57	3.11
	01+739.24	CLOT.	50			
16	01+945.12	CIRC.	29.72	170	79.13	21.55
18	02+142.82	CLOT.	50			
	02+192.82	CIRC.	122.666	55	45.01	34.12
	02+315.49	CLOT.	50			
20	02+515.47	CLOT.	50			
	02+565.47	CIRC.	2.752	110	63.65	18.64
	02+568.22	CLOT.	50			
22	02+734.65	CLOT.	50			
	02+784.65	CIRC.	112.307	110	63.65	0.00
	02+896.96	CLOT.	50			
24	03+171.01	CIRC.	153.198	170	79.13	15.48
26	03+531.10	CLOT.	45			
	03+576.10	CIRC.	125.019	110	63.65	15.48
	03+701.12	CLOT.	45			
28	03+847.02	CLOT.	50			
	03+897.02	CIRC.	125.893	55	45.01	18.64
	04+022.92	CLOT.	50			
30	04+276.31	CLOT.	50		57.57	12.57

	04+326.31	CIRC.	87.233	90		
	04+413.54	CLOT.	50			
32	04+632.10	CIRC.	79.296	160	76.76	19.19
34	04+986.16	CLOT.	60			
	05+046.16	CIRC.	119.887	60	47.01	29.76
	05+166.05	CLOT.	60			
36	05+519.14	CLOT.	60			
	05+579.14	CIRC.	47.414	100	60.69	13.68
	05+626.55	CLOT.	60			
38	05+876.93	CLOT.	50			
	05+926.93	CIRC.	80.91	80	54.28	6.41
	06+007.84	CLOT.	50			



Tabla A3. Peraltes en los tramos curvos. Fuente: adaptado de Istram.

DATO	TIPO	LONGITUD (m)	RADIO (m)	PERALTE DERECHA (%)	PERALTE IZQUIERDA (%)
2	CLOT.	50			
	CIRC.	25.62	80	-9.9	-9.9
	CLOT.	50			
4	CLOT.	50		9.9	9.9
	CIRC.	18.64	80		
	CLOT.	50			
6	CLOT.	50			
	CLOT.	50			
	CIRC.	58.089	100	-8.7	-8.7
	CLOT.	50			
8	CIRC.	48.176	160	-6.4	-6.4
10	CLOT.	50			
	CIRC.	135.534	55	-11.5	-11.5
	CLOT.	50			
DATO	TIPO	LONGITUD (m)	RADIO (m)	PERALTE DERECHA (%)	PERALTE IZQUIERDA (%)
2	CLOT.	50			
	CIRC.	25.62	80	-9.9	-9.9
	CLOT.	50			
4	CLOT.	50		9.9	9.9
	CIRC.	18.64	80		

	CLOT.	50			
	CLOT.	50			
6	CIRC.	58.089	100	-8.7	-8.7
	CLOT.	50			
8	CIRC.	48.176	160	-6.4	-6.4
	CLOT.	50			
10	CIRC.	135.534	55	-11.5	-11.5
	CLOT.	50			

DATO	TIPO	LONGITUD (m)	RADIO (m)	PERALTE DERECHA (%)	PERALTE IZQUIERDA (%)
	CLOT.	50			
12	CIRC.	47.897	100	8.7	8.7
	CLOT.	50			
	CLOT.	50			
14	CIRC.	16.669	90	9.3	9.3
	CLOT.	50			
16	CIRC.	29.72	170	6.1	6.1
18	CLOT.	50		11.5	11.5

	CIRC.	122.666	55		
	CLOT.	50			
	CLOT.	50			
20	CIRC.	2.752	110	-8.2	-8.2
	CLOT.	50			
	CLOT.	50			
22	CIRC.	112.307	110	-8.2	-8.2
	CLOT.	50			
24	CIRC.	153.198	170	6.1	6.1
	CLOT.	45			
26	CIRC.	125.019	110	8.2	8.2
	CLOT.	45			
	CLOT.	50			
28	CIRC.	125.893	55	-11.5	-11.5
	CLOT.	50			
	CLOT.	50			
30	CIRC.	87.233	90	-9.3	-9.3
	CLOT.	50			
32	CIRC.	79.296	160	6.4	6.4
	CLOT.	60			
34	CIRC.	119.887	60	11.2	11.2
	CLOT.	60			
36	CLOT.	60		-8.7	-8.7
	CIRC.	47.414	100		
	CLOT.	60			
	CLOT.	50			
38	CIRC.	80.91	80	9.9	9.9
	CLOT.	50			

Tabla A4. Parámetros de sección transversal. Fuente :Adaptado de Istram

P.K	Peralte	Peralte	Pendiente I	Pendiente	Ancho izq. (m)	Ancho dcha. (m)
	IZQ	DER		D		
00+000.00	-2.50%	2.50%	1.07%	1.07%	3.30	3.30
00+078.99	-2.50%	2.50%	1.07%	1.07%	3.30	3.30
00+104.25	-2.50%	-2.50%	1.07%	1.07%	3.70	3.30
00+141.62	-9.90%	-9.90%	1.07%	1.07%	4.90	3.30
00+200.00	-3.41%	-3.41%	1.07%	1.07%	3.85	3.30
00+204.61	-2.50%	-2.50%	1.07%	1.07%	3.70	3.30
00+400.00	5.50%	5.50%	1.07%	1.07%	3.30	4.19
00+490.85	4.22%	4.22%	1.07%	1.07%	3.30	3.96



00+600.00	-7.63%	-7.63%	1.07%	1.07%	4.43	3.30
00+611.21	-8.70%	-8.70%	1.07%	1.07%	4.60	3.30
00+704.93	-2.50%	-2.50%	1.07%	1.07%	3.67	3.30
00+927.99	-2.50%	-2.50%	3.72%	3.72%	3.69	3.30
00+937.18	-6.40%	-6.40%	4.25%	4.25%	4.30	3.30
01+139.63	-11.50%	-11.50%	4.25%	4.25%	5.40	3.30
01+275.16	-11.50%	-11.50%	4.25%	4.25%	5.40	3.30
01+395.96	3.96%	3.96%	4.25%	4.25%	3.30	3.84
01+445.96	8.70%	8.70%	4.25%	4.25%	3.30	4.60
01+558.23	-2.50%	2.50%	4.25%	4.25%	3.30	3.30
01+600.00	-2.50%	2.50%	4.25%	4.25%	3.30	3.30
01+789.24	0.00%	2.50%	4.25%	4.25%	3.30	3.30
01+945.12	4.27%	4.27%	8.13%	8.13%	3.30	3.93
01+970.53	6.10%	6.10%	8.13%	8.13%	3.30	4.20
02+000.00	-2.50%	2.50%	8.13%	8.13%	3.30	3.30
02+192.82	11.50%	11.50%	8.13%	8.13%	3.30	5.40
02+365.49	7.21%	7.21%	8.13%	8.13%	3.30	4.56
02+568.22	-8.20%	-8.20%	8.13%	8.13%	4.60	3.30
02+695.98	-2.50%	2.50%	8.13%	8.13%	3.30	3.30
02+800.00	-8.20%	-8.20%	4.70%	4.70%	4.60	3.30
02+946.96	-2.50%	0.00%	4.70%	4.70%	3.30	3.30
03+171.01	4.27%	4.27%	4.70%	4.70%	3.30	3.93
03+328.38	2.50%	2.50%	4.70%	4.70%	3.30	3.67

03+776.57	2.50%	2.50%	4.01%	4.01%	3.30	3.57
03+897.02	-11.50%	-11.50%	3.74%	3.74%	5.40	3.30
04+062.05	-2.50%	-2.50%	3.74%	3.74%	3.76	3.30
04+072.92	-2.50%	0.00%	3.74%	3.74%	3.30	3.30
04+276.31	-2.50%	0.00%	3.74%	3.74%	3.30	3.30
04+413.54	-9.30%	-9.30%	3.74%	3.74%	4.70	3.30
04+716.07	2.50%	2.50%	7.84%	7.84%	3.30	3.69
04+999.55	2.50%	2.50%	7.84%	7.84%	3.30	3.72
05+212.65	2.50%	2.50%	7.84%	7.84%	3.30	3.72
05+400.00	-2.50%	2.50%	7.84%	7.84%	3.30	3.30
05+686.55	-2.50%	0.00%	7.84%	7.84%	3.30	3.30
06+007.84	9.90%	9.90%	7.84%	7.84%	3.30	4.90
06+169.45	-2.50%	2.50%	7.84%	7.84%	3.30	3.30
06+169.45	-2.50%	2.50%	7.84%	7.84%	3.30	3.30



Tabla A5. Parámetros de diseño del Alineamiento horizontal. Fuente: Propia.

DATO	P.K. (km + m)	TIPO	LONGITUD (m)	RADIO (m)	FORMA	VERIFICACIÓN
1	00+000.00	RECTA	125.03		Recta	CUMPLE
	00+125.03	CLOT.	50			
2	00+175.03	CIRC.	34.741	-70		
	00+209.77	CLOT.	50			
3	00+259.77	RECTA	76.603		S	CUMPLE
	00+336.37	CLOT.	50			
4	00+386.37	CIRC.	32.585	70		
	00+418.96	CLOT.	50			
5	00+468.96	RECTA	88.183		S	CUMPLE
	00+557.14	CLOT.	50			
6	00+607.14	CIRC.	64.91	-100		
	00+672.05	CLOT.	50			
7	00+722.05	RECTA	229.426		O	CUMPLE

8	00+951.48	CIRC.	35.518	-160		
9	00+987.00	RECTA	136.714		O	CUMPLE
	01+123.71	CLOT.	50			
10	01+173.71	CIRC.	131.159	-55		
	01+304.87	CLOT.	50			
11	01+354.87	RECTA	100.685		S	CUMPLE
	01+455.56	CLOT.	50			
12	01+505.56	CIRC.	32.778	90		
	01+538.33	CLOT.	50			
13	01+588.33	RECTA	133.052		O	CUMPLE
	01+721.39	CLOT.	50			
14	01+771.39	CIRC.	14.455	120		
	01+785.84	CLOT.	50			
15	01+835.84	RECTA	218.237		O	CUMPLE
	02+054.08	CLOT.	50			
16	02+104.08	CIRC.	2.9	90		
	02+106.98	CLOT.	50			
17	02+156.98	RECTA	153.723		O	CUMPLE
	02+310.70	CLOT.	50			
18	02+360.70	CIRC.	108.065	55		
	02+468.77	CLOT.	50			
19	02+518.77	RECTA	255.463		S	CUMPLE
20	02+774.23	CLOT.	50	-55		

	02+824.23	CIRC.	103.067		
	02+927.30	CLOT.	50		
21	02+977.30	RECTA	244.578		S CUMPLE
	03+221.87	CLOT.	60		
22	03+281.87	CIRC.	72.405	85	
	03+354.28	CLOT.	60		
23	03+414.28	RECTA	265.502		O CUMPLE
	03+679.78	CLOT.	50		
24	03+729.78	CIRC.	17.615	110	
	03+747.40	CLOT.	50		
25	03+797.40	RECTA	249.368		S CUMPLE
	04+046.76	CLOT.	50		
26	04+096.76	CIRC.	143.556	-140	
	04+240.32	CLOT.	50		
27	04+290.32	RECTA	212.089		S CUMPLE
	04+502.41	CLOT.	50		
28	04+552.41	CIRC.	120.736	100	
	04+673.15	CLOT.	50		
29	04+723.15	RECTA	83.111		Recta CUMPLE
	04+806.26				

Tabla A6. Correspondencia de velocidad entre curvas. Fuente: Adaptado de Istram

DATO	P.K. (km + m)	TIPO	LONGITUD (m)	RADIO (m)	VELOCIDAD TEÓRICA (km/h)	ΔV (km/h)
2	00+125.03	CLOT.	50	70	50.77	
	00+175.03	CIRC.	34.741			
	00+209.77	CLOT.	50			
4	00+336.37	CLOT.	50	70	50.77	0.00
	00+386.37	CIRC.	32.585			
	00+418.96	CLOT.	50			
6	00+557.14	CLOT.	50	100	60.69	9.91
	00+607.14	CIRC.	64.91			
	00+672.05	CLOT.	50			
8	00+951.48	CIRC.	35.518	160	76.76	16.08
10	01+123.71	CLOT.	50	55	45.01	31.76
	01+173.71	CIRC.	131.159			
	01+304.87	CLOT.	50			
12	01+455.56	CLOT.	50	90	57.57	12.57
	01+505.56	CIRC.	32.778			
	01+538.33	CLOT.	50			
14	01+721.39	CLOT.	50	120	66.48	8.91
	01+771.39	CIRC.	14.455			

	01+785.84	CLOT.	50			
	02+054.08	CLOT.	50			
16	02+104.08	CIRC.	2.9	90	57.57	8.91
	02+106.98	CLOT.	50			
	02+310.70	CLOT.	50			
18	02+360.70	CIRC.	108.065	55	45.01	12.57
	02+468.77	CLOT.	50			
	02+774.23	CLOT.	50			
20	02+824.23	CIRC.	103.067	55	45.01	0.00
	02+927.30	CLOT.	50			
	03+221.87	CLOT.	60			
22	03+281.87	CIRC.	72.405	85	55.95	10.94
	03+354.28	CLOT.	60			
	03+679.78	CLOT.	50			
24	03+729.78	CIRC.	17.615	110	63.65	7.70
	03+747.40	CLOT.	50			
	04+046.76	CLOT.	50			
26	04+096.76	CIRC.	143.556	140	71.81	8.16
	04+240.32	CLOT.	50			
	04+502.41	CLOT.	50			
28	04+552.41	CIRC.	120.736	100	60.69	11.12
	04+673.15	CLOT.	50			

Tabla A7. Peraltes en los tramos curvos. Fuente: propia

DATO	P.K. (km + m)	TIPO	LONGITUD (m)	RADIO (m)	PERALTE	PERALTE
					DERECHA (%)	IZQUIERDA (%)
2	00+125.03	CLOT.	50	70	-10.5	-10.5
	00+175.03	CIRC.	34.741			
	00+209.77	CLOT.	50			
4	00+336.37	CLOT.	50	70	10.5	10.5
	00+386.37	CIRC.	32.585			
	00+418.96	CLOT.	50			
6	00+557.14	CLOT.	50	100	-8.7	-8.7
	00+607.14	CIRC.	64.91			
	00+672.05	CLOT.	50			
8	00+951.48	CIRC.	35.518	160	-6.4	-6.4
10	01+123.71	CLOT.	50	55	-11.5	-11.5
	01+173.71	CIRC.	131.159			
	01+304.87	CLOT.	50			

	01+455.56	CLOT.	50			
12	01+505.56	CIRC.	32.778	90	9.3	9.3
	01+538.33	CLOT.	50			
	01+721.39	CLOT.	50			
14	01+771.39	CIRC.	14.455	120	7.8	7.8
	01+785.84	CLOT.	50			
	02+054.08	CLOT.	50			
16	02+104.08	CIRC.	2.9	90	9.3	9.3
	02+106.98	CLOT.	50			
	02+310.70	CLOT.	50			
18	02+360.70	CIRC.	108.065	55	11.5	11.5
	02+468.77	CLOT.	50			
	02+774.23	CLOT.	50			
20	02+824.23	CIRC.	103.067	55	-11.5	-11.5
	02+927.30	CLOT.	50			
	03+221.87	CLOT.	60			
22	03+281.87	CIRC.	72.405	85	9.6	9.6
	03+354.28	CLOT.	60			
	03+679.78	CLOT.	50			
24	03+729.78	CIRC.	17.615	110	8.2	8.2
	03+747.40	CLOT.	50			
	04+046.76	CLOT.	50			
26	04+096.76	CIRC.	143.556	140	-7	-7

	04+240.32	CLOT.	50			
	04+502.41	CLOT.	50			
28	04+552.41	CIRC.	120.736	100	8.7	8.7
	04+673.15	CLOT.	50			



Tabla A8. Parámetros de sección transversal. Fuente: Istram

PK	Peralte IZQ	Peralte DER	Pendiente I	Pendiente D	Ancho izq.	Ancho dcha.
00+000.00	-3.00%	3.00%	2.74%	2.74%	3.30	3.30
00+110.74	-3.00%	3.00%	2.74%	2.74%	3.30	3.30
00+139.32	-3.00%	-3.00%	2.74%	2.74%	3.79	3.30
00+175.03	-10.50%	-10.50%	2.74%	2.74%	5.00	3.30
00+259.77	-5.01%	-5.01%	2.74%	2.74%	4.04	3.30
00+278.07	-3.00%	-3.00%	2.74%	2.74%	3.69	3.30
00+318.07	3.00%	3.00%	2.74%	2.74%	3.30	3.69
00+336.37	5.01%	5.01%	2.74%	2.74%	3.30	4.04
00+386.37	10.50%	10.50%	2.74%	2.74%	3.30	5.00
00+468.96	5.44%	5.44%	2.74%	2.74%	3.30	4.10
00+533.05	-3.00%	-3.00%	2.74%	2.74%	3.58	3.30
00+607.14	-8.70%	-8.70%	3.25%	3.25%	4.60	3.30
00+704.81	-3.00%	-3.00%	5.21%	5.21%	3.75	3.30
00+722.05	-3.00%	0.00%	5.21%	5.21%	3.30	3.30

00+940.92	-3.00%	0.00%	5.21%	5.21%	3.30	3.30
00+990.49	-3.00%	-3.00%	5.21%	5.21%	3.77	3.30
00+997.56	-3.00%	0.00%	5.21%	5.21%	3.30	3.30
01+004.63	-3.00%	3.00%	5.21%	5.21%	3.30	3.30
01+110.67	-3.00%	3.00%	5.21%	5.21%	3.30	3.30
01+277.24	-11.50%	-11.50%	5.74%	5.74%	5.40	3.30
01+304.87	-11.50%	-11.50%	5.74%	5.74%	5.40	3.30
01+354.87	-6.21%	-6.21%	5.74%	5.74%	4.35	3.30
01+588.33	0.00%	3.00%	5.74%	5.74%	3.30	3.30
01+740.62	3.00%	3.00%	5.74%	5.74%	3.30	3.76
02+054.08	0.00%	3.00%	8.32%	8.32%	3.30	3.30
02+111.03	9.30%	9.30%	8.70%	8.70%	3.30	4.70
02+171.80	-3.00%	3.00%	8.70%	8.70%	3.30	3.30
02+310.70	0.00%	3.00%	8.70%	8.70%	3.30	3.30
02+770.31	-3.00%	0.90%	9.00%	9.00%	3.30	3.30
02+964.25	-3.00%	-3.00%	9.00%	9.00%	3.85	3.30
02+990.34	-3.00%	3.00%	9.00%	9.00%	3.30	3.30
03+281.87	9.60%	9.60%	9.00%	9.00%	3.30	4.80
03+747.40	8.20%	8.20%	8.46%	8.46%	3.30	4.60
03+779.10	3.00%	3.00%	8.46%	8.46%	3.30	3.78
04+096.76	-7.00%	-7.00%	8.46%	8.46%	4.40	3.30
04+240.32	-7.00%	-7.00%	8.46%	8.46%	4.40	3.30
04+310.32	-3.00%	3.00%	8.46%	8.46%	3.30	3.30

04+552.41	8.70%	8.70%	8.46%	8.46%	3.30	4.60
04+723.15	0.00%	3.00%	8.46%	8.46%	3.30	3.30
04+740.39	-3.00%	3.00%	8.46%	8.46%	3.30	3.30
04+806.26	-3.00%	3.00%	8.46%	8.46%	3.30	3.30



Tabla A9. Parámetros de diseño del Alineamiento horizontal. Fuente: Propia.

DATO	P.K. (km+m)	TIPO	LONGITUD (m)	RADIO (m)	FORMA	VERIFICACIÓN
1	00+000.00	RECTA	93.987		RECTO	CUMPLE
	00+093.99	CLOT.	50			
2	00+143.99	CIRC.	37.934	-70		
	00+181.92	CLOT.	50			
3	00+231.92	RECTA	88.412		S	CUMPLE
	00+320.33	CLOT.	50			
4	00+370.33	CIRC.	45.112	-80		
	00+415.45	CLOT.	50			
5	00+465.45	RECTA	88.572		S	CUMPLE
	00+554.02	CLOT.	50			
6	00+604.02	CIRC.	79.39	-120		
	00+683.41	CLOT.	50			
7	00+733.41	RECTA	205.288		O	CUMPLE
8	00+938.70	CIRC.	44.05	-160		
9	00+982.75	RECTA	145.345		O	CUMPLE
	01+128.09	CLOT.	50			
10	01+178.09	CIRC.	128.495	-55		
	01+306.59	CLOT.	50			

11	01+356.59	RECTA	103.692		S	CUMPLE
	01+460.28	CLOT.	50			
12	01+510.28	CIRC.	39.555	90		
	01+549.83	CLOT.	50			
13	01+599.83	RECTA	134.493		O	CUMPLE
	01+734.33	CLOT.	50			
14	01+784.33	CIRC.	17.067	120		
	01+801.39	CLOT.	50			
15	01+851.39	RECTA	214.677		O	CUMPLE
	02+066.07	CLOT.	50			
16	02+116.07	CIRC.	1.102	100		
	02+117.17	CLOT.	50			
17	02+167.17	RECTA	190.052		O	CUMPLE
	02+357.22	CLOT.	50			
18	02+407.22	CIRC.	115.621	55		
	02+522.84	CLOT.	50			
19	02+572.84	RECTA	213.359		S	CUMPLE
20	02+786.20	CIRC.	70.674	-160		
21	02+856.88	RECTA	154.86		O	CUMPLE
	03+011.74	CLOT.	50			
22	03+061.74	CIRC.	152.091	-120		
	03+213.83	CLOT.	50			
23	03+263.83	RECTA	174.214		O	CUMPLE

	03+438.04	CLOT.	50		
24	03+488.04	CIRC.	92.766	-55	
	03+580.81	CLOT.	50		
25	03+630.81	RECTA	123.38		S CUMPLE
	03+754.19	CLOT.	50		
26	03+804.19	CIRC.	110.344	55	
	03+914.53	CLOT.	50		
27	03+964.53	RECTA	272.789		O CUMPLE
	04+237.32	CLOT.	50		
28	04+287.32	CIRC.	20.079	80	
	04+307.40	CLOT.	50		
29	04+357.40	RECTA	244.913		S CUMPLE
	04+602.31	CLOT.	50		
30	04+652.31	CIRC.	46.599	-80	
	04+698.91	CLOT.	50		
31	04+748.91	RECTA	221.71		RECTO CUMPLE
	04+970.62				



Tabla A10. Correspondencia de velocidad entre curvas. Fuente: Propia

DATO	P.K. (km+m)	TIPO	LONGITUD (m)	VELOCIDAD		
				RADIO (m)	TEÓRICA (km/h)	ΔV (km/h)
2	00+093.99	CLOT.	50			
	00+143.99	CIRC.	37.934	70	50.77	
	00+181.92	CLOT.	50			
4	00+320.33	CLOT.	50			
	00+370.33	CIRC.	45.112	80	54.28	3.51
	00+415.45	CLOT.	50			
6	00+554.02	CLOT.	50		66.48	12.20
	00+604.02	CIRC.	79.39	120		
	00+683.41	CLOT.	50			
8	00+938.70	CIRC.	44.05	160	76.76	10.28
	01+128.09	CLOT.	50			
	01+178.09	CIRC.	128.495	55	45.01	31.76
10	01+306.59	CLOT.	50			
	01+460.28	CLOT.	50			
	01+510.28	CIRC.	39.555	90	57.57	12.57
12	01+549.83	CLOT.	50			
	01+734.33	CLOT.	50			
	01+784.33	CIRC.	17.067	120	66.48	8.91
14	01+801.39	CLOT.	50			
	02+066.07	CLOT.	50			
	02+116.07	CIRC.	1.102	100	60.69	-5.79
16	02+117.17	CLOT.	50			
	02+357.22	CLOT.	50			
	02+407.22	CIRC.	115.621	55	45.01	15.68
18	02+522.84	CLOT.	50			
	02+786.20	CIRC.	70.674	160	76.76	31.76
	03+011.74	CLOT.	50			
20	03+061.74	CIRC.	152.091	120	66.48	10.28
	03+213.83	CLOT.	50			
	03+438.04	CLOT.	50		45.01	21.47

	03+488.04	CIRC.	92.766	55		
	03+580.81	CLOT.	50			
	03+754.19	CLOT.	50			
26	03+804.19	CIRC.	110.344	55	45.01	9.27
	03+914.53	CLOT.	50			
	04+237.32	CLOT.	50			
28	04+287.32	CIRC.	20.079	80	54.28	9.27
	04+307.40	CLOT.	50			
	04+602.31	CLOT.	50			
30	04+652.31	CIRC.	46.599	80	54.28	0.00
	04+698.91	CLOT.	50			
	04+970.62					



Tabla A11. Peraltes en los tramos curvos. Fuente: propia.

DATO	P.K.	TIPO	LONGITUD (m)	RADIO (m)	PERALTE	
	(km+m)				IZQUIERDA (%)	DERECHA (%)
2	00+093.99	CLOT.	50			
	00+143.99	CIRC.	37.934	70	-10.50	-10.5
	00+181.92	CLOT.	50			
4	00+320.33	CLOT.	50			
	00+370.33	CIRC.	45.112	80	9.90	9.90
	00+415.45	CLOT.	50			
6	00+554.02	CLOT.	50			
	00+604.02	CIRC.	79.39	120	-7.80	-7.80
	00+683.41	CLOT.	50			
8	00+938.70	CIRC.	44.05	160	-6.40	-6.40
	01+128.09	CLOT.	50			
10	01+178.09	CIRC.	128.495	55	-11.50	-11.50
	01+306.59	CLOT.	50			
	01+460.28	CLOT.	50			
12	01+510.28	CIRC.	39.555	90	9.30	9.30
	01+549.83	CLOT.	50			
	01+734.33	CLOT.	50			
14	01+784.33	CIRC.	17.067	120	7.80	7.80
	01+801.39	CLOT.	50			
16	02+066.07	CLOT.	50		8.70	8.70

	02+116.07	CIRC.	1.102	100		
	02+117.17	CLOT.	50			
	02+357.22	CLOT.	50			
18	02+407.22	CIRC.	115.621	55	11.50	11.50
	02+522.84	CLOT.	50			
20	02+786.20	CIRC.	70.674	160	-6.40	-6.40
	03+011.74	CLOT.	50			
22	03+061.74	CIRC.	152.091	120	-7.80	-7.80
	03+213.83	CLOT.	50			
	03+438.04	CLOT.	50			
24	03+488.04	CIRC.	92.766	55	-11.50	-11.50
	03+580.81	CLOT.	50			
	03+754.19	CLOT.	50			
26	03+804.19	CIRC.	110.344	55	11.50	11.50
	03+914.53	CLOT.	50			
	04+237.32	CLOT.	50			
28	04+287.32	CIRC.	20.079	80	9.90	9.90
	04+307.40	CLOT.	50			
	04+602.31	CLOT.	50			
30	04+652.31	CIRC.	46.599	80	-9.90	-9.90
	04+698.91	CLOT.	50			
	04+970.62					

Tabla A12. Parámetros de sección transversal. Fuente: Istram

PK (km +m)	Peralte IZQ	Peralte DER	Pendiente I	Pendiente D	Ancho izq. (m)	Ancho dcha. (m)
00+000.00	-3.00%	3.00%	3.10%	3.10%	3.3	3.3
00+079.70	-3.00%	3.00%	3.10%	3.10%	3.3	3.3
00+108.27	-3.00%	-3.00%	3.10%	3.10%	3.786	3.3
00+231.92	-5.45%	-5.45%	3.10%	3.10%	4.098	3.3
00+256.13	-3.00%	-3.00%	3.10%	3.10%	3.661	3.3
00+320.33	5.25%	5.25%	3.10%	3.10%	3.3	4.051
00+415.45	9.90%	9.90%	3.10%	3.10%	3.3	4.9
00+529.73	-3.00%	-3.00%	3.10%	3.10%	3.555	3.3
00+554.02	-4.57%	-4.57%	3.10%	3.10%	3.864	3.3
00+714.18	-3.00%	-3.00%	3.10%	3.10%	3.762	3.3
00+733.41	-3.00%	0.00%	3.10%	3.10%	3.3	3.3
00+921.06	-3.00%	3.00%	3.10%	3.10%	3.3	3.3
00+938.70	-4.48%	-4.48%	3.10%	3.10%	4	3.3
00+943.22	-6.40%	-6.40%	3.10%	3.10%	4.3	3.3
00+986.23	-3.00%	-3.00%	3.10%	3.10%	3.769	3.3
01+128.09	-3.00%	0.00%	4.11%	4.11%	3.3	3.3
01+306.59	-11.50%	-11.50%	5.13%	5.13%	5.4	3.3
01+388.43	-3.00%	-3.00%	5.13%	5.13%	3.712	3.3
01+428.43	3.00%	3.00%	5.13%	5.13%	3.3	3.575

01+583.70	3.00%	3.00%	5.13%	5.13%	3.3	3.752
01+615.96	-3.00%	3.00%	5.13%	5.13%	3.3	3.3
01+734.33	0.00%	3.00%	5.13%	5.13%	3.3	3.3
01+784.33	7.80%	7.80%	5.13%	5.13%	3.3	4.5
01+870.62	-3.00%	3.00%	5.13%	5.13%	3.3	3.3
02+110.47	8.57%	8.57%	8.96%	8.96%	3.3	4.581
02+111.12	8.70%	8.70%	8.96%	8.96%	3.3	4.6
02+116.07	8.70%	8.70%	8.96%	8.96%	3.3	4.6
02+151.64	3.00%	3.00%	8.96%	8.96%	3.3	3.748
02+182.71	-3.00%	3.00%	8.96%	8.96%	3.3	3.3
02+522.84	11.50%	11.50%	8.96%	8.96%	3.3	5.4
02+559.80	3.00%	3.00%	8.96%	8.96%	3.3	3.848
02+572.84	0.00%	3.00%	8.96%	8.96%	3.3	3.3
02+768.57	-3.00%	3.00%	8.88%	8.88%	3.3	3.3
02+782.71	-3.00%	-3.00%	8.59%	8.59%	3.769	3.3
02+790.73	-6.40%	-6.40%	8.42%	8.42%	4.3	3.3
02+844.57	-6.40%	-6.40%	7.32%	7.32%	4.3	3.3
02+852.35	-6.40%	-6.40%	7.32%	7.32%	4.3	3.3
03+030.97	-3.00%	-3.00%	7.32%	7.32%	3.762	3.3
03+213.83	-7.80%	-7.80%	7.32%	7.32%	4.5	3.3
03+283.06	-3.00%	3.00%	7.32%	7.32%	3.3	3.3
03+447.88	-3.00%	-2.26%	7.32%	7.32%	3.713	3.3
03+451.09	-3.00%	-3.00%	7.38%	7.38%	3.848	3.3

03+580.81	-11.50%	-11.50%	8.98%	8.98%	5.4	3.3
03+630.81	-6.87%	-6.87%	8.98%	8.98%	4.46	3.3
03+914.53	11.50%	11.50%	8.98%	8.98%	3.3	5.4
03+951.49	3.00%	3.00%	8.98%	8.98%	3.3	3.848
04+287.32	9.90%	9.90%	8.98%	8.98%	3.3	4.9
04+307.40	9.90%	9.90%	8.98%	8.98%	3.3	4.9
04+698.91	-9.90%	-9.90%	8.98%	8.98%	4.9	3.3
04+733.76	-3.00%	-3.00%	8.98%	8.98%	3.785	3.3
04+764.06	-3.00%	3.00%	8.98%	8.98%	3.3	3.3



Tabla A13. Progresivas de muros de contención lado izquierdo de la vía. Fuente: Istram

P.K. (km+m)	Dist. Muro- Eje (m)	Cota de Cabeza (m)	Coord. X	Coord. Y	Altura (m)	Longitud (m)	Superficie	Cota de pie (m)
LADO DERECHO								
0+580.0	5.39	1711.86	178706.41	9313848.72	1.62	0.00	0.00	1710.25
0+590.0	5.39	1712.20	178706.61	9313859.00	1.71	10.28	17.45	1710.49
0+630.0	5.39	1713.49	178700.00	9313900.00	2.03	0.00	0.00	1711.46
0+640.0	5.39	1713.80	178696.26	9313909.75	2.06	10.45	21.77	1711.74
						19.73	38.61	
0+820.0	5.39	1718.85	178559.20	9314027.08	1.70	0.00	0.00	1717.15
0+840.0	5.39	1719.47	178542.62	9314038.25	3.10	20.00	49.03	1716.36
0+860.0	5.39	1720.09	178526.03	9314049.43	3.19	40.00	113.21	1716.90
0+880.0	5.39	1720.71	178509.44	9314060.61	3.27	60.00	179.11	1717.43
0+900.0	5.39	1721.33	178492.86	9314071.78	3.42	80.00	247.33	1717.91
0+920.0	5.39	1721.94	178476.27	9314082.96	3.57	100.00	318.53	1718.38
0+940.0	5.39	1722.95	178459.65	9314094.16	4.14	120.04	397.24	1718.81
0+950.0	5.39	1723.32	178450.86	9314099.59	4.05	130.38	440.37	1719.28
0+960.0	5.39	1723.63	178441.74	9314104.47	3.59	140.71	480.60	1720.05
0+970.0	5.39	1723.94	178432.34	9314108.76	3.77	151.05	519.37	1720.17

0+980.0	5.39	1724.22	178422.69	9314112.46	4.16	161.39	561.19	1720.05
1+000.0	5.39	1724.43	178403.61	9314118.76	3.93	181.48	644.11	1720.50
1+020.0	5.39	1725.04	178384.62	9314125.01	4.14	201.48	726.41	1720.90
1+040.0	5.39	1725.66	178365.62	9314131.26	4.36	221.48	813.03	1721.30
1+060.0	5.39	1726.28	178346.62	9314137.51	4.57	241.48	904.06	1721.71
1+080.0	5.39	1726.90	178327.62	9314143.75	5.12	261.48	1002.94	1721.77
1+100.0	5.39	1727.55	178308.62	9314150.00	6.10	281.48	1117.35	1721.45
1+120.0	5.39	1728.34	178289.62	9314156.25	7.22	301.48	1253.09	1721.13
1+130.0	5.39	1728.86	178280.12	9314159.37	7.90	311.48	1330.17	1720.96
						313.23	1344.35	
1+195.0	5.39	1732.51	178212.94	9314161.91	7.55	4.78	37.86	1724.96
1+200.0	5.39	1732.77	178208.10	9314159.32	7.01	10.26	78.61	1725.75
LADO IZQUIERDO								
1+900.0	-5.39	1767.97	178504.31	9313650.30	1.86	0.00	0.00	1766.11
1+920.0	-5.39	1769.00	178500.40	9313630.69	3.81	20.00	57.89	1765.18
1+940.0	-5.39	1770.02	178496.48	9313611.07	5.63	40.00	154.21	1764.39
1+960.0	-5.39	1771.05	178492.57	9313591.46	7.24	60.00	285.51	1763.80
2+180.0	-5.39	1786.36	178418.82	9313385.90	7.74	9.31	74.73	1778.62
2+200.0	-5.39	1788.13	178405.81	9313370.71	6.75	29.31	222.48	1781.38
2+220.0	-5.39	1789.92	178392.80	9313355.52	3.99	49.31	331.97	1785.93
LADO DERECHO								

2+760.0	5.39	1838.30	178312.75	9313478.62	1.93	0.00	0.00	1836.37
2+780.0	5.39	1840.30	178323.68	9313495.37	2.65	20.00	46.71	1837.66
2+790.0	5.39	1841.36	178329.17	9313503.88	3.59	30.13	78.90	1837.77
2+800.0	5.39	1842.21	178334.33	9313512.84	4.34	40.46	120.66	1837.87
2+810.0	5.39	1843.02	178338.92	9313522.10	4.51	50.80	167.27	1838.51
2+820.0	5.39	1843.81	178342.93	9313531.62	4.35	61.13	213.97	1839.46
2+830.0	5.39	1844.59	178346.33	9313541.38	3.57	71.47	255.71	1841.02
2+840.0	5.39	1845.34	178349.11	9313551.34	2.21	81.80	286.13	1843.13
3+210.0	5.39	1872.49	178284.29	9313884.83	1.97	0.00	0.00	1870.53
3+220.0	5.39	1873.18	178274.12	9313887.13	3.92	10.43	31.29	1869.26
3+230.0	5.39	1873.84	178263.89	9313888.67	5.09	20.78	78.84	1868.74
3+240.0	5.39	1874.49	178253.68	9313889.62	5.78	31.03	135.72	1868.71
3+250.0	5.39	1875.15	178243.52	9313890.16	6.13	41.20	197.50	1869.02
3+260.0	5.39	1875.81	178233.45	9313890.46	6.30	51.28	261.40	1869.51
3+280.0	5.39	1877.12	178213.44	9313890.92	6.48	71.29	391.77	1870.64
3+300.0	5.39	1878.56	178193.45	9313891.37	4.44	91.29	503.17	1874.12
3+320.0	5.39	1880.03	178173.46	9313891.83	2.44	111.29	573.37	1877.59
3+450.0	5.39	1889.82	178043.35	9313894.69	2.66	0.00	0.00	1887.16
3+455.0	5.39	1890.25	178038.21	9313894.61	3.89	5.14	17.16	1886.36
3+460.0	5.39	1890.68	178033.02	9313894.37	5.06	10.33	40.84	1885.61
3+465.0	5.39	1891.11	178027.80	9313893.92	6.20	15.57	70.92	1884.91

3+470.0	5.39	1891.55	178022.56	9313893.20	7.11	20.86	106.81	1884.44
3+475.0	5.39	1891.99	178017.33	9313892.18	7.87	26.20	147.59	1884.12
						27.68	159.61	
3+520.0	5.39	1895.85	177977.97	9313864.81	6.60	4.81	35.80	1889.25
3+525.0	5.39	1896.28	177975.28	9313860.02	5.33	10.30	69.18	1890.95
3+530.0	5.39	1896.72	177973.04	9313855.01	4.18	15.79	95.80	1892.54
3+535.0	5.39	1897.16	177971.25	9313849.82	2.89	21.27	115.58	1894.28
3+540.0	5.39	1897.61	177969.95	9313844.49	1.80	26.76	128.71	1895.81



Tabla B1. Resumen de los parámetros del alineamiento horizontal. Fuente: Istram

PARAMETROS CURVA CIRCULAR Y ESPIRAL EJE: 1 CARRETERA_CACLJC_LUYA																			
ID	D	SENTIDO	Radio	Tang.	Lc/Ls	E.L	TS/PC/SC	PJ	CS/PT/ST	NORTE-PJ	ESTE-PJ	A	x	y	P	k	TC	P%	SA
S1	17°54'17.75"			33.505	50.000		0+091.620	0+000.000	0+141.620			63246	49.514	5.172	1.298	24.919	16.823		
C1	18°20'55.33"	I	-80.000	12.920	25.620	11.307	0+141.620	0+158.104	0+167.239	9313518.676	178899.762							-9.90	1.60
S2	17°54'17.75"			33.505	50.000		0+167.239	0+000.000	0+217.239			63246	49.514	5.172	1.298	24.919	16.823		
S3	17°54'17.75"			33.505	50.000		0+372.209	0+000.000	0+422.209			63246	49.514	5.172	1.298	24.919	16.823		
C2	13°20'58.62"	D	80.000	9.362	18.640	9.399	0+422.209	0+434.314	0+440.848	9313726.588	178706.924							9.90	1.60
S4	17°54'17.75"			33.505	50.000		0+440.848	0+000.000	0+490.848			63246	49.514	5.172	1.298	24.919	16.823		
S5	14°19'26.20"			33.443	50.000		0+561.209	0+000.000	0+611.209			70.711	49.688	4.148	1.039	24.948	16.767		
C3	33°16'57.33"	I	-100.000	29.890	58.089	17.833	0+611.209	0+646.785	0+668.298	9313943.288	178730.892							-8.70	1.30
S6	14°19'26.20"			33.443	50.000		0+668.298	0+000.000	0+719.298			70.711	49.688	4.148	1.039	24.948	16.767		
C4	17°15'08.84"	I	-160.000	24.271	48.176	1.830	0+932.654	0+956.926	0+980.830	9314126.795	178464.150							-6.40	1.00
S7	26°02'36.73"			33.701	50.000		1+089.629	0+000.000	1+139.629			52.440	48.977	7.465	1.880	24.829	17.002		
C5	14°11'27.98"	I	-55.000	186.142	135.534	438.985	1+139.629	1+553.486	1+275.183	9314028.372	178780.265							-11.50	2.10
S8	26°02'36.73"			33.701	50.000		1+275.163	0+000.000	1+325.163			52.440	48.977	7.465	1.880	24.829	17.002		
S9	14°19'26.20"			33.443	50.000		1+385.964	0+000.000	1+445.964			70.711	49.688	4.148	1.039	24.948	16.767		
D6	27°26'35.21"	D	100.000	24.417	47.897	14.483	1+445.964	1+474.738	1+493.891	9314049.478	178466.693							8.70	1.30
S10	14°19'26.20"			33.443	50.000		1+493.861	0+000.000	1+543.861			70.711	49.688	4.148	1.039	24.948	16.767		
S11	15°54'55.78"			33.469	50.000		1+672.567	0+000.000	1+722.567			67.082	49.616	4.804	1.154	24.936	16.790		
C7	10°38'42.59"	D	90.000	8.358	16.689	7.785	1+722.567	1+732.898	1+739.236	9313817.683	178800.834							9.30	1.40
S12	15°54'55.78"			33.469	50.000		1+739.236	0+000.000	1+789.236			67.082	49.616	4.804	1.154	24.936	16.790		
C8	10°01'00.17"	D	170.000	14.898	29.720	0.652	1+945.119	1+960.018	1+974.840	9313591.948	178551.287							6.10	0.80
S13	26°02'36.73"			33.701	50.000		2+142.822	0+000.000	2+192.822			52.440	48.977	7.465	1.880	24.829	17.002		
C9	12°74'71.128"	D	55.000	112.235	122.966	51486.224	2+192.822	53+708.843	2+315.488	9265748.145	158830.229							11.50	2.10
S14	26°02'36.73"			33.701	50.000		2+315.488	0+000.000	2+365.488			52.440	48.977	7.465	1.880	24.829	17.002		
S15	13°01'18.37"			33.424	50.000		2+515.468	0+000.000	2+565.468			74.182	49.742	3.774	0.945	24.957	16.749		
C10	1°25'59.48"	I	-110.000	1.376	2.752	4.213	2+565.468	2+567.549	2+568.219	9313653.108	178452.890							-8.20	1.30
S16	13°01'18.37"			33.424	50.000		2+598.219	0+000.000	2+648.219			74.182	49.742	3.774	0.945	24.957	16.749		
S17	13°01'18.37"			33.424	50.000		2+734.649	0+000.000	2+784.649			74.182	49.742	3.774	0.945	24.957	16.749		
C11	58°29'51.06"	I	-110.000	61.800	112.307	38.931	2+784.649	2+880.454	2+896.856	9313948.212	178426.206							-8.20	1.30
S18	13°01'18.37"			33.424	50.000		2+896.958	0+000.000	2+946.956			74.182	49.742	3.774	0.945	24.957	16.749		
C12	51°37'58.58"	D	170.000	82.242	163.198	18.848	3+171.006	3+253.248	3+324.204	9313848.150	177994.113							6.10	0.80
S19	11°43'10.53"			30.066	45.000		3+531.101	0+000.000	3+576.101			70.356	44.812	3.059	0.766	22.489	15.060		
C13	65°07'07.84"	D	110.000	70.238	125.019	44.712	3+576.101	3+661.583	3+701.120	9314278.319	177735.135							8.20	1.30
S20	11°43'10.53"			30.066	45.000		3+701.120	0+000.000	3+746.120			70.356	44.812	3.059	0.766	22.489	15.060		
S21	26°02'36.73"			33.701	50.000		3+847.024	0+000.000	3+897.024			52.440	48.977	7.465	1.880	24.829	17.002		
C14	131°08'52.18"	I	-55.000	121.100	125.893	1960.158	3+897.024	5+836.551	4+022.917	9313158.772	176379.525							-11.50	2.10
S22	26°02'36.73"			33.701	50.000		4+022.917	0+000.000	4+072.917			52.440	48.977	7.465	1.880	24.829	17.002		
S23	15°54'55.78"			33.489	50.000		4+276.307	0+000.000	4+326.307			67.082	49.616	4.804	1.154	24.936	16.790		
C15	55°32'03.38"	I	-90.000	47.388	87.233	38.047	4+326.307	4+388.299	4+413.540	9314295.974	177608.155							-9.90	1.40
S24	15°54'55.78"			33.489	50.000		4+413.540	0+000.000	4+463.540			67.082	49.616	4.804	1.154	24.936	16.790		
C16	28°23'44.82"	D	160.000	40.480	79.236	5.041	4+632.102	4+672.582	4+711.398	9314060.597	177815.164							6.40	1.00
S25	28°38'52.40"			40.537	60.000		4+888.158	0+000.000	5+048.158			60.000	58.517	8.823	2.478	28.752	20.489		
C17	114°29'01.16"	D	60.000	93.251	119.887	811.664	5+046.158	5+885.332	5+166.045	9312861.658	178062.601							11.20	1.80
S26	28°38'52.40"			40.537	60.000		5+166.045	0+000.000	5+226.045			60.000	58.517	8.823	2.478	28.752	20.489		
S27	17°11'19.44"			40.190	60.000		5+519.137	0+000.000	5+579.137			77.460	59.462	5.962	1.495	29.910	20.173		
C18	27°09'59.35"	I	-100.000	24.182	47.414	18.126	5+579.137	5+609.483	5+626.552	9314067.096	177624.407							-8.70	1.30
S28	17°11'19.44"			40.190	60.000		5+626.552	0+000.000	5+686.552			77.460	59.462	5.962	1.495	29.910	20.173		
S29	17°54'17.75"			33.505	50.000		5+876.933	0+000.000	5+926.933			63.246	49.514	5.172	1.298	24.919	16.823		
C19	57°56'51.65"	D	80.000	44.297	80.810	38.935	5+926.933	5+988.664	6+007.844	9314124.963	177236.236							9.90	1.60
S30	17°54'17.75"			33.505	50.000		6+007.844	0+000.000	6+057.844			63.246	49.514	5.172	1.298	24.919	16.823		

Tabla B2. Resumen de los parámetros del alineamiento horizontal. Fuente: Istram

PARAMETROS CURVA CIRCULAR Y ESPIRAL EJE: 1																			
ID	D	SEN/ID0	Radio	Tang.	Lc/Ls	Ext.	TS/PC/SC	PJ	CS/PT/ST	NORTE-PJ	ESTE-PJ	A	x	y	P	k	TC	Pk	SA
S1	20°27'46.00"			33.559	50.000		0+125.030	0+000.000	0+175.030			59.161	49.366	5.898	1.481	24.894	16.872		
C1	28°26'08.11"	I	-70.000	17.736	34.741	16.925	0+175.030	0+199.384	0+209.771	9313564.228	178690.444							-10.50	1.70
S2	20°27'46.00"			33.559	50.000		0+209.771	0+000.000	0+259.771			59.161	49.366	5.898	1.481	24.894	16.872		
S3	20°27'46.00"			33.559	50.000		0+336.373	0+000.000	0+386.373			59.161	49.366	5.898	1.481	24.894	16.872		
C2	26°40'17.19"	D	70.000	16.593	32.585	16.019	0+386.373	0+409.117	0+418.959	9313677.960	178697.636							10.50	1.70
S4	20°27'46.00"			33.559	50.000		0+418.959	0+000.000	0+468.959			59.161	49.366	5.898	1.481	24.894	16.872		
S5	14°19'26.20"			33.443	50.000		0+557.142	0+000.000	0+607.142			70.711	49.688	4.148	1.039	24.948	16.767		
C3	37°41'27.24"	I	-100.000	33.645	64.910	20.366	0+607.142	0+647.504	0+672.052	9313926.463	178732.893							-8.70	1.30
S6	14°19'26.20"			33.443	50.000		0+672.052	0+000.000	0+722.052			70.711	49.688	4.148	1.039	24.948	16.767		
C4	12°43'07.81"	I	-160.000	17.832	35.518	0.891	0+951.478	0+969.310	0+986.996	9314106.507	178447.286							-6.40	1.00
S7	26°02'36.73"			33.701	50.000		1+123.710	0+000.000	1+173.710			52.440	48.977	7.465	1.880	24.829	17.002		
C5	136°38'02.86"	I	-55.000	138.329	131.159	693.093	1+173.710	1+844.809	1+304.870	9313917.312	178981.315							-11.50	2.10
S8	26°02'36.73"			33.701	50.000		1+304.870	0+000.000	1+354.870			52.440	48.977	7.465	1.880	24.829	17.002		
S9	15°54'55.78"			33.469	50.000		1+455.555	0+000.000	1+505.555			67.082	49.616	4.604	1.154	24.936	16.790		
C6	20°52'01.33"	D	90.000	16.573	32.778	11.722	1+505.555	1+525.839	1+538.332	9314020.310	178440.710							9.30	1.40
S10	15°54'55.78"			33.469	50.000		1+538.332	0+000.000	1+588.332			67.082	49.616	4.604	1.154	24.936	16.790		
S11	11°56'11.83"			33.409	50.000		1+721.385	0+000.000	1+771.385			77.460	49.783	3.461	0.867	24.964	16.736		
C7	6°54'05.78"	D	120.000	7.236	14.455	5.360	1+771.385	1+779.612	1+785.840	9313786.437	178557.391							7.80	1.20
S12	11°56'11.83"			33.409	50.000		1+785.840	0+000.000	1+835.840			77.460	49.783	3.461	0.867	24.964	16.736		
S13	15°54'55.78"			33.469	50.000		2+054.076	0+000.000	2+104.076			67.082	49.616	4.604	1.154	24.936	16.790		
C8	1°50'46.53"	D	90.000	1.450	2.900	5.238	2+104.076	2+106.600	2+106.976	9313458.358	178532.954							9.30	1.40
S14	15°54'55.78"			33.469	50.000		2+106.976	0+000.000	2+156.976			67.082	49.616	4.604	1.154	24.936	16.790		
S15	26°02'36.73"			33.701	50.000		2+310.699	0+000.000	2+360.699			52.440	48.977	7.465	1.880	24.829	17.002		
C9	112°34'34.37"	D	55.000	82.432	108.085	371.263	2+360.699	2+757.979	2+468.765	9312942.930	178131.169							11.50	2.10
S16	26°02'36.73"			33.701	50.000		2+468.765	0+000.000	2+518.765			52.440	48.977	7.465	1.880	24.829	17.002		
S17	26°02'36.73"			33.701	50.000		2+774.228	0+000.000	2+824.228			52.440	48.977	7.465	1.880	24.829	17.002		
C10	107°22'09.35"	I	-55.000	74.831	103.087	263.980	2+824.228	3+112.924	2+927.295	9313904.395	178531.395							-11.50	2.10
S18	26°02'36.73"			33.701	50.000		2+927.295	0+000.000	2+977.295			52.440	48.977	7.465	1.880	24.829	17.002		
S19	20°13'19.34"			40.264	60.000		3+221.874	0+000.000	3+281.874			71.414	50.257	6.996	1.757	29.876	20.240		
C11	48°48'21.21"	D	85.000	38.563	72.405	36.898	3+281.874	3+337.378	3+354.279	9313394.540	178053.546							9.60	1.50
S20	20°13'19.34"			40.264	60.000		3+354.279	0+000.000	3+414.279			71.414	50.257	6.996	1.757	29.876	20.240		
S21	13°01'18.37"			33.424	50.000		3+679.781	0+000.000	3+729.781			74.162	49.742	3.774	0.945	24.957	16.749		
C12	9°10'29.87"	D	110.000	8.826	17.615	6.399	3+729.781	3+739.952	3+747.396	9313691.893	177727.725							8.20	1.30
S22	13°01'18.37"			33.424	50.000		3+747.396	0+000.000	3+797.396			74.162	49.742	3.774	0.945	24.957	16.749		
S23	10°13'53.00"			33.389	50.000		4+046.764	0+000.000	4+096.764			83.668	49.841	2.969	0.743	24.973	16.717		
C13	58°45'03.87"	I	-140.000	78.807	143.556	42.680	4+096.764	4+188.199	4+240.320	9314132.467	177630.981							-7.00	1.10
S24	10°13'53.00"			33.389	50.000		4+240.320	0+000.000	4+290.320			83.668	49.841	2.969	0.743	24.973	16.717		
S25	14°19'26.20"			33.443	50.000		4+502.409	0+000.000	4+552.409			70.711	49.688	4.148	1.039	24.948	16.767		
C14	60°10'36.03"	D	100.000	68.955	120.736	53.730	4+552.409	4+643.231	4+673.146	9314118.653	177136.827							8.70	1.30
S26	14°19'26.20"			33.443	50.000		4+673.146	0+000.000	4+723.146			70.711	49.688	4.148	1.039	24.948	16.767		

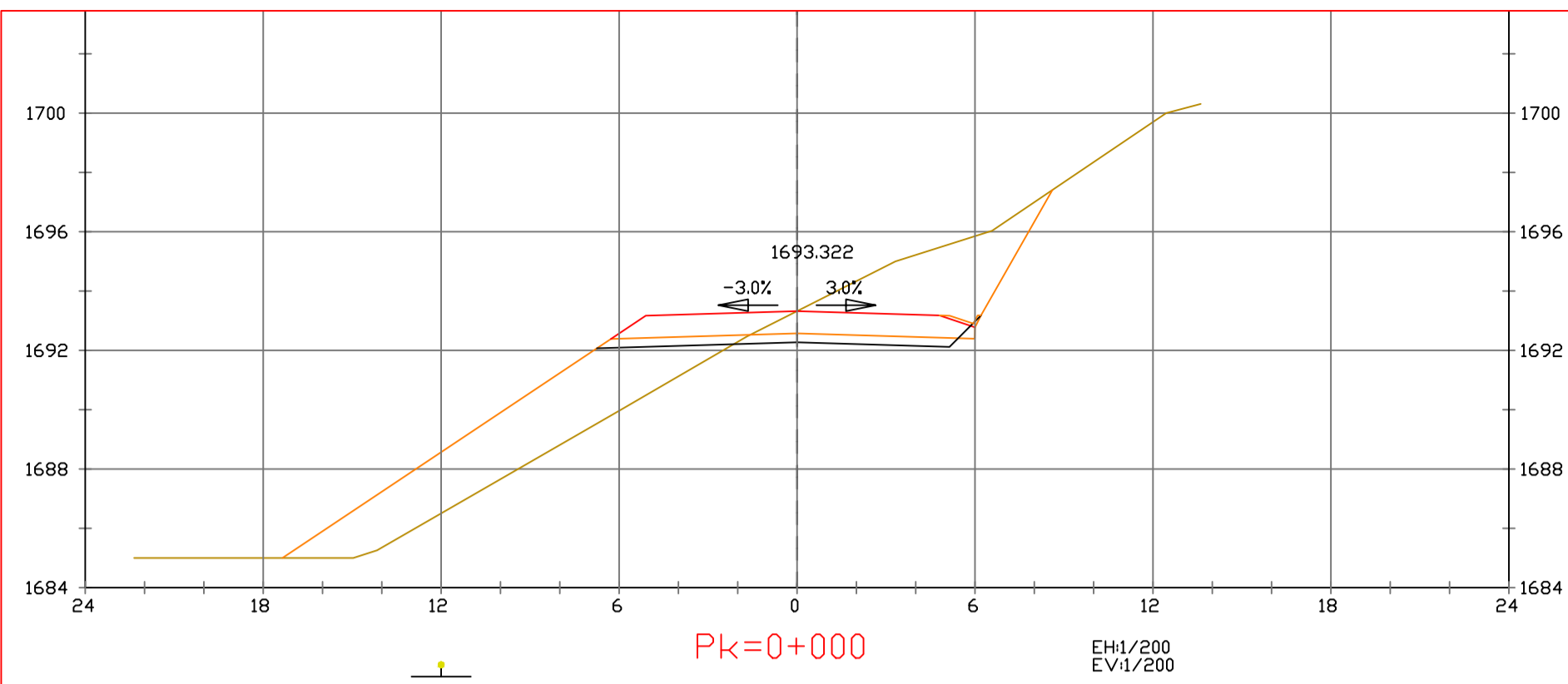
Tabla B3. Resumen de los parámetros del alineamiento horizontal. Fuente: Istram

PARAMETROS CURVA CIRCULAR Y ESPRAL EJE: 1

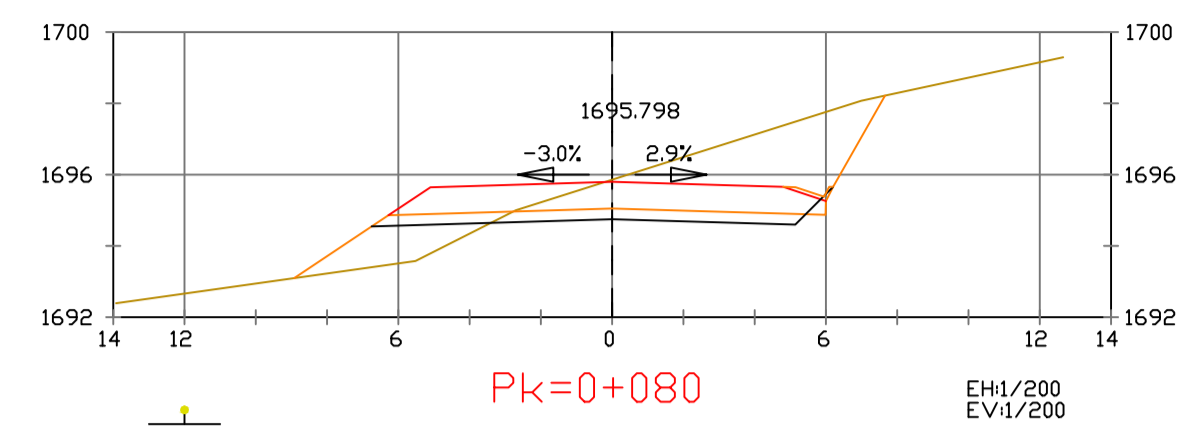
ID	D	SENTIDO	Radio	Tang.	LoLs	ExL	TS/PC/SC	PI	CS/PT/ST	NORTE-PI	ESTE-PI	A	x	y	P	k	TC	Pk	SA
S1	20°27'46.00"			33.559	50.000		0+063.987	0+000.000	0+143.987			59.161	49.366	5.898	1.481	24.894	16.872		
C1	31°02'56.59"	J	-70.000	19.445	37.934	18.342	0+143.987	0+170.791	0+181.921	9313541.776	178899.135							-10.50	1.70
S2	20°27'46.00"			33.559	50.000		0+181.921	0+000.000	0+231.921			59.161	49.366	5.898	1.481	24.894	16.872		
S3	17°54'17.75"			33.505	50.000		0+320.333	0+000.000	0+370.333			63.246	49.514	5.172	1.298	24.919	16.823		
C2	32°18'33.10"	D	80.000	23.173	45.112	18.131	0+370.333	0+400.211	0+415.445	9313655.470	178682.006							9.90	1.60
S4	17°54'17.75"			33.505	50.000		0+415.445	0+000.000	0+465.445			63.246	49.514	5.172	1.298	24.919	16.823		
S5	11°56'11.83"			33.409	50.000		0+554.017	0+000.000	0+604.017			77.460	49.783	3.461	0.867	24.964	16.736		
C3	37°54'21.79"	J	-120.000	41.209	79.390	20.844	0+604.017	0+651.268	0+683.407	9313919.850	178708.659							-7.80	1.20
S6	11°56'11.83"			33.409	50.000		0+683.407	0+000.000	0+733.407			77.460	49.783	3.461	0.867	24.964	16.736		
C4	15°48'27.35"	J	-160.000	22.165	44.050	1.528	0+938.695	0+960.860	0+962.745	9314101.327	178439.378							-6.40	1.00
S7	26°02'36.73"			33.701	50.000		1+126.090	0+000.000	1+178.090			52.440	48.977	7.465	1.880	24.829	17.002		
C5	133°51'31.41"	J	-55.000	129.129	128.495	1041.724	1+178.090	2+198.509	1+306.585	9313819.272	179297.101							-11.50	2.10
S8	26°02'36.73"			33.701	50.000		1+306.585	0+000.000	1+356.585			52.440	48.977	7.465	1.880	24.829	17.002		
S9	15°54'55.78"			33.469	50.000		1+460.277	0+000.000	1+510.277			67.082	49.616	4.604	1.154	24.936	16.790		
C6	25°10'53.73"	D	90.000	20.102	39.555	13.730	1+510.277	1+534.719	1+549.832	9314008.705	178425.156							9.30	1.40
S10	15°54'55.78"			33.469	50.000		1+549.832	0+000.000	1+599.832			67.082	49.616	4.604	1.154	24.936	16.790		
S11	11°56'11.83"			33.409	50.000		1+734.325	0+000.000	1+784.325			77.460	49.783	3.461	0.867	24.964	16.736		
C7	8°05'55.94"	D	120.000	8.548	17.067	5.745	1+784.325	1+793.972	1+801.392	9313757.513	178520.225							7.80	1.20
S12	11°56'11.83"			33.409	50.000		1+801.392	0+000.000	1+851.392			77.460	49.783	3.461	0.867	24.964	16.736		
S13	14°19'26.20"			33.443	50.000		2+056.069	0+000.000	2+116.069			70.711	49.668	4.148	1.039	24.948	16.787		
C8	0°37'52.32"	D	100.000	0.551	1.102	4.430	2+116.069	2+117.410	2+117.171	9313436.151	178456.457							8.70	1.30
S14	14°19'26.20"			33.443	50.000		2+117.171	0+000.000	2+167.171			70.711	49.668	4.148	1.039	24.948	16.787		
S15	26°02'36.73"			33.701	50.000		2+357.222	0+000.000	2+407.222			52.440	48.977	7.465	1.880	24.829	17.002		
C9	120°26'50.85"	D	55.000	96.128	115.621	818.701	2+407.222	3+253.898	2+522.844	9312573.673	177716.269							11.50	2.10
S16	26°02'36.73"			33.701	50.000		2+522.844	0+000.000	2+572.844			52.440	48.977	7.465	1.880	24.829	17.002		
C10	25°18'29.48"	J	-160.000	35.923	70.674	3.983	2+786.203	2+822.126	2+858.876	9313533.603	178342.171							-6.40	1.00
S17	11°56'11.83"			33.409	50.000		3+011.737	0+000.000	3+061.737			77.460	49.783	3.461	0.867	24.964	16.736		
C11	72°37'04.34"	J	-120.000	88.178	152.091	61.498	3+061.737	3+172.099	3+213.827	9313881.502	178389.811							-7.80	1.20
S18	11°56'11.83"			33.409	50.000		3+213.827	0+000.000	3+263.827			77.460	49.783	3.461	0.867	24.964	16.736		
S19	26°02'36.73"			33.701	50.000		3+438.041	0+000.000	3+488.041			52.440	48.977	7.465	1.880	24.829	17.002		
C12	96°36'16.68"	J	-55.000	61.772	92.766	156.019	3+488.041	3+666.078	3+880.807	9313894.328	177627.344							-11.50	2.10
S20	26°02'36.73"			33.701	50.000		3+880.807	0+000.000	3+930.807			52.440	48.977	7.465	1.880	24.829	17.002		
S21	26°02'36.73"			33.701	50.000		3+754.186	0+000.000	3+804.186			52.440	48.977	7.465	1.880	24.829	17.002		
C13	114°58'58.28"	D	55.000	86.249	110.344	448.872	3+804.186	4+279.666	3+914.530	9313422.124	178566.242							11.50	2.10
S22	26°02'36.73"			33.701	50.000		3+914.530	0+000.000	3+964.530			52.440	48.977	7.465	1.880	24.829	17.002		
S23	17°54'17.75"			33.505	50.000		4+237.319	0+000.000	4+287.319			63.246	49.514	5.172	1.298	24.919	16.823		
C14	14°22'48.70"	D	80.000	10.092	20.079	9.771	4+287.319	4+300.312	4+307.398	9313711.267	177754.974							9.90	1.60
S24	17°54'17.75"			33.505	50.000		4+307.398	0+000.000	4+357.398			63.246	49.514	5.172	1.298	24.919	16.823		
S25	17°54'17.75"			33.505	50.000		4+602.310	0+000.000	4+652.310			63.246	49.514	5.172	1.298	24.919	16.823		
C15	33°22'26.86"	J	-80.000	23.981	46.599	18.758	4+652.310	4+683.296	4+698.909	9314076.277	177620.741							-9.90	1.60
S26	17°54'17.75"			33.505	50.000		4+698.909	0+000.000	4+748.909			63.246	49.514	5.172	1.298	24.919	16.823		



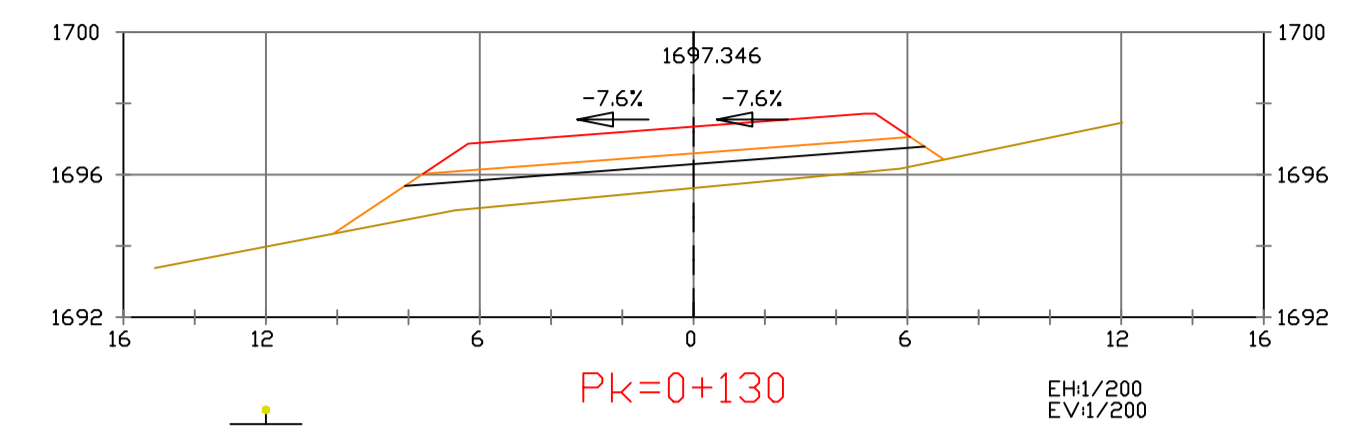
ANEXO A: PLANOS DE DISEÑO



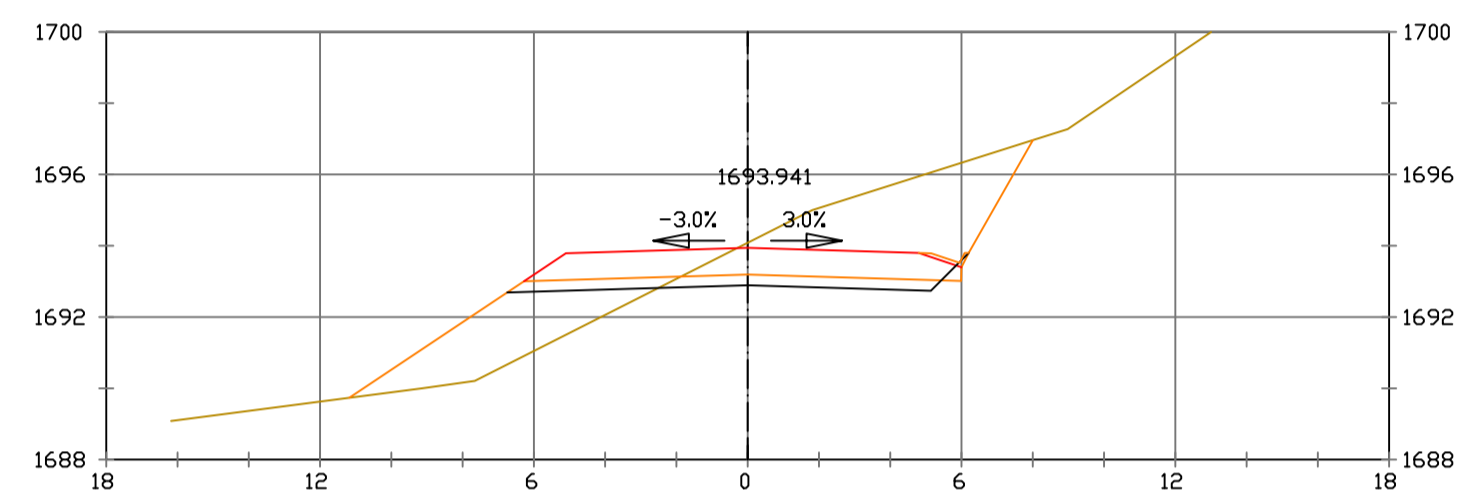
S. REVES CUNETA = 0.14 m².
S. D TIERRA = 19.76 m².
S. SUELO SEL 1 = 3.54 m².
S. TERRAPLEN = 25.49 m².
S. FIRME = 8.55 m².



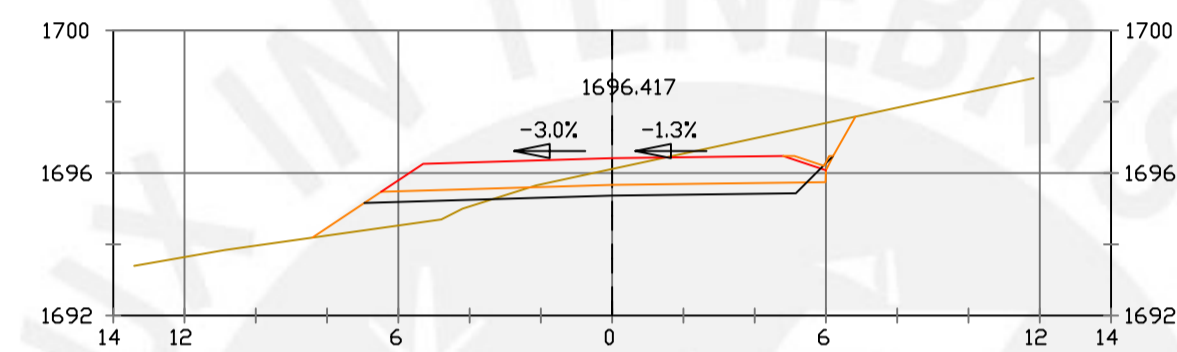
S. REVES CUNETA = 0.14 m². VP REVES CUNETA = 2.87 m³.
S. D TIERRA = 16.62 m². VP D TIERRA = 344.77 m³.
S. SUELO SEL 1 = 3.54 m². VP SUELO SEL 1 = 70.81 m³.
S. TERRAPLEN = 3.63 m². VP TERRAPLEN = 90.21 m³.
S. FIRME = 8.55 m². VP FIRME = 170.92 m³.



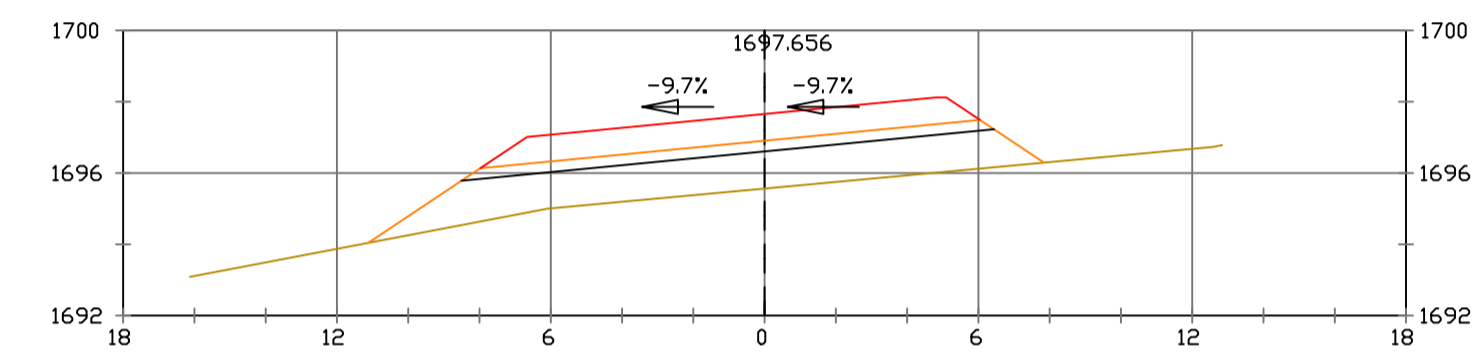
S. SUELO SEL 1 = 4.24 m². VP SUELO SEL 1 = 1.26 m³.
S. TERRAPLEN = 11.17 m². VP TERRAPLEN = 41.34 m³.
S. FIRME = 9.40 m². VP FIRME = 82.85 m³.



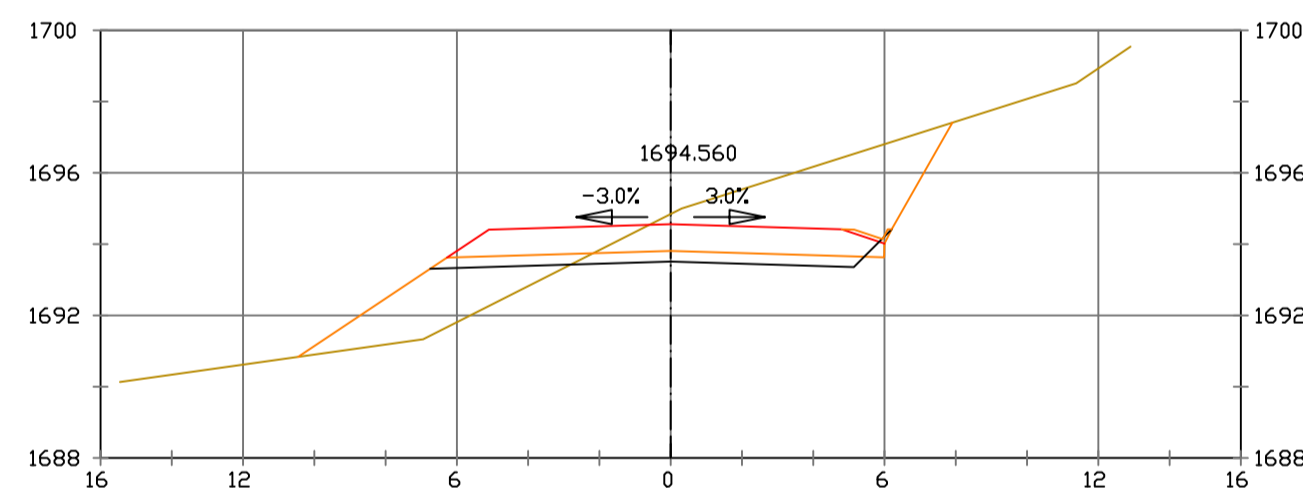
S. REVES CUNETA = 0.14 m². VP REVES CUNETA = 2.87 m³.
S. D TIERRA = 19.13 m². VP D TIERRA = 388.84 m³.
S. SUELO SEL 1 = 3.54 m². VP SUELO SEL 1 = 70.81 m³.
S. TERRAPLEN = 9.37 m². VP TERRAPLEN = 348.62 m³.
S. FIRME = 8.55 m². VP FIRME = 170.93 m³.



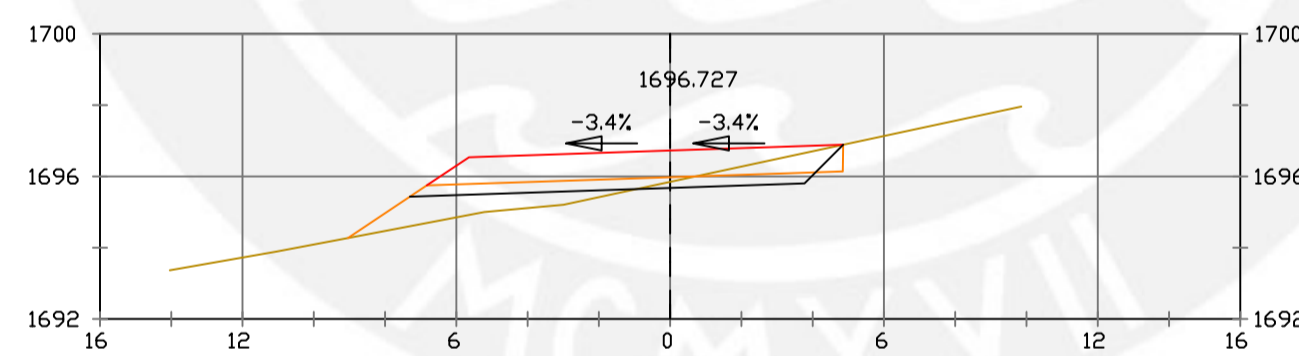
S. REVES CUNETA = 0.15 m². VP REVES CUNETA = 2.89 m³.
S. D TIERRA = 9.67 m². VP D TIERRA = 270.17 m³.
S. SUELO SEL 1 = 3.61 m². VP SUELO SEL 1 = 71.13 m³.
S. TERRAPLEN = 2.29 m². VP TERRAPLEN = 57.63 m³.
S. FIRME = 8.67 m². VP FIRME = 171.26 m³.



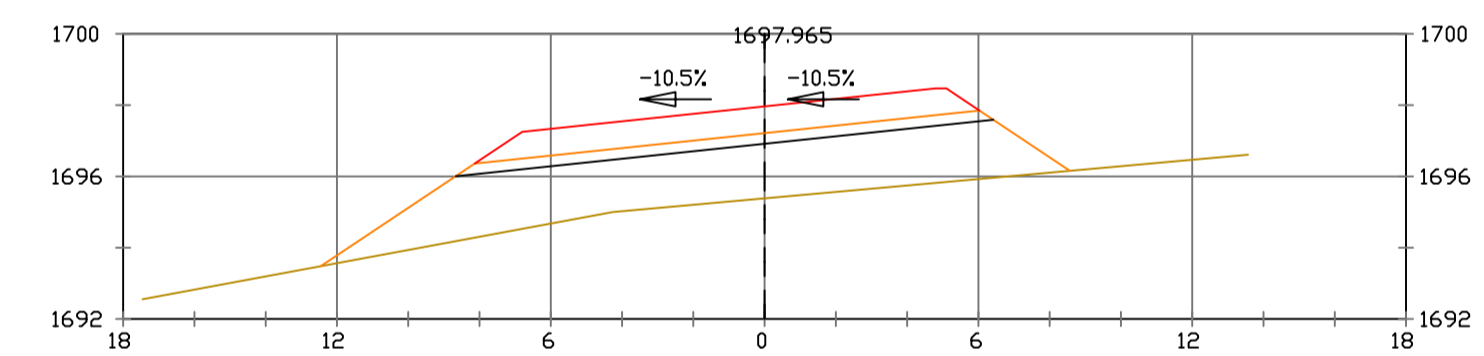
S. SUELO SEL 1 = 4.35 m². VP SUELO SEL 1 = 42.93 m³.
S. TERRAPLEN = 18.16 m². VP TERRAPLEN = 144.99 m³.
S. FIRME = 9.65 m². VP FIRME = 95.25 m³.



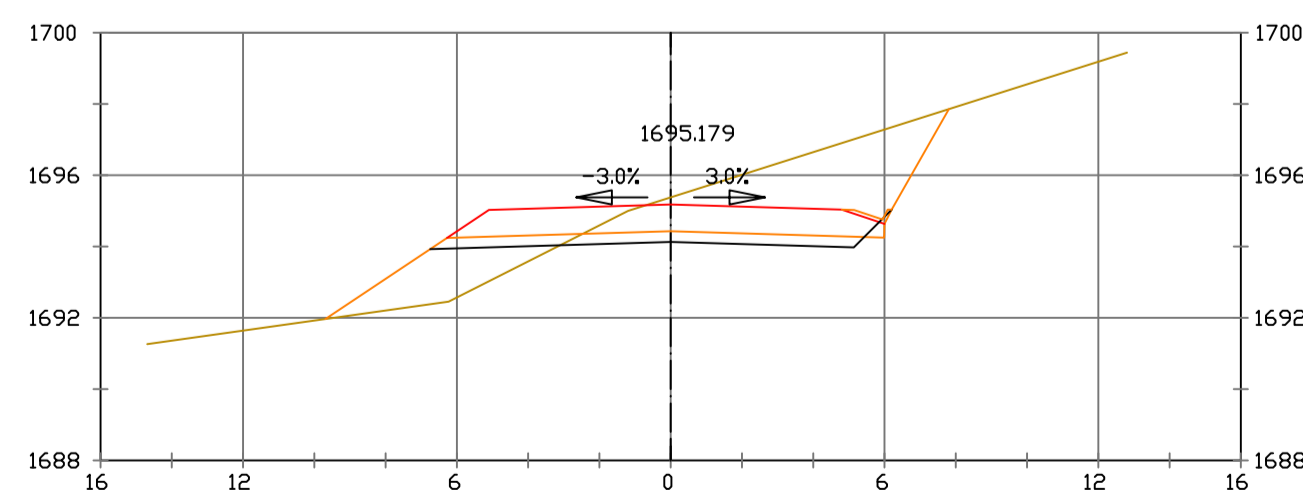
S. REVES CUNETA = 0.14 m². VP REVES CUNETA = 2.87 m³.
S. D TIERRA = 18.68 m². VP D TIERRA = 378.05 m³.
S. SUELO SEL 1 = 3.54 m². VP SUELO SEL 1 = 70.81 m³.
S. TERRAPLEN = 7.31 m². VP TERRAPLEN = 166.81 m³.
S. FIRME = 8.55 m². VP FIRME = 170.93 m³.



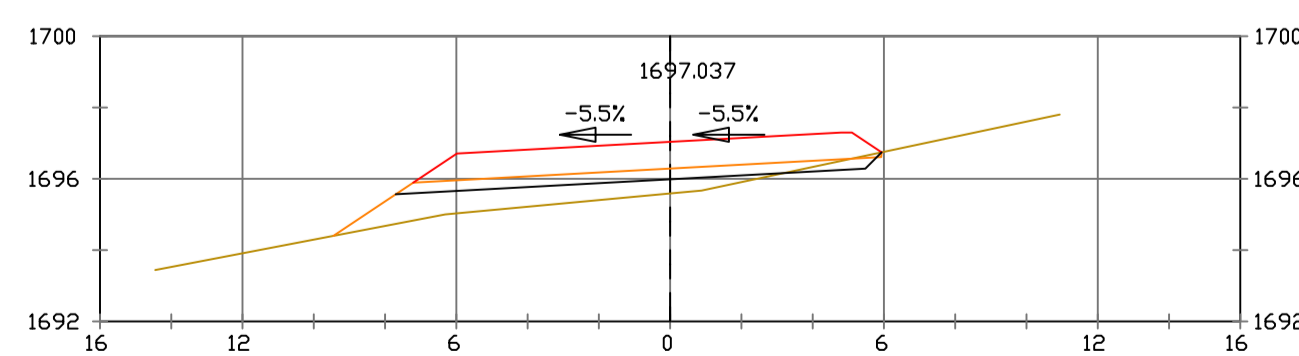
S. D TIERRA = 2.47 m². VP REVES CUNETA = 1.09 m³.
S. SUELO SEL 1 = 3.30 m². VP D TIERRA = 64.18 m³.
S. TERRAPLEN = 3.46 m². VP SUELO SEL 1 = 35.57 m³.
S. FIRME = 8.32 m². VP TERRAPLEN = 26.72 m³.
VP FIRME = 86.41 m³.



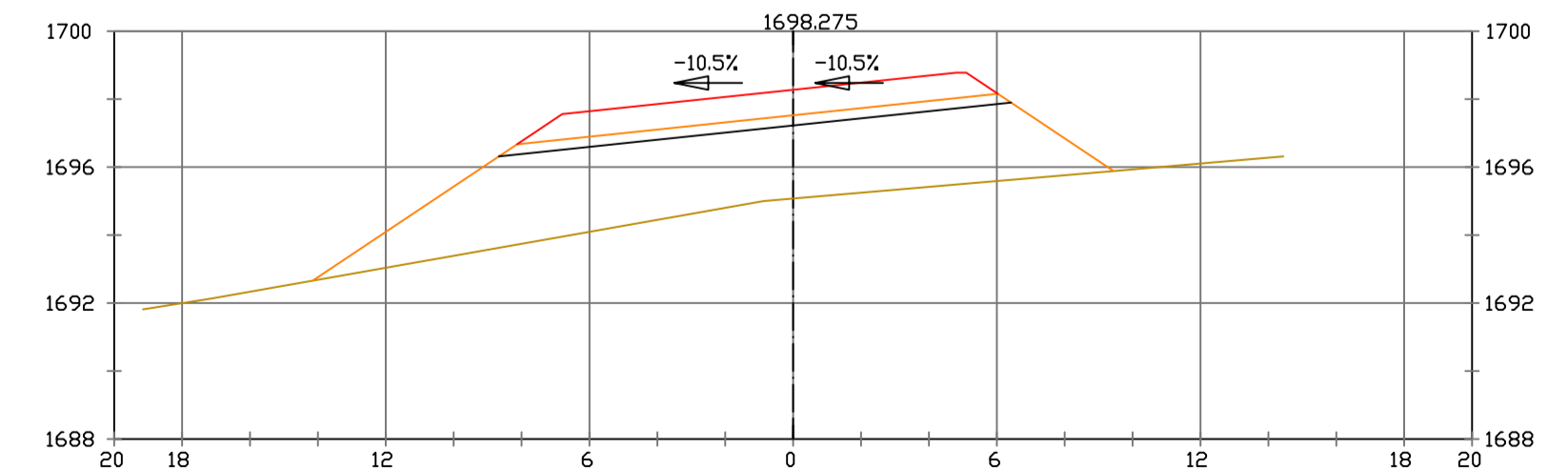
S. SUELO SEL 1 = 4.39 m². VP SUELO SEL 1 = 43.79 m³.
S. TERRAPLEN = 28.97 m². VP TERRAPLEN = 232.60 m³.
S. FIRME = 9.76 m². VP FIRME = 97.30 m³.



S. REVES CUNETA = 0.14 m². VP REVES CUNETA = 2.87 m³.
S. D TIERRA = 17.86 m². VP D TIERRA = 365.33 m³.
S. SUELO SEL 1 = 3.54 m². VP SUELO SEL 1 = 70.81 m³.
S. TERRAPLEN = 5.39 m². VP TERRAPLEN = 126.97 m³.
S. FIRME = 8.55 m². VP FIRME = 170.93 m³.



S. D TIERRA = 0.49 m². VP D TIERRA = 14.72 m³.
S. SUELO SEL 1 = 3.93 m². VP SUELO SEL 1 = 36.18 m³.
S. TERRAPLEN = 5.79 m². VP TERRAPLEN = 44.95 m³.
S. FIRME = 9.13 m². VP FIRME = 87.89 m³.



S. SUELO SEL 1 = 4.39 m². VP SUELO SEL 1 = 43.90 m³.
S. TERRAPLEN = 45.66 m². VP TERRAPLEN = 368.80 m³.
S. FIRME = 9.76 m². VP FIRME = 97.56 m³.

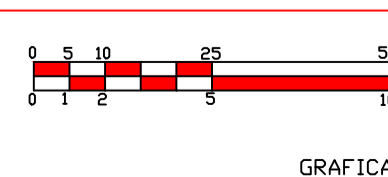


PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

ESCALAS
HORIZONTAL 1 : 1000
VERTICAL 1 : 200



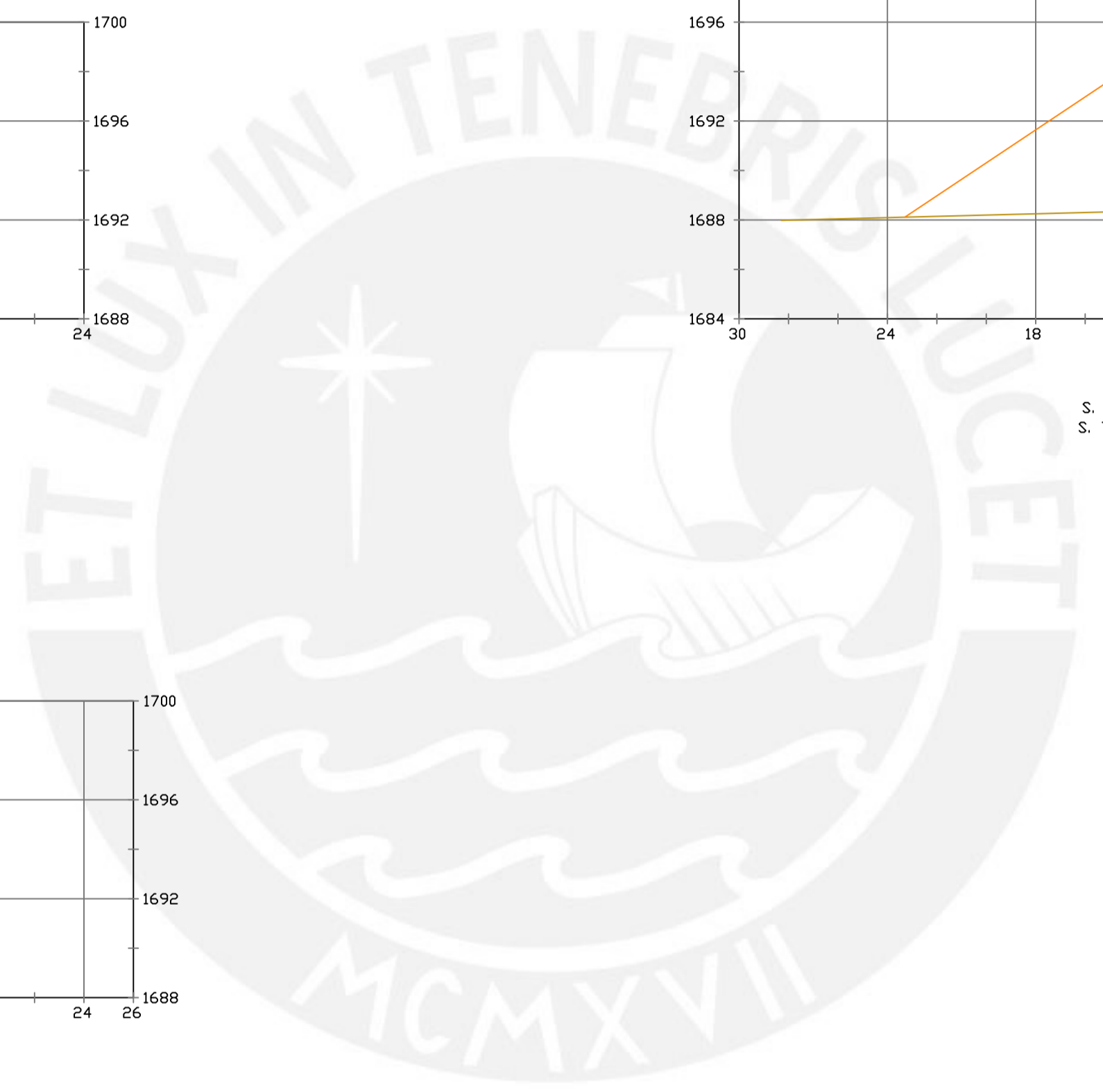
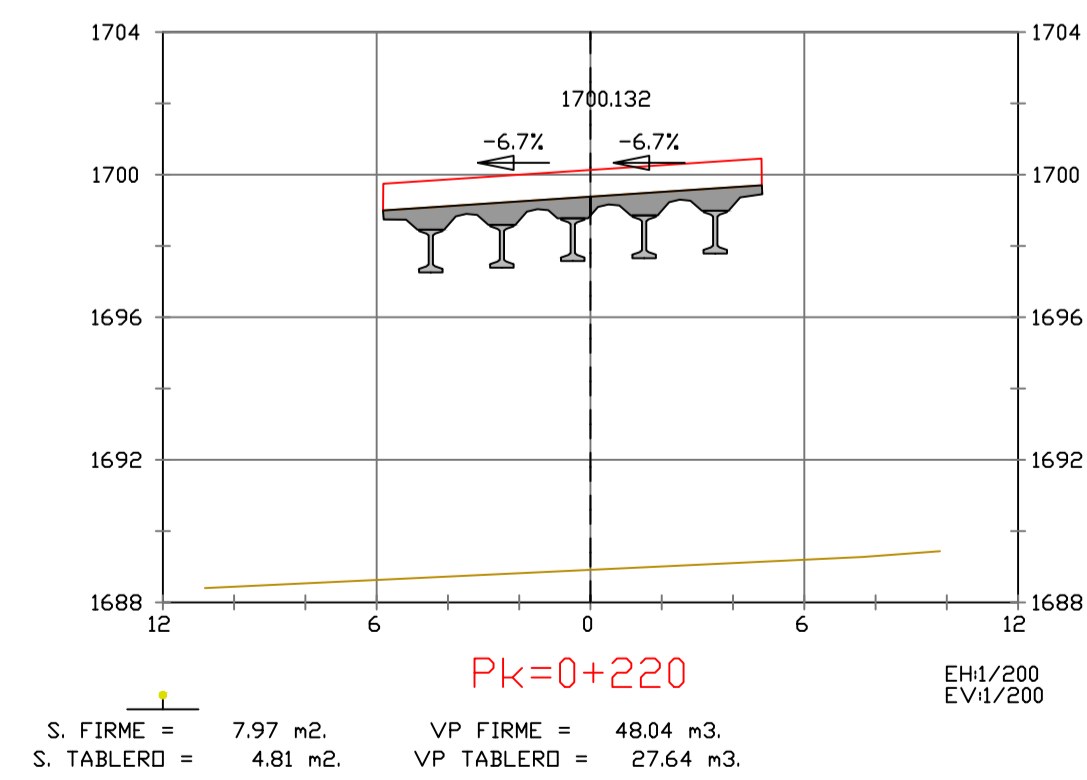
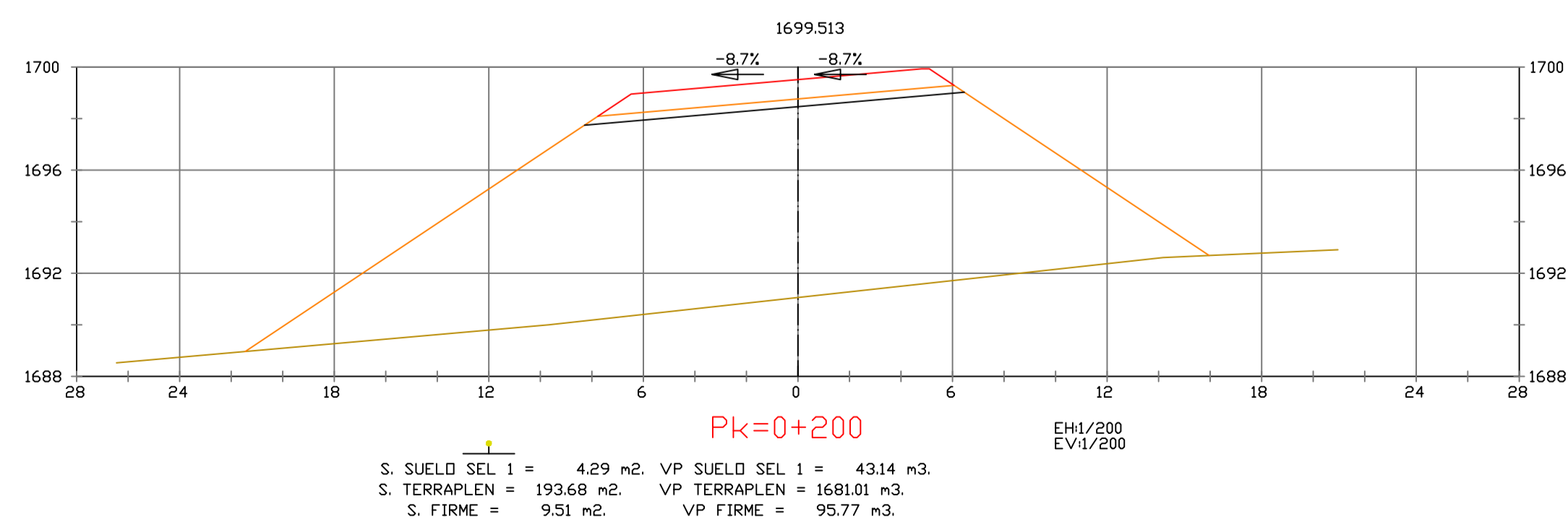
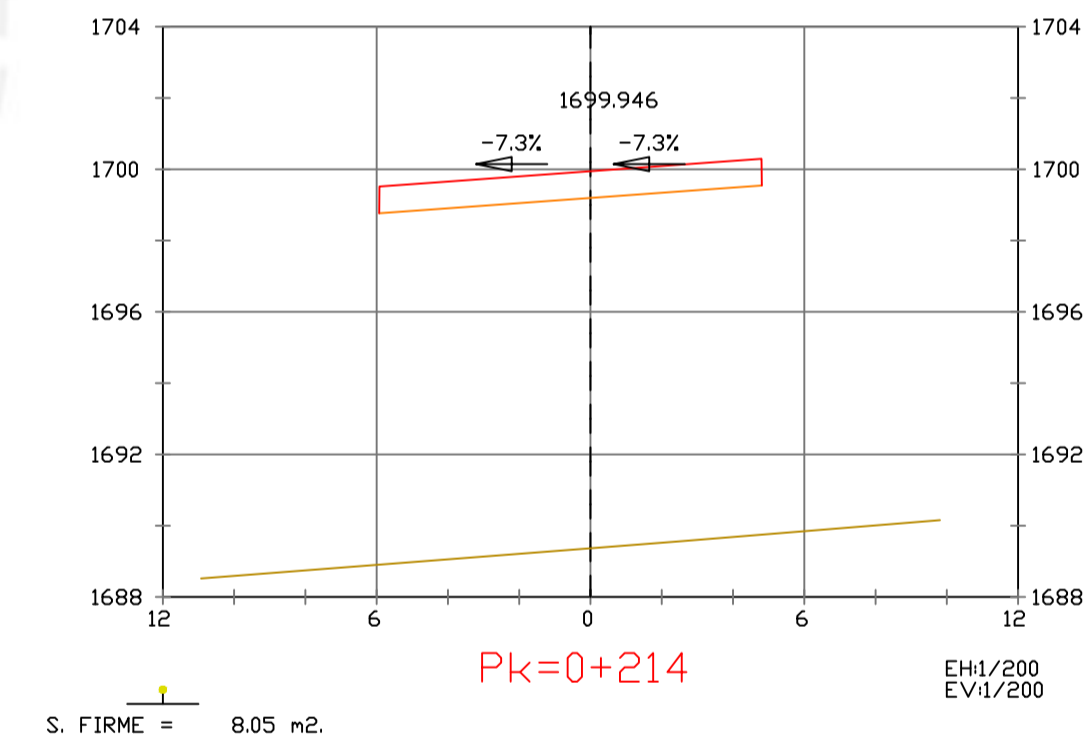
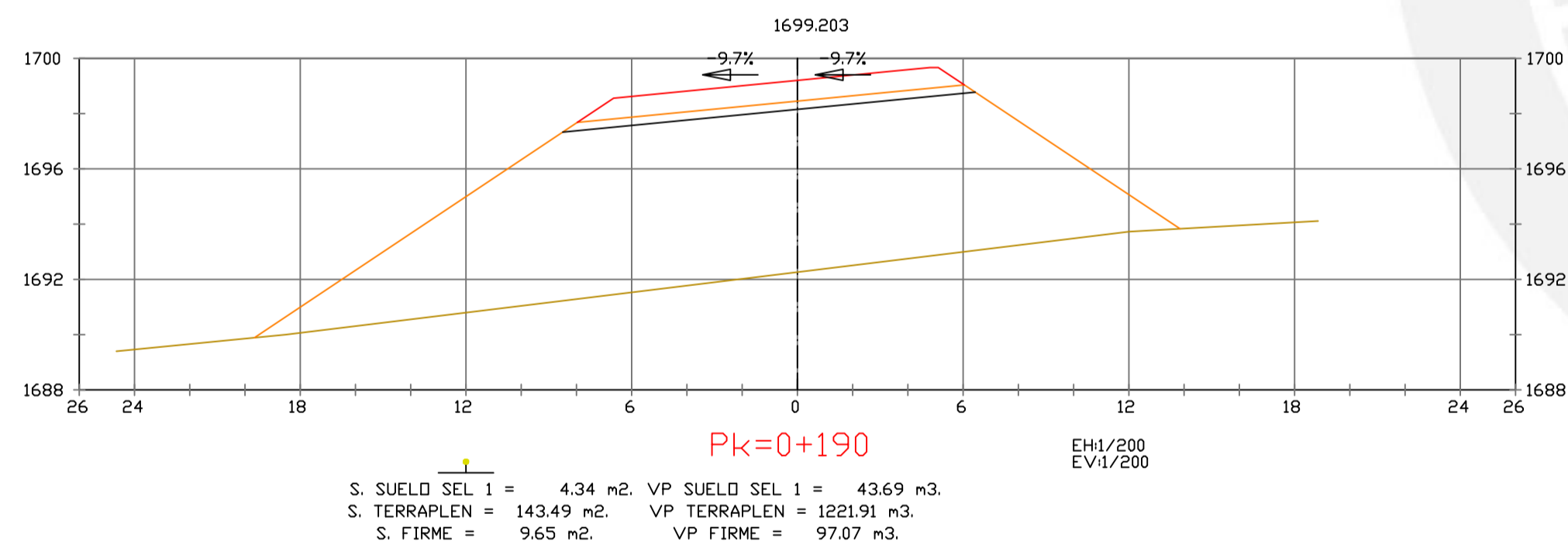
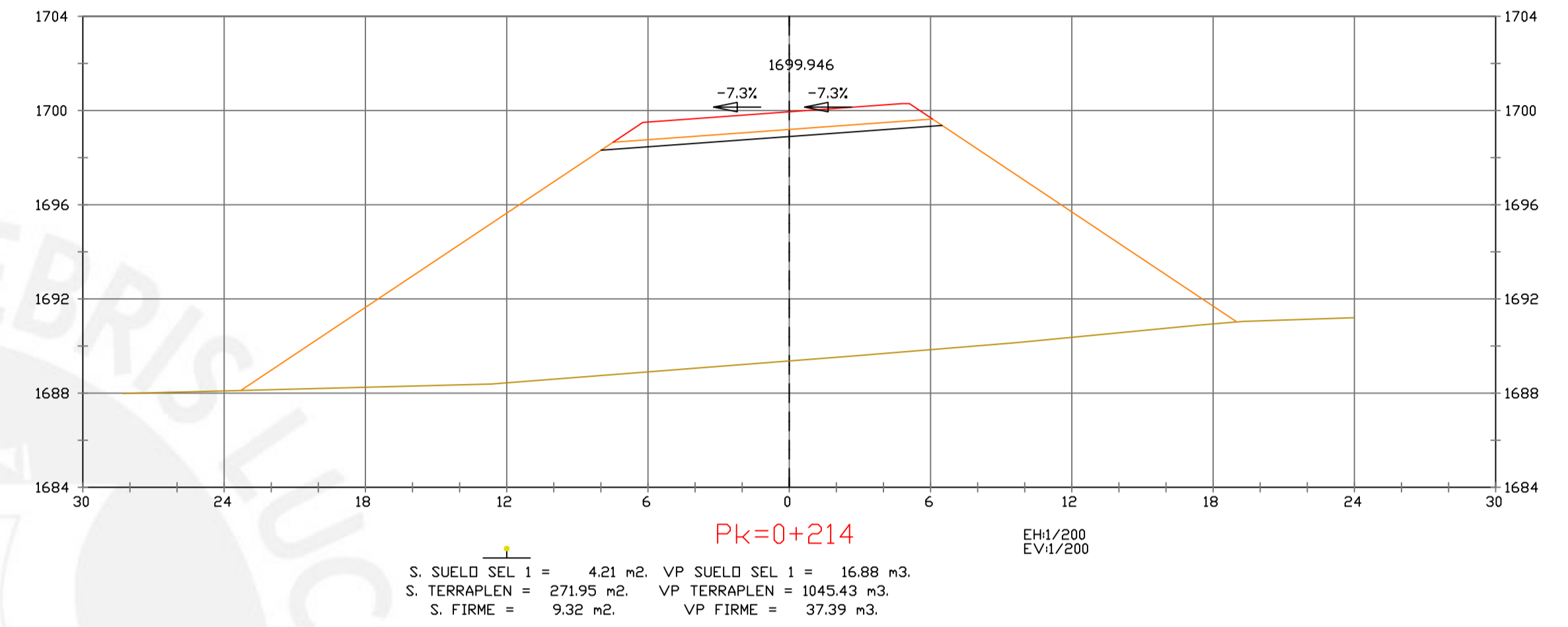
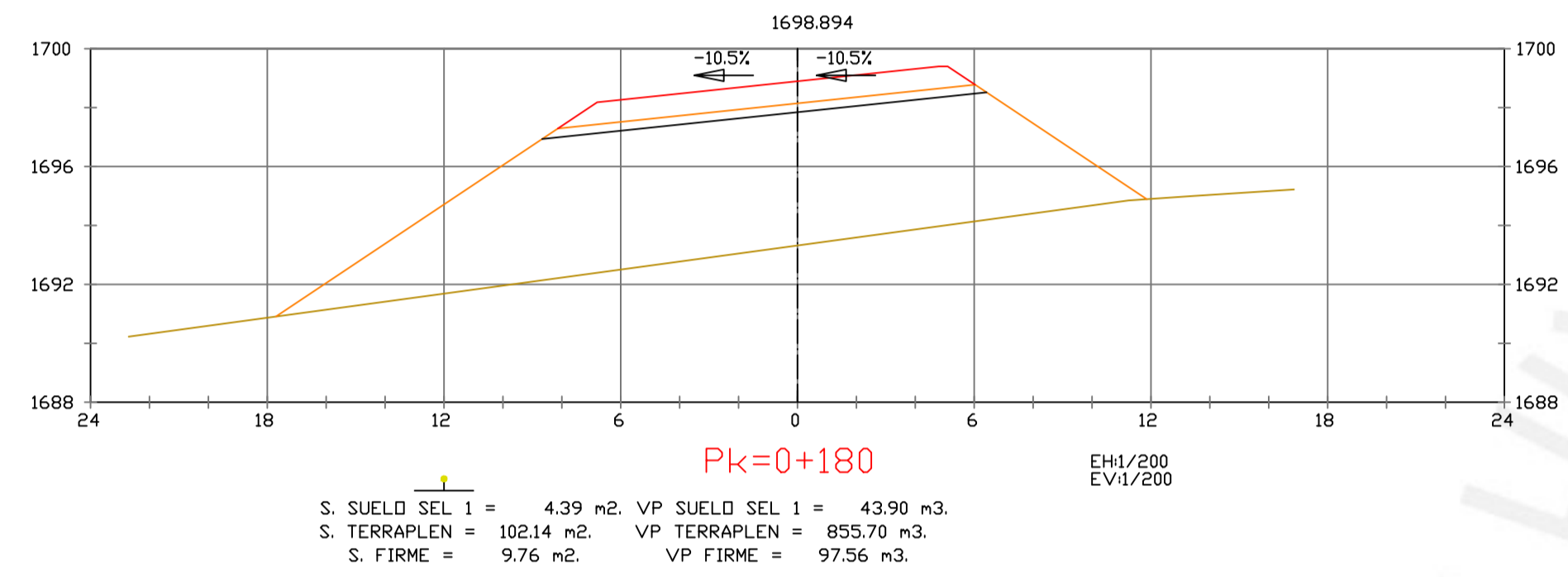
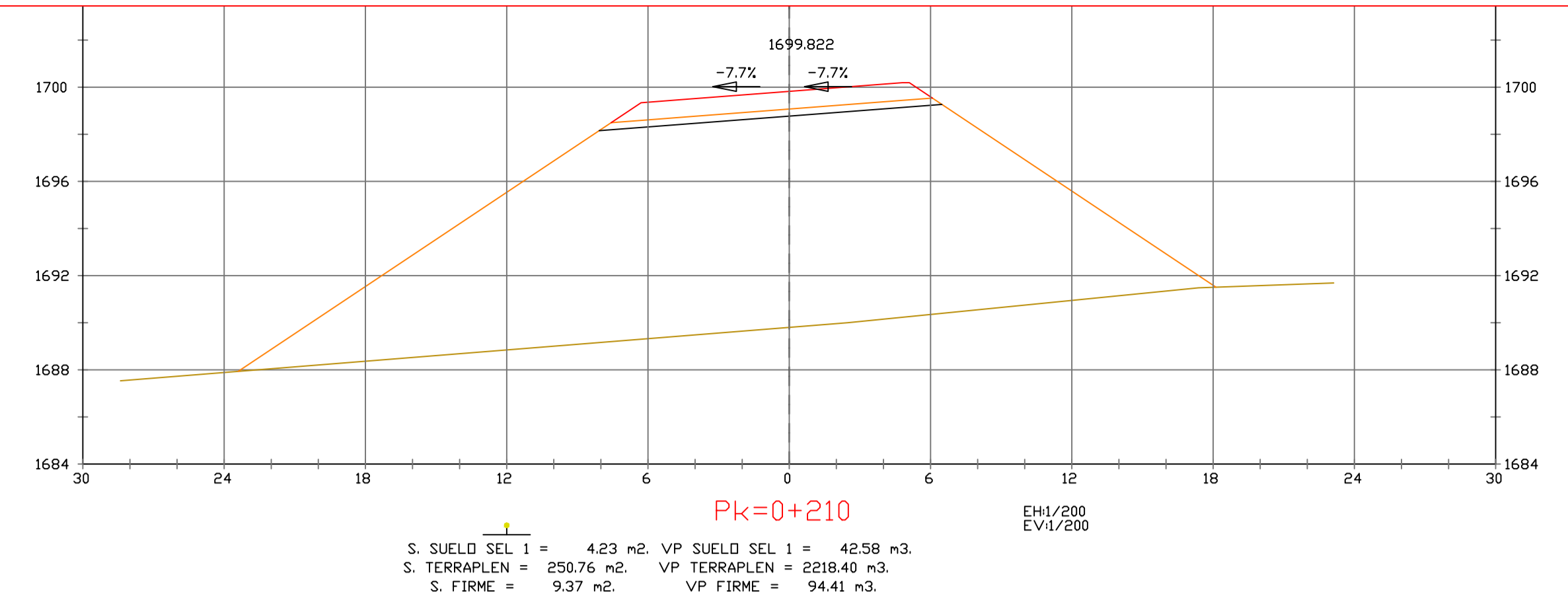
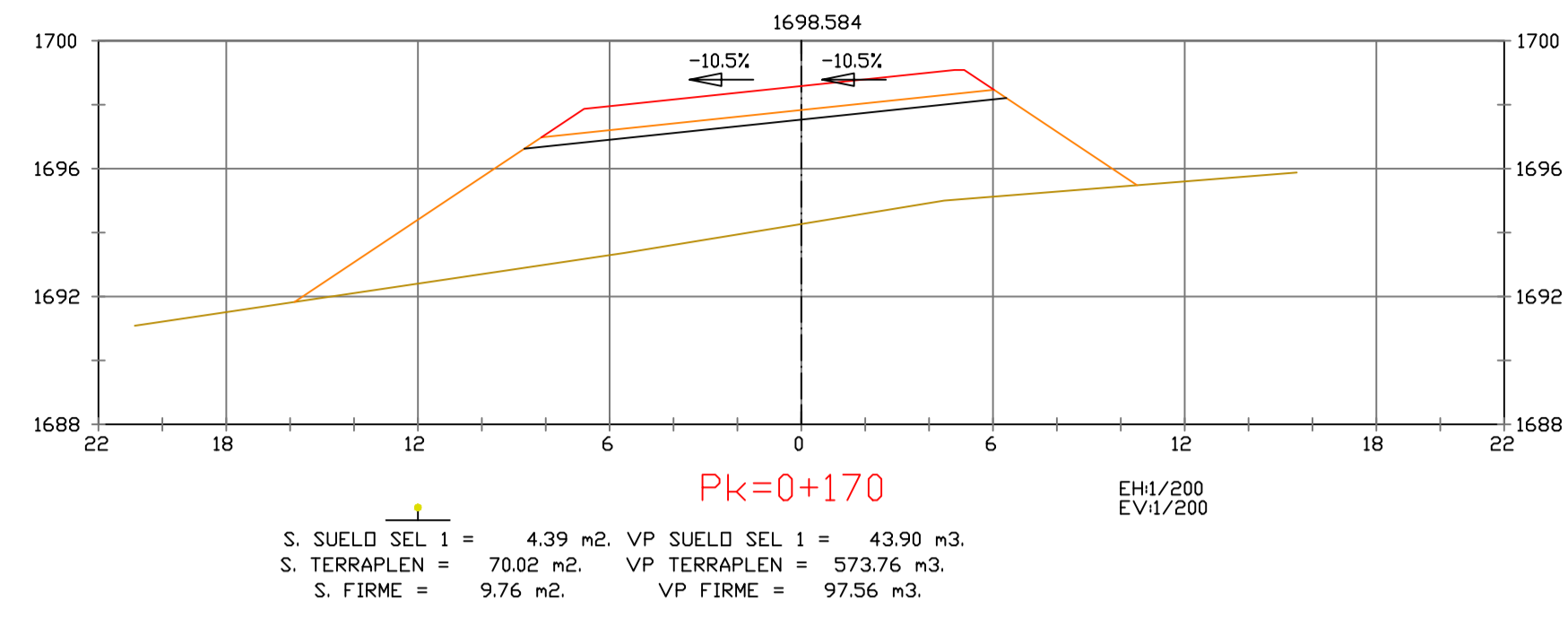
PROYECTO : CARRETERA
DE CACLIC A LUYA
AMAZONAS

NOMBRE PLANO :
SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
06/12/2021

TESIS DE
PREGRADO

1



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

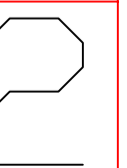
ESCALAS
HORIZONTAL 1 : 1000
VERTICAL 1 : 200
ORIGINAL GRAFICA

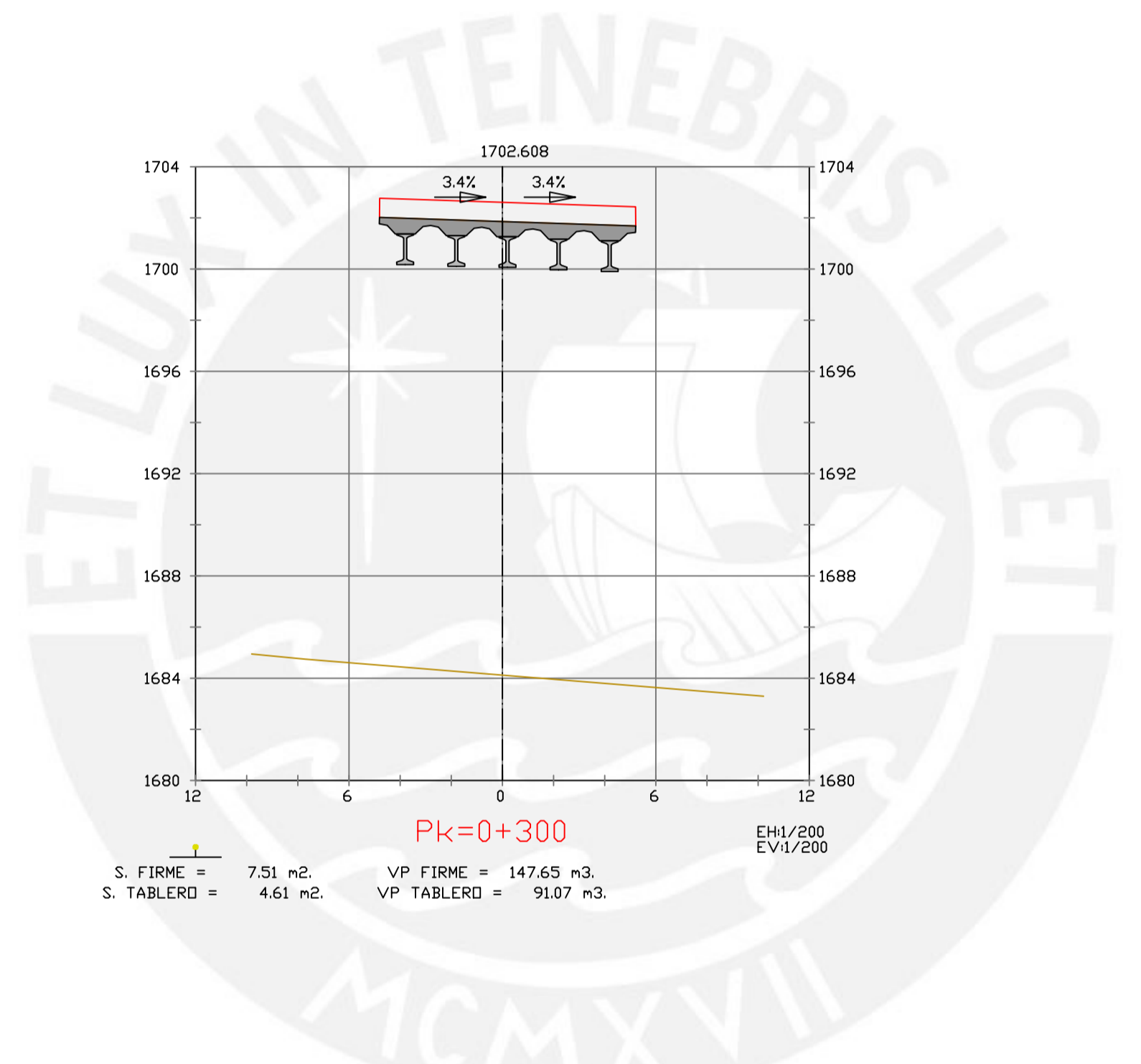
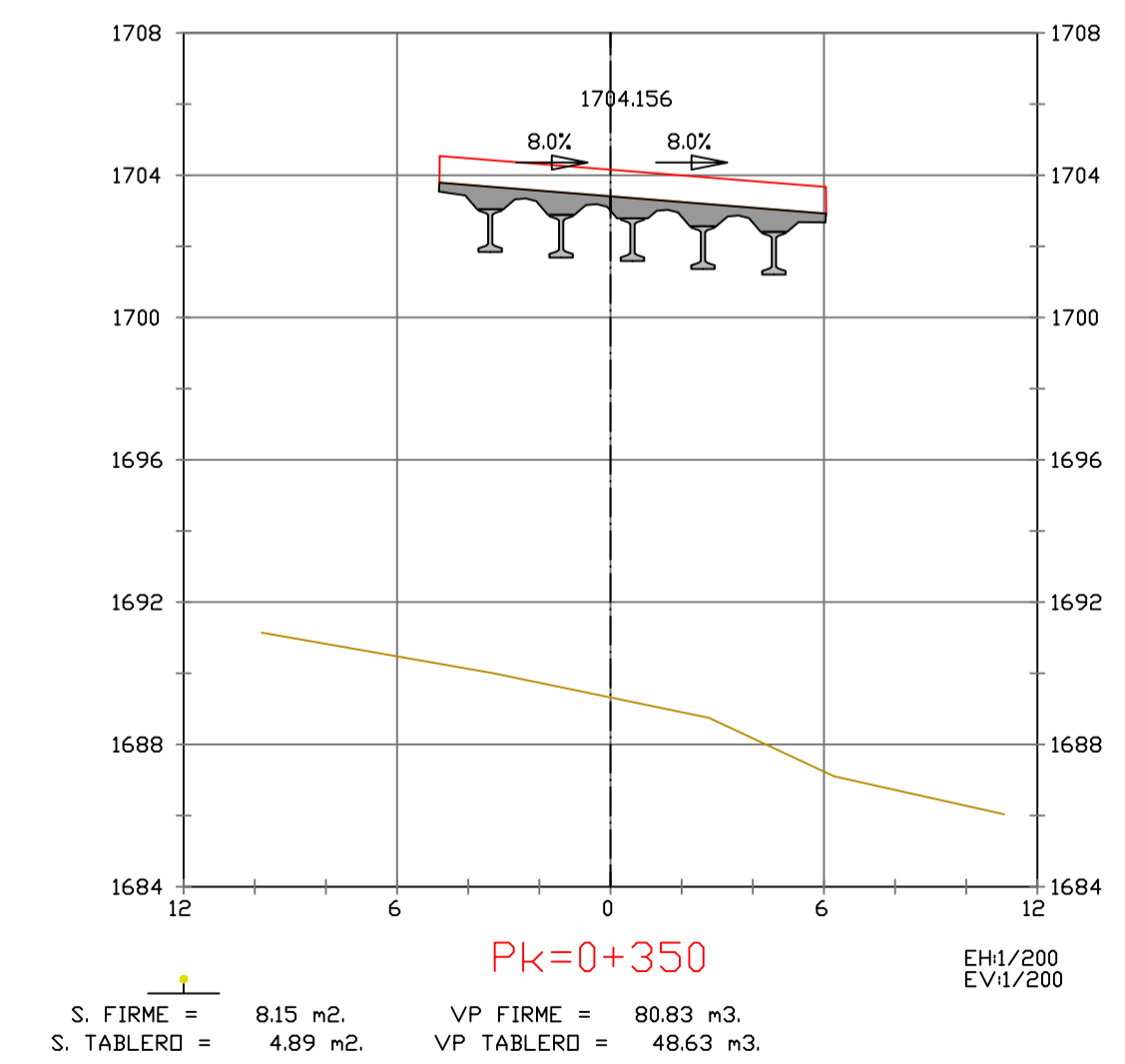
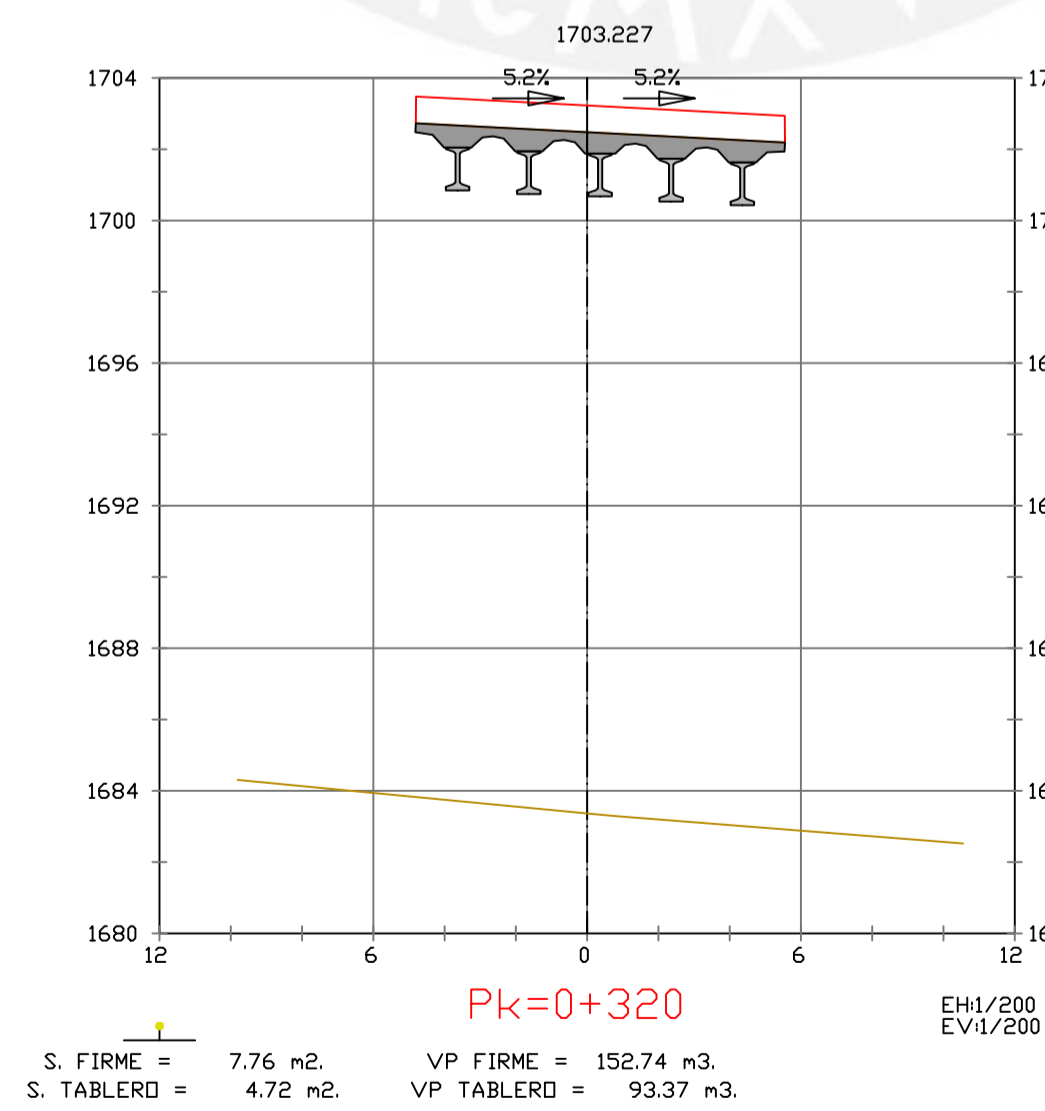
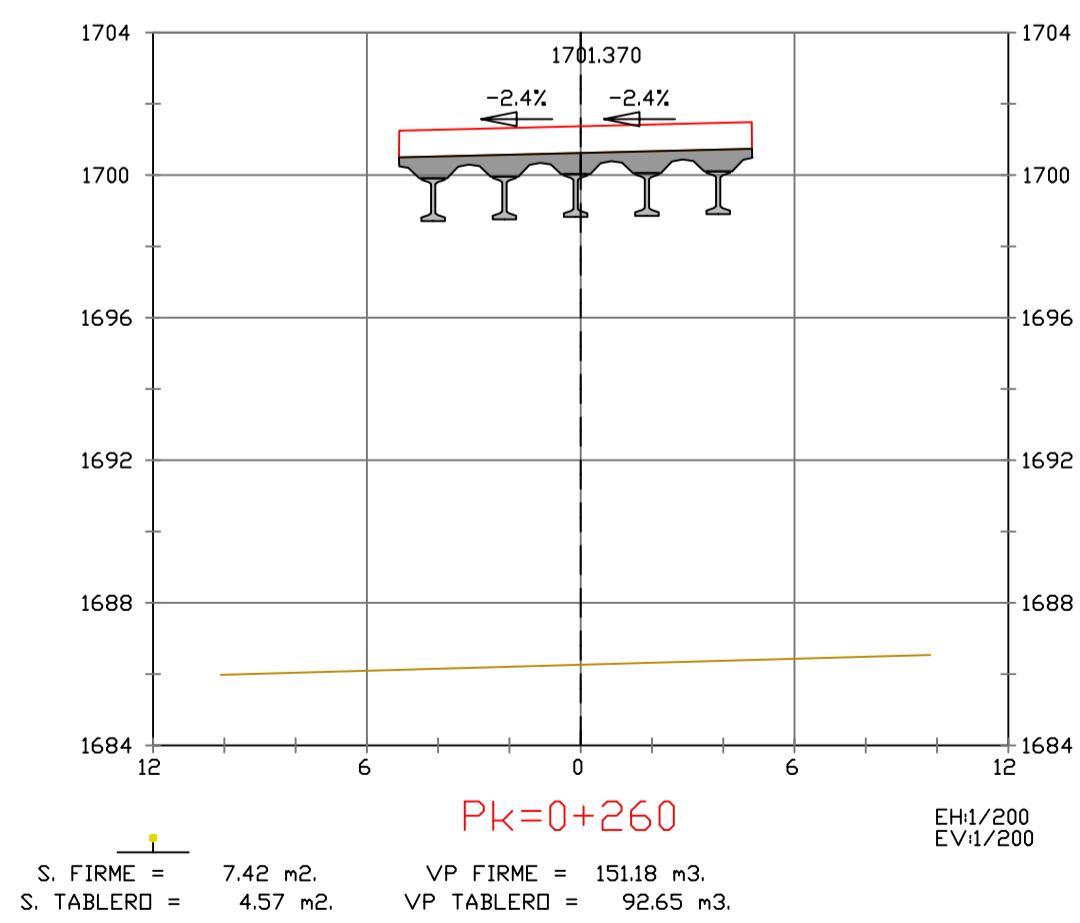
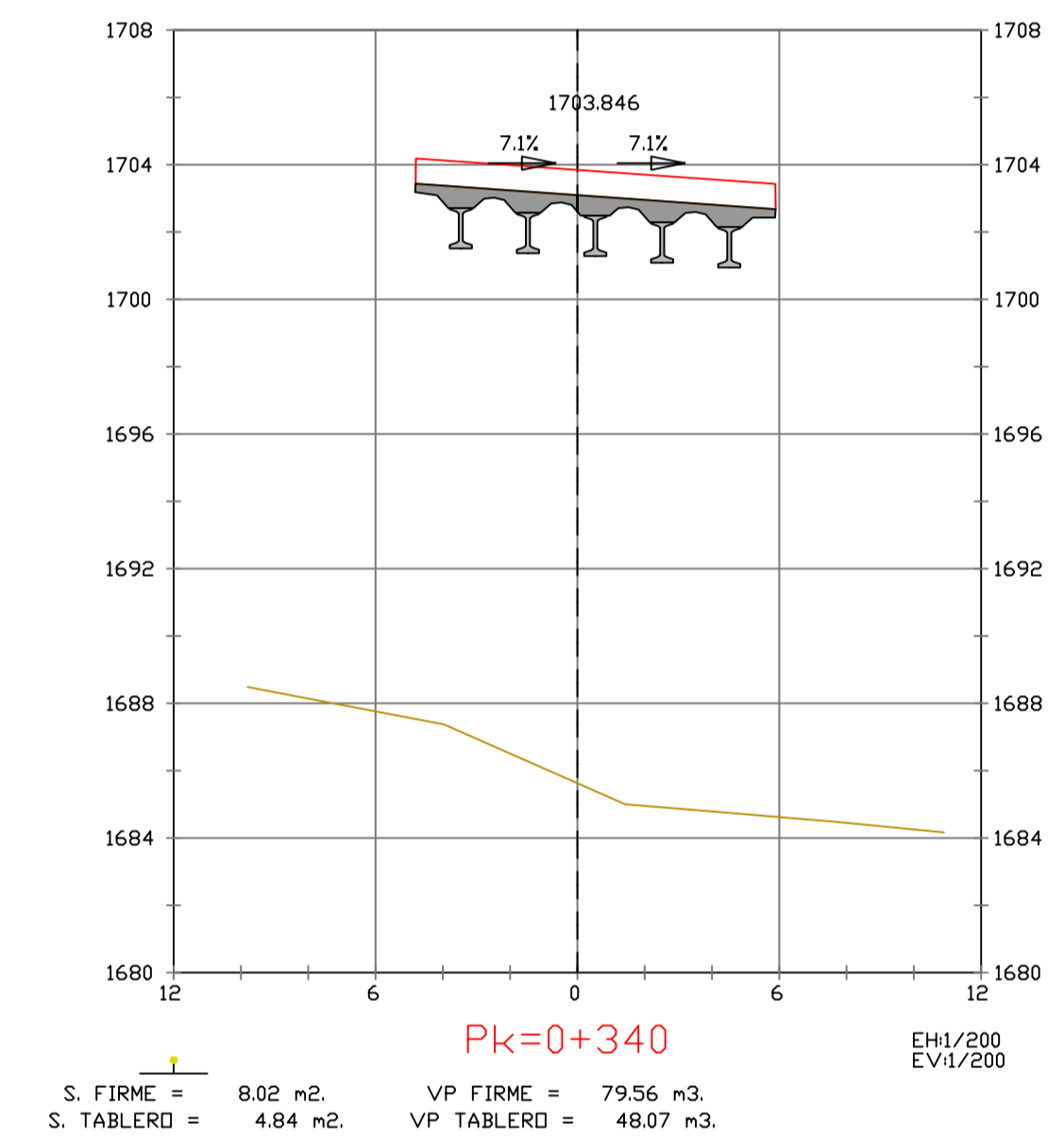
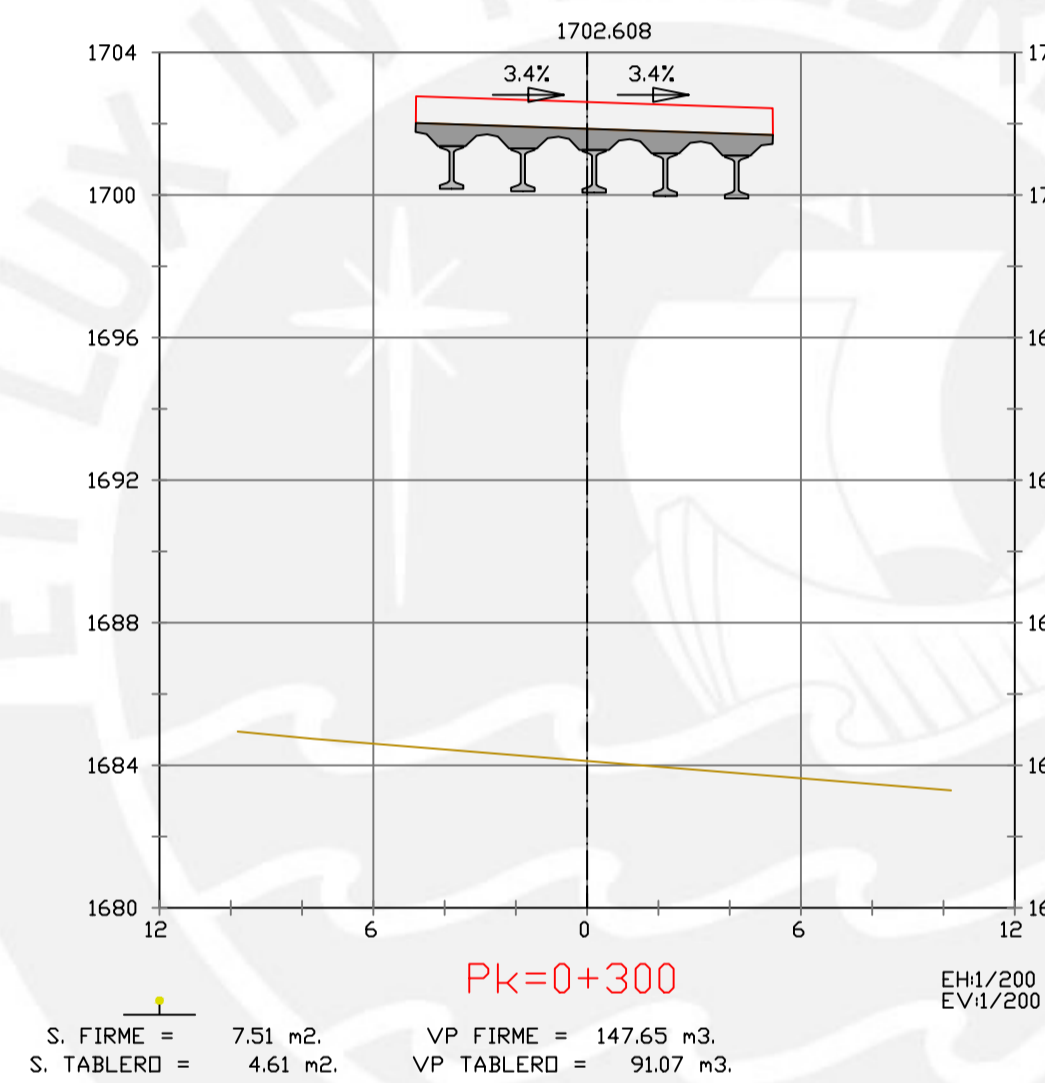
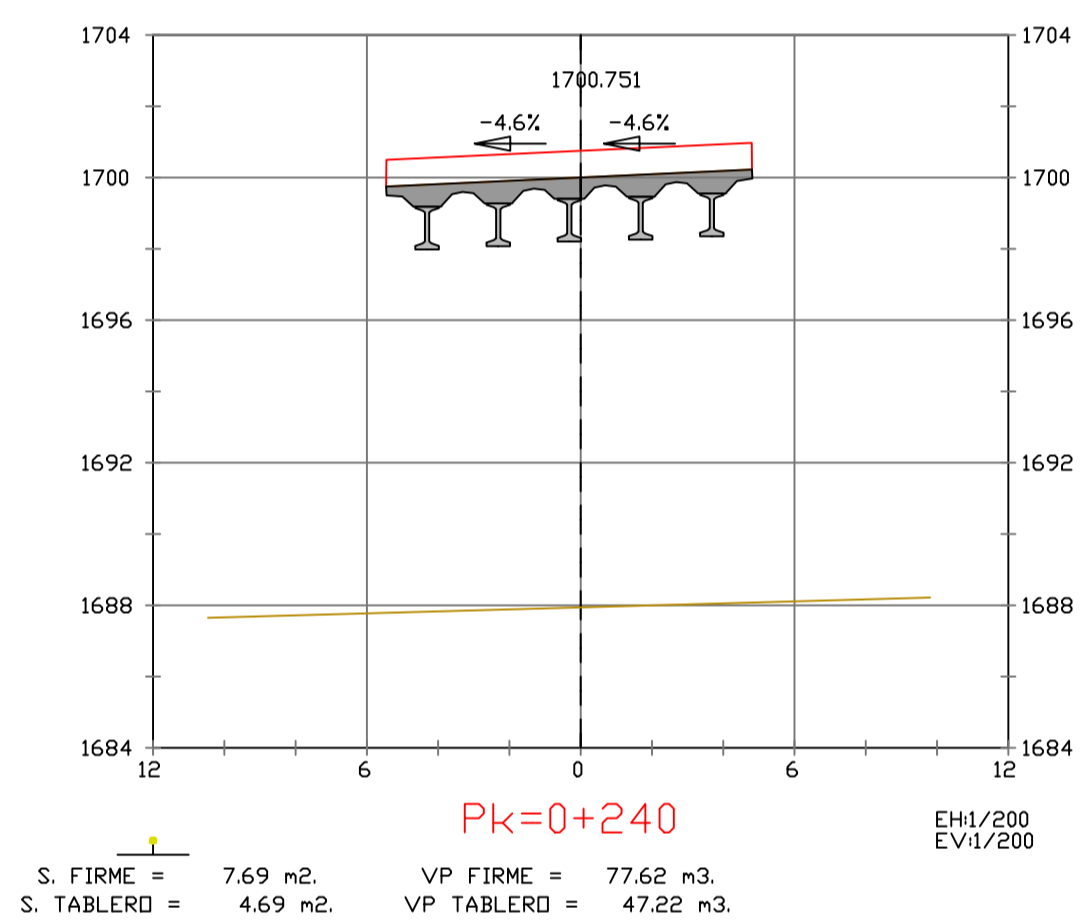
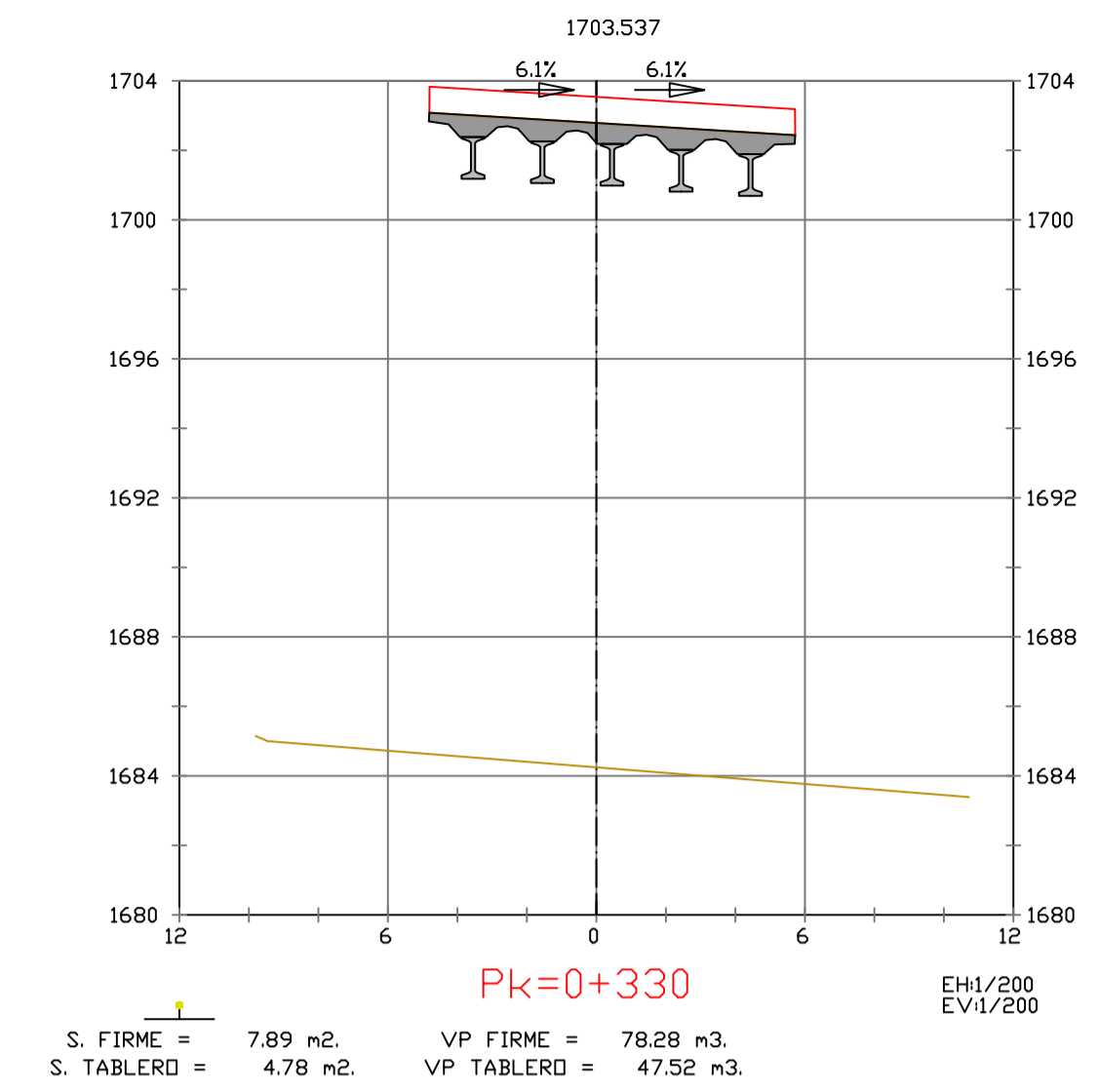
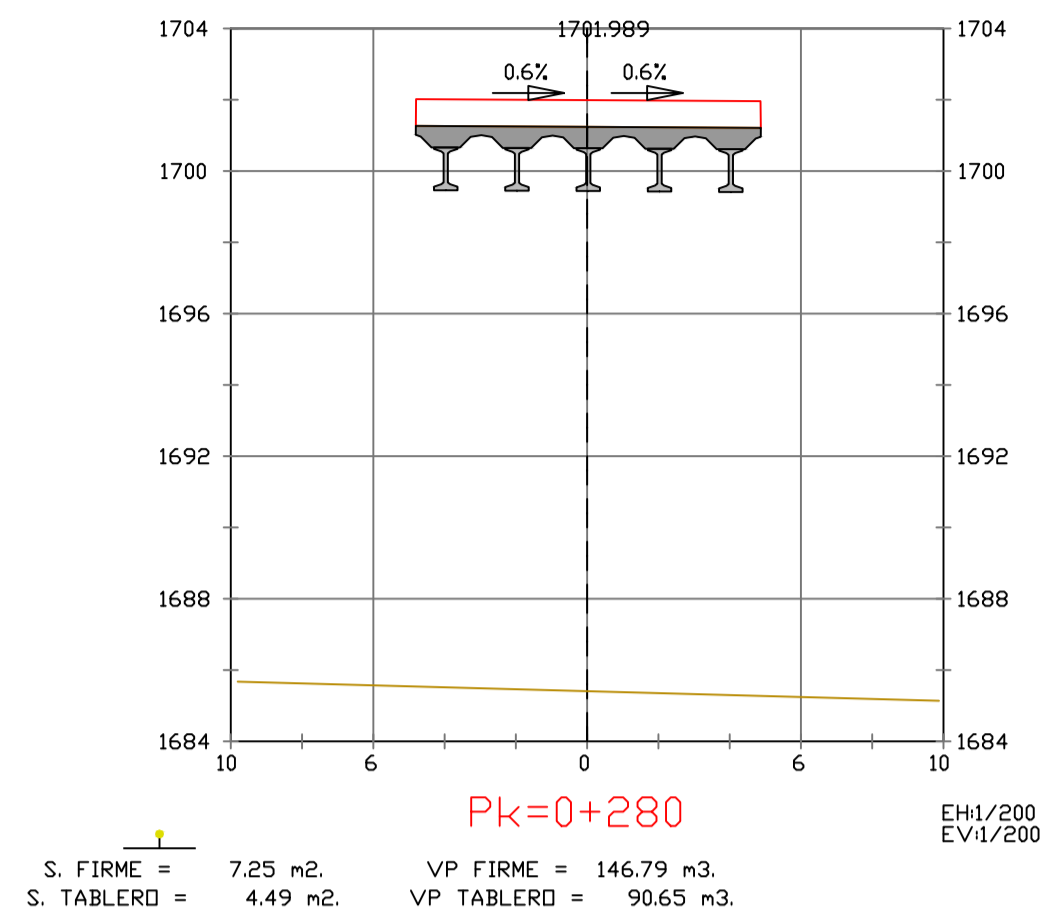
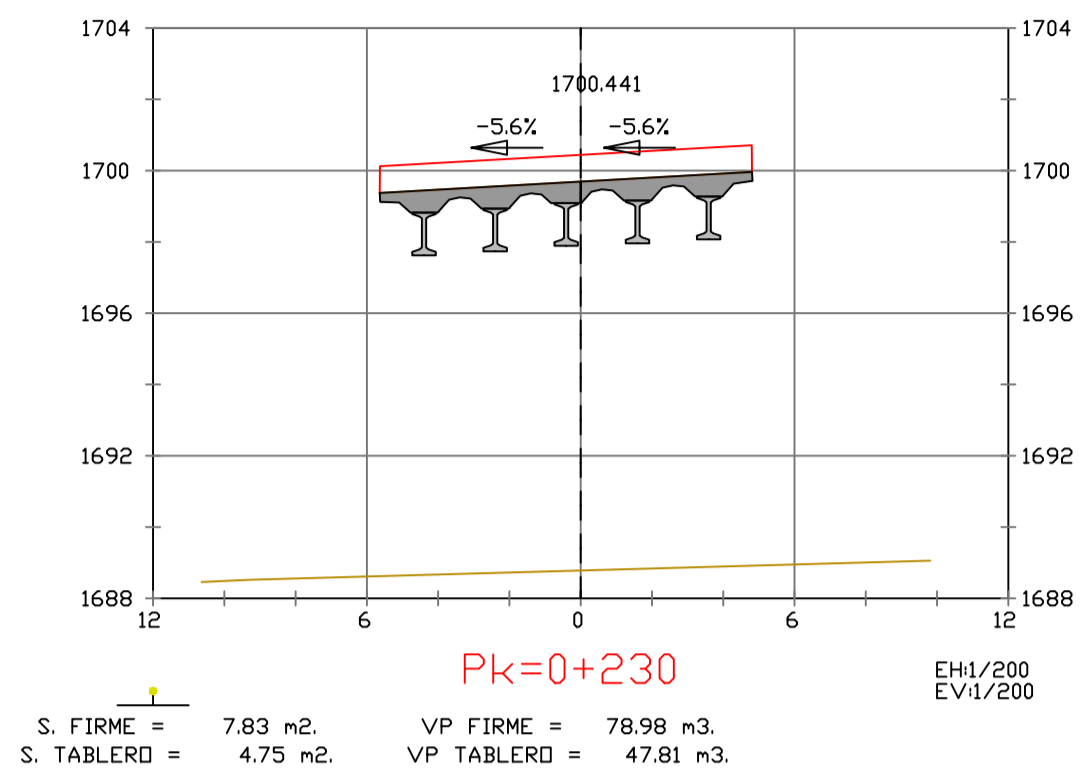
PROYECTO : CARRETERA DE CACLIC A LUYA AMAZONAS

NOMBRE PLANO : SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 06/12/2021

TESIS DE PREGRADO





PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

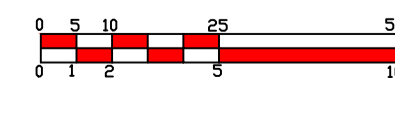


PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

ESCALAS
HORIZONTAL 1 : 1000
VERTICAL 1 : 200
ORIGINAL GRAFICA



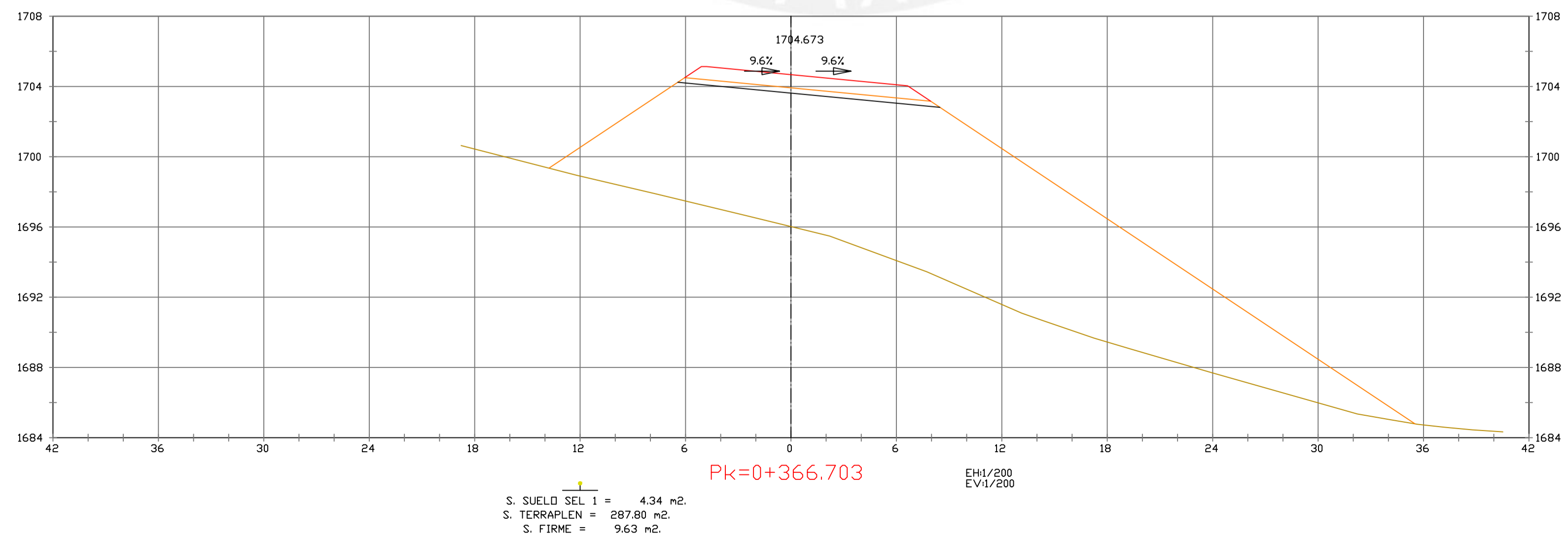
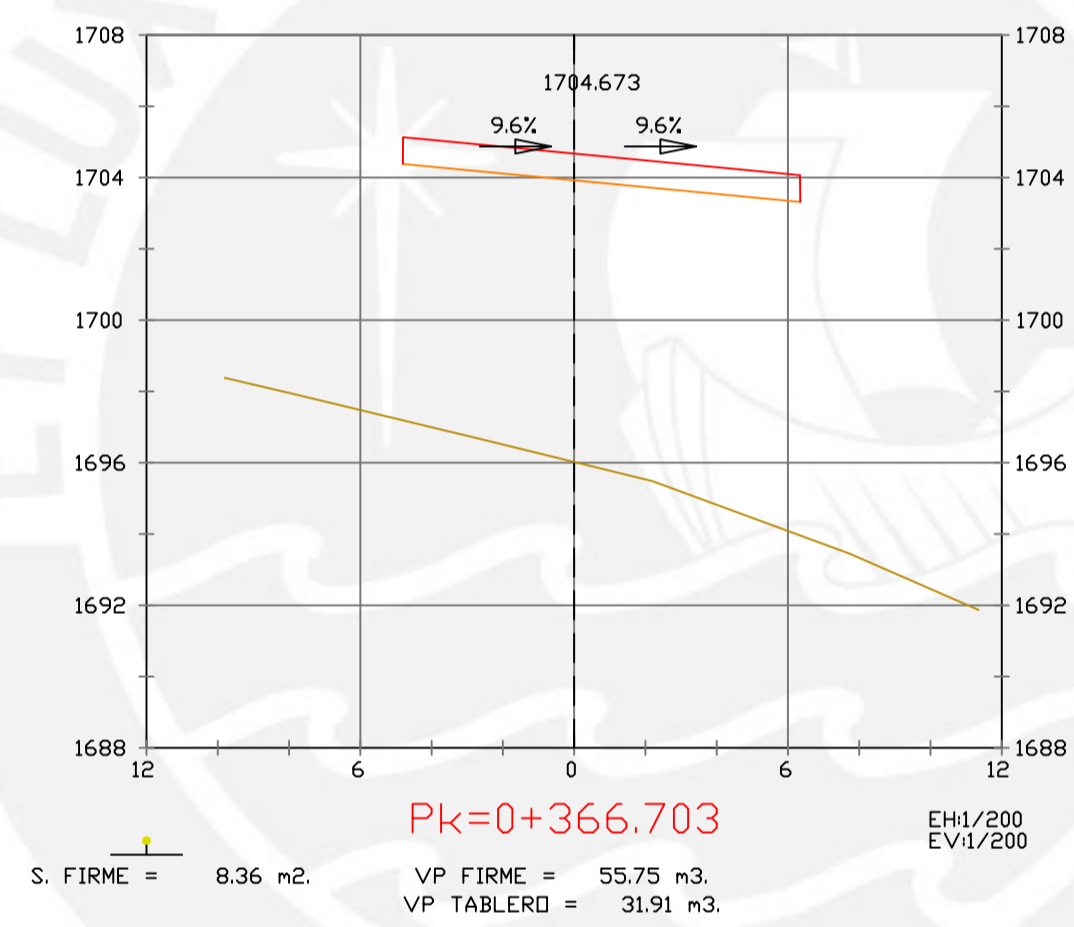
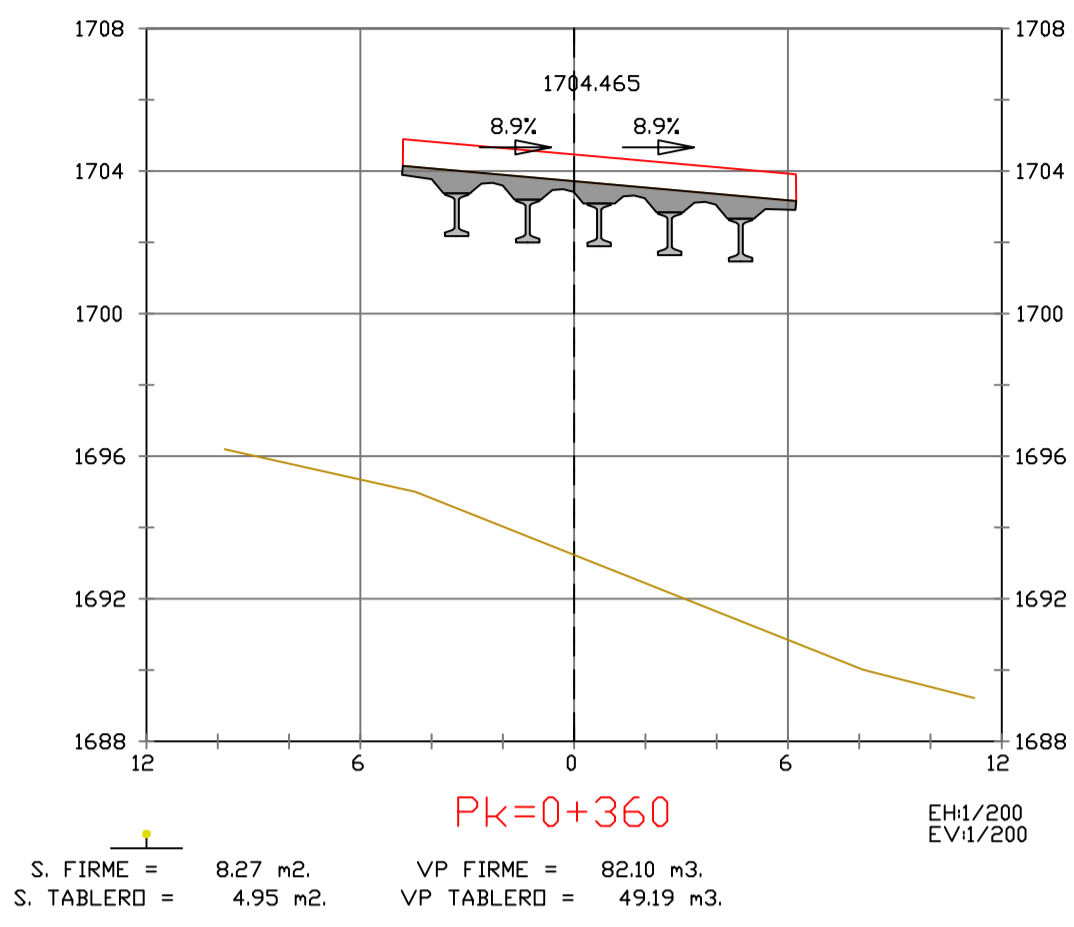
PROYECTO : CARRETERA DE CACLIC A LUYA AMAZONAS

NOMBRE PLANO : SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 06/12/2021

TESIS DE PREGRADO

3

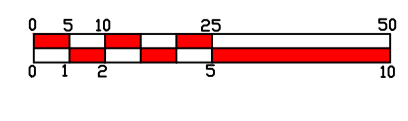


PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA



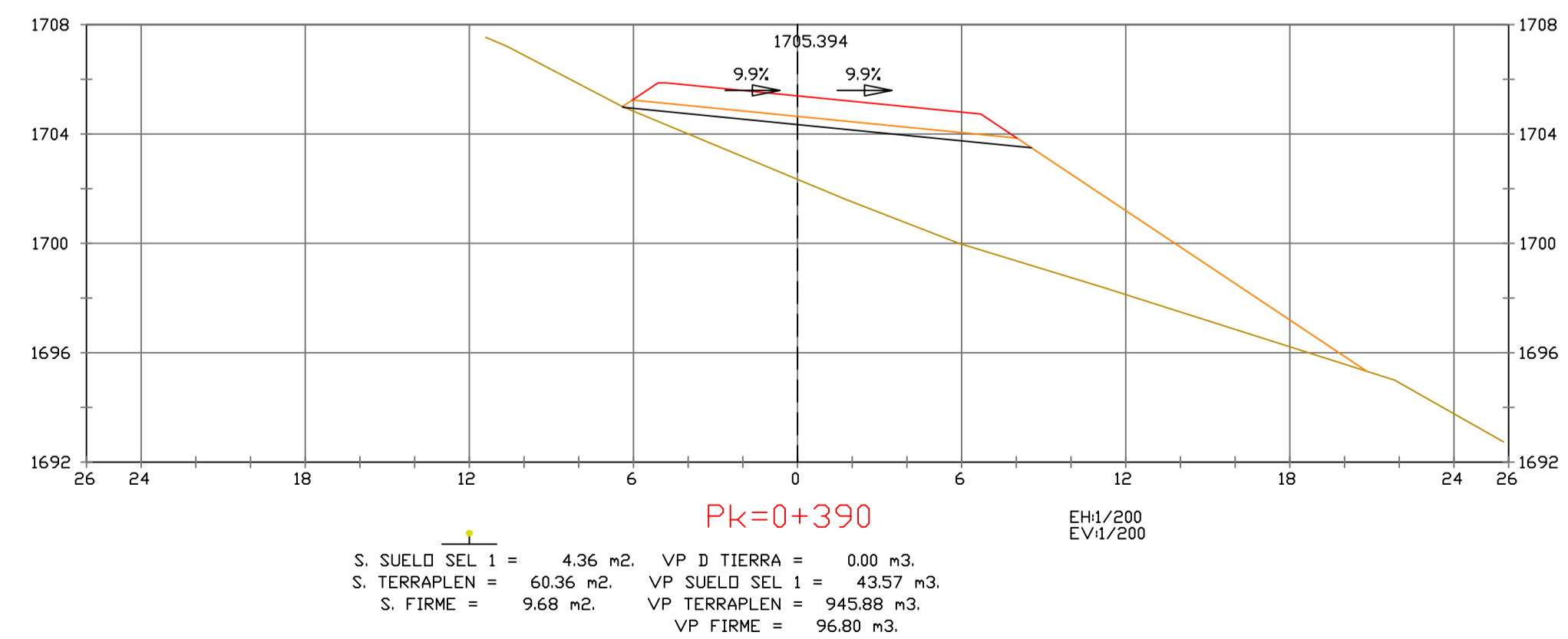
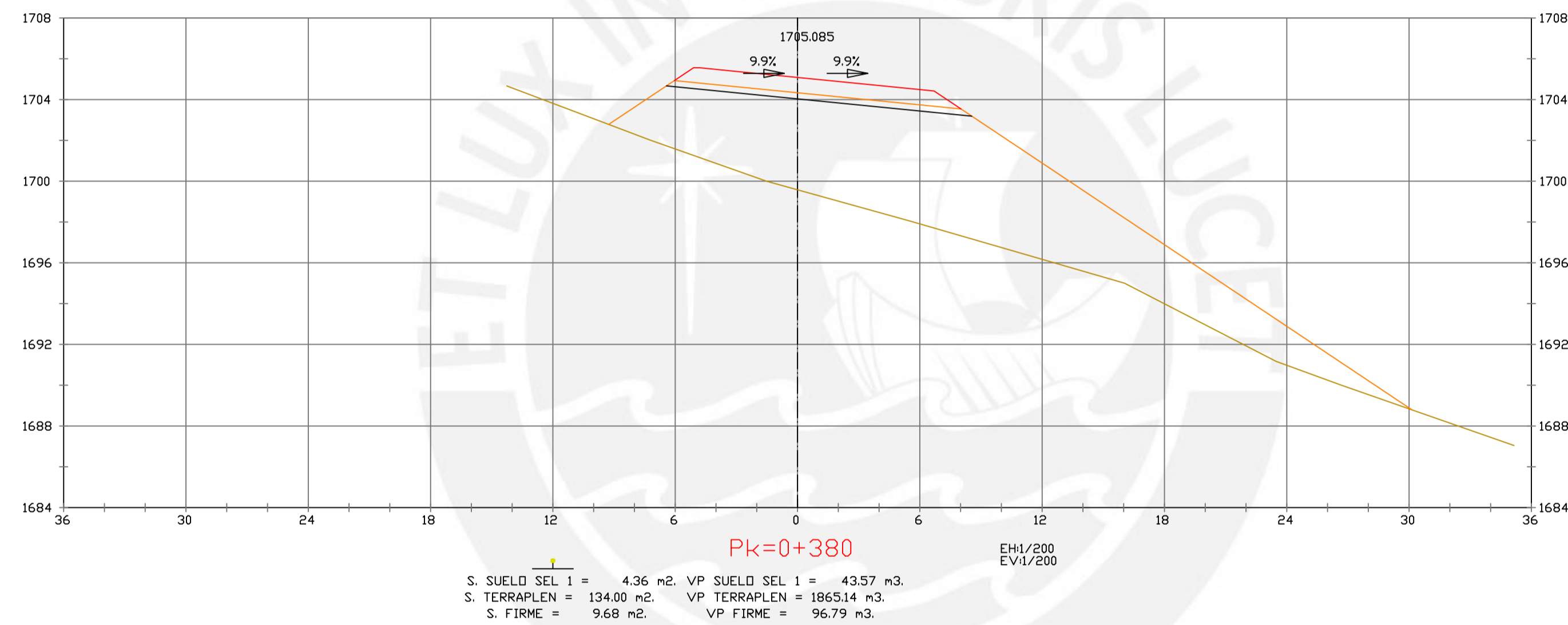
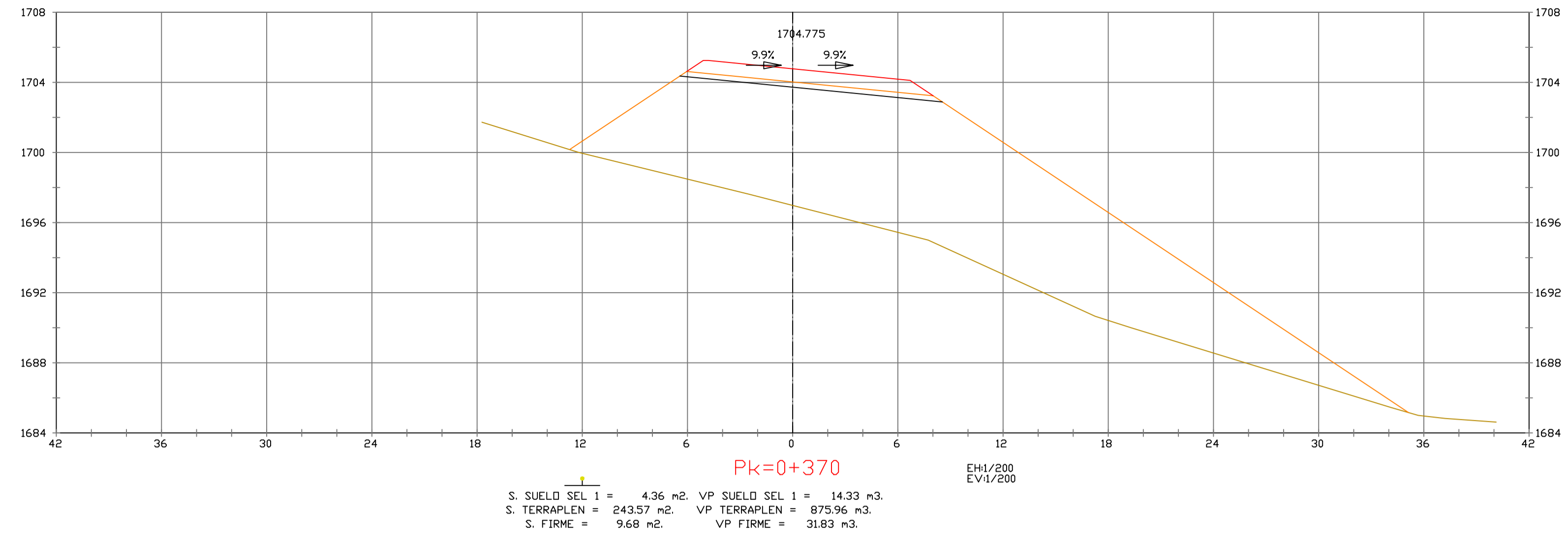
PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

NOMBRE PLANO :
 SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
 06/12/2021

TESIS DE
 PREGRADO

4

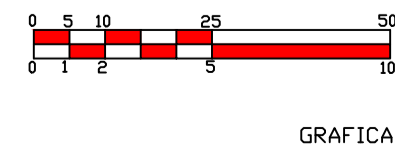


PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

ESCALAS
HORIZONTAL 1 : 1000
VERTICAL 1 : 200
ORIGINAL



PROYECTO : CARRETERA
DE CACLIC A LUYA
AMAZONAS

NOMBRE PLANO :

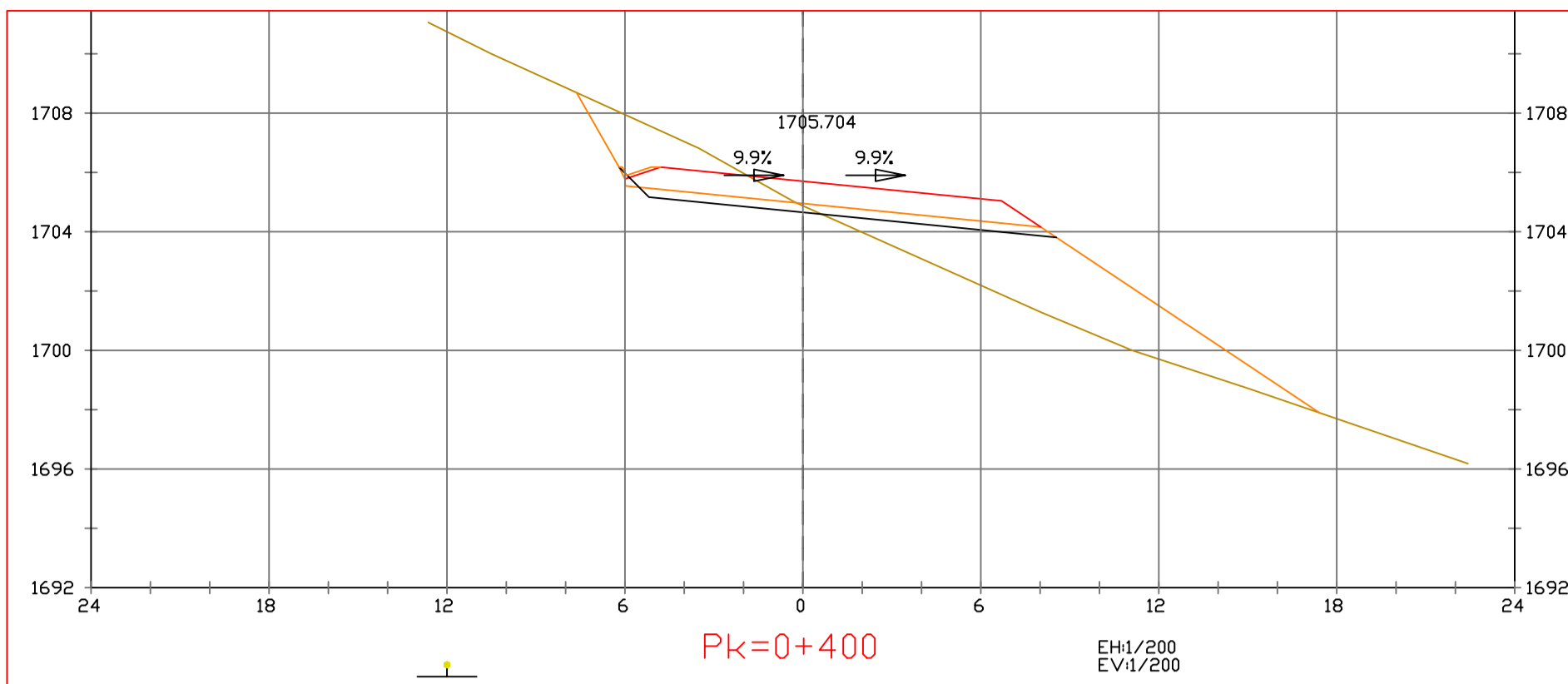
SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:

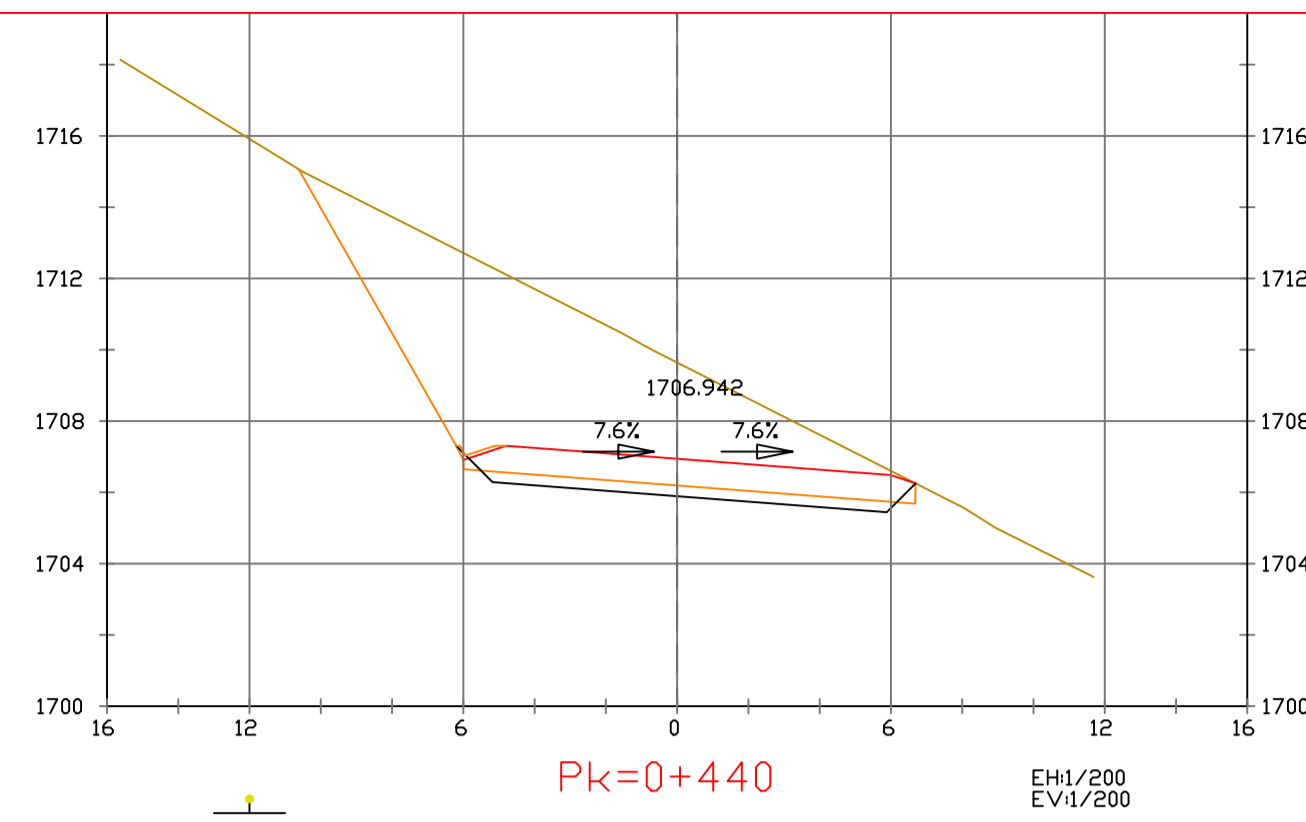
06/12/2021

TESIS DE
PREGRADO

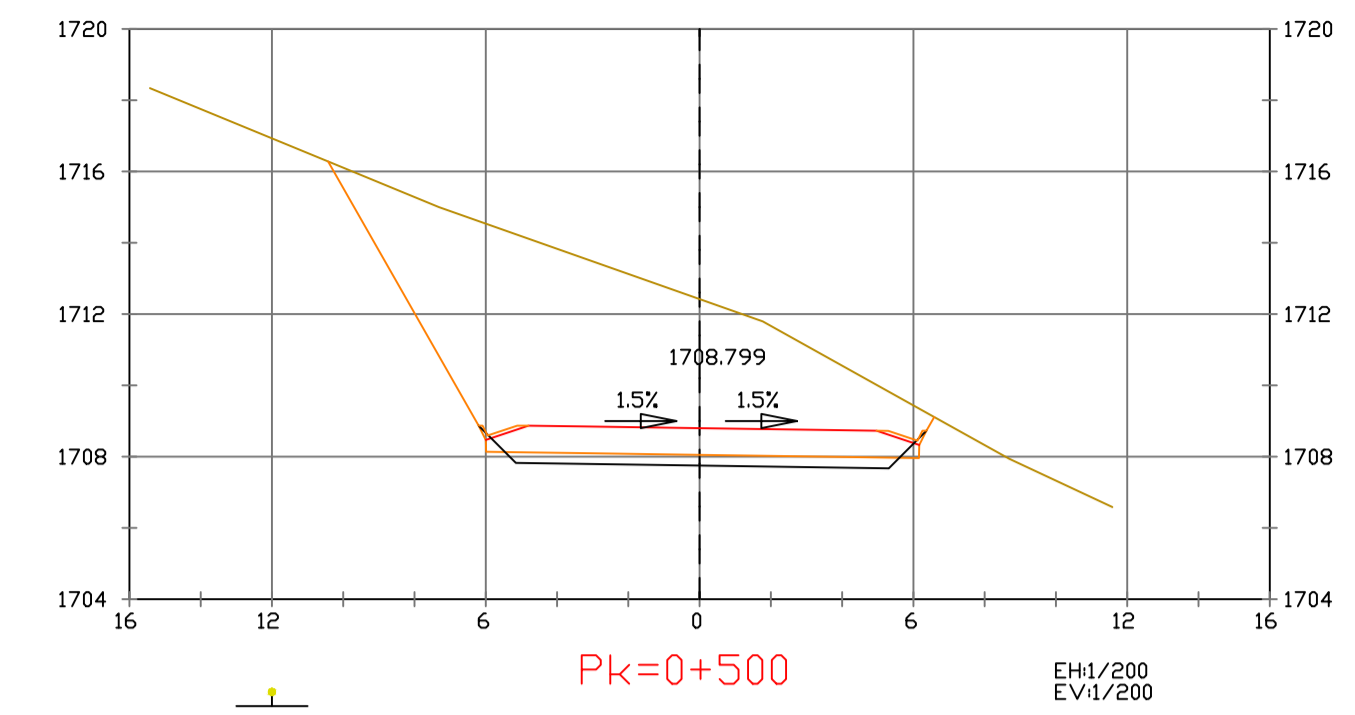
5



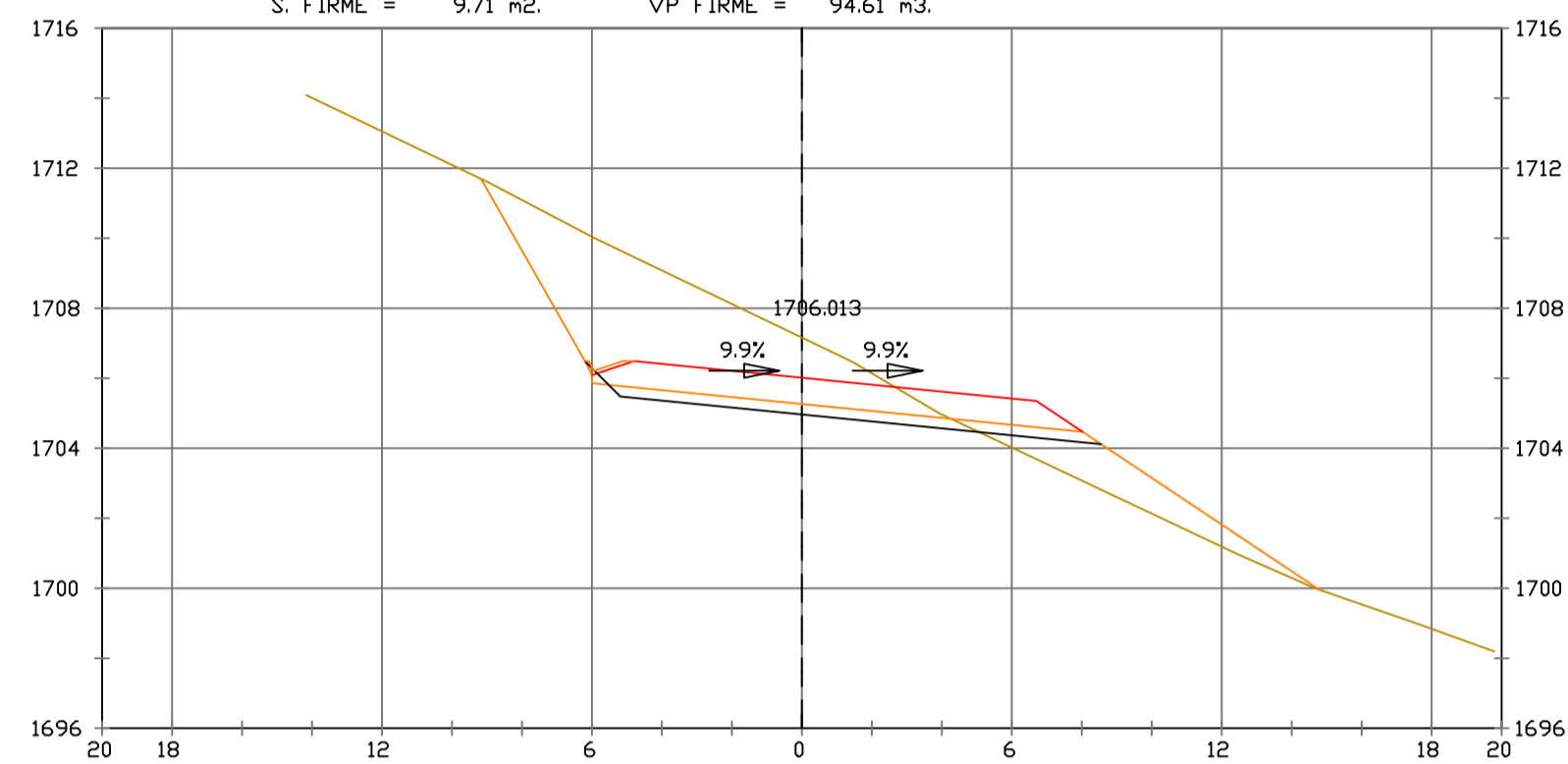
S. REVES CUNETA = 0.15 m². VP REVES CUNETA = 0.36 m³.
 S. D TIERRA = 10.63 m². VP D TIERRA = 29.71 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 4.09 m². VP SUELO SEL 1 = 39.51 m³.
 S. TERRAPLEN = 23.68 m². VP TERRAPLEN = 403.99 m³.
 S. FIRME = 9.71 m². VP FIRME = 94.61 m³.



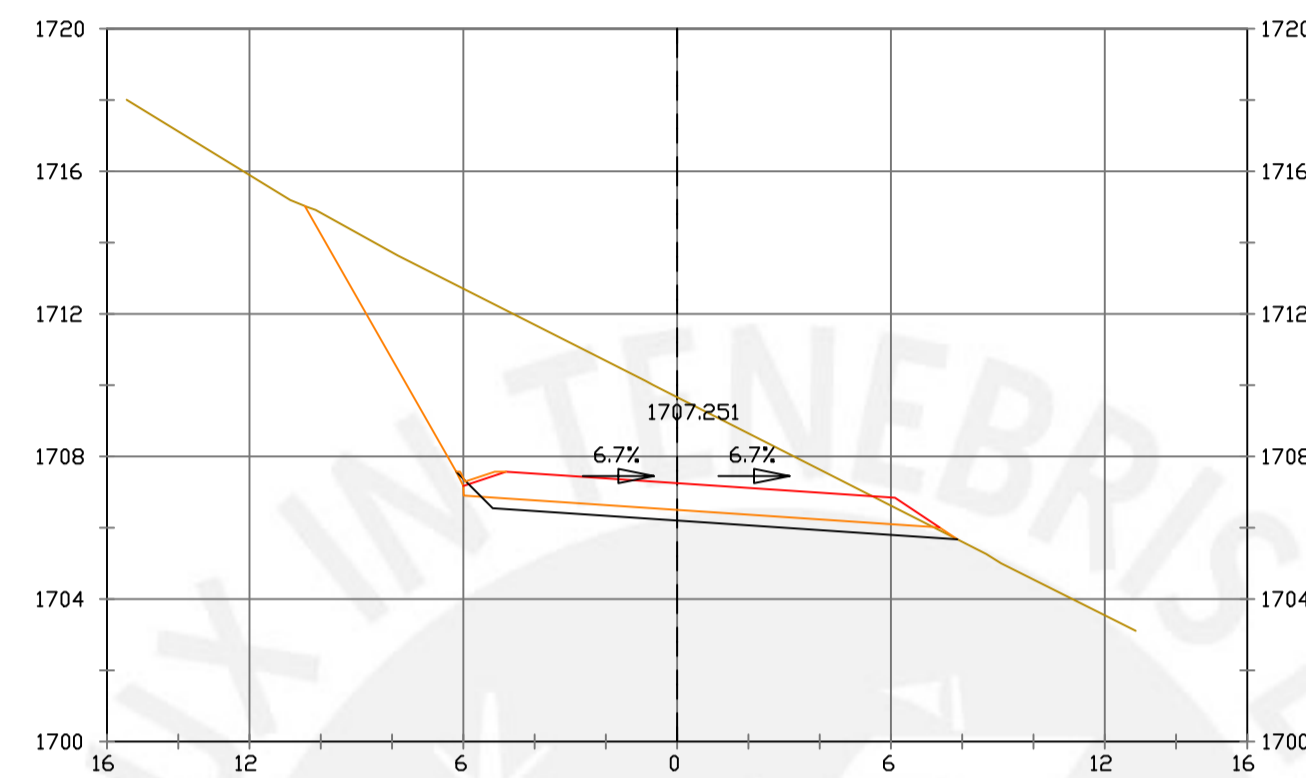
S. REVES CUNETA = 0.15 m². VP REVES CUNETA = 1.45 m³.
 S. D TIERRA = 58.48 m². VP D TIERRA = 587.37 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.41 m². VP SUELO SEL 1 = 34.50 m³.
 S. FIRME = 9.15 m². VP FIRME = 92.35 m³.



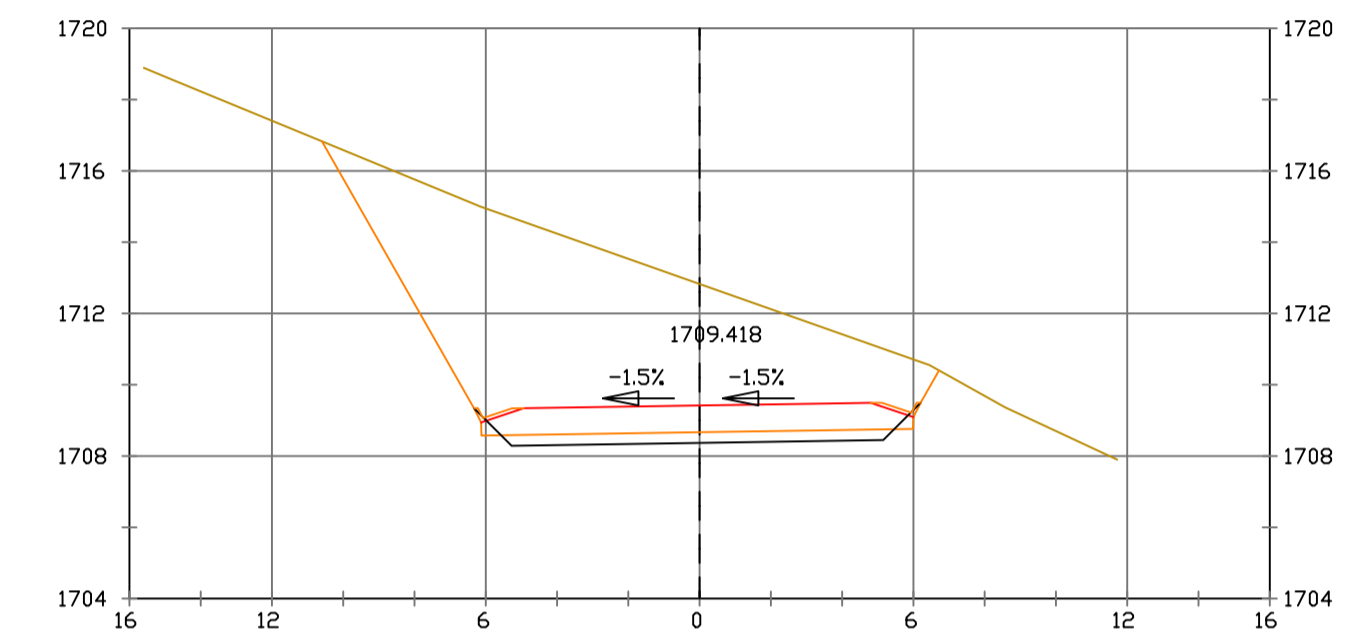
S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 5.52 m³.
 S. D TIERRA = 67.14 m². VP D TIERRA = 1309.33 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.23 m². VP SUELO SEL 1 = 65.96 m³.
 S. FIRME = 8.64 m². VP FIRME = 175.35 m³.



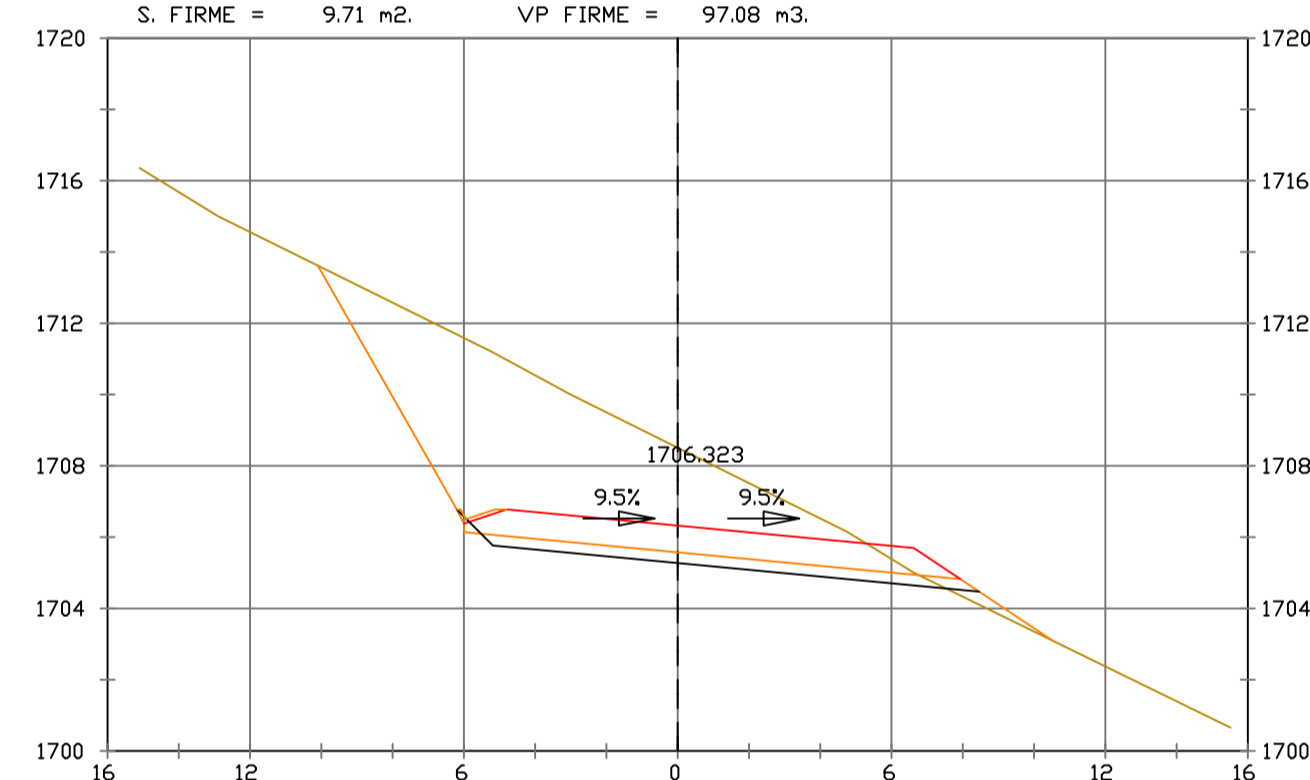
S. REVES CUNETA = 0.15 m². VP REVES CUNETA = 1.45 m³.
 S. D TIERRA = 31.52 m². VP D TIERRA = 209.04 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 4.09 m². VP SUELO SEL 1 = 40.93 m³.
 S. TERRAPLEN = 6.50 m². VP TERRAPLEN = 142.30 m³.
 S. FIRME = 9.71 m². VP FIRME = 97.08 m³.



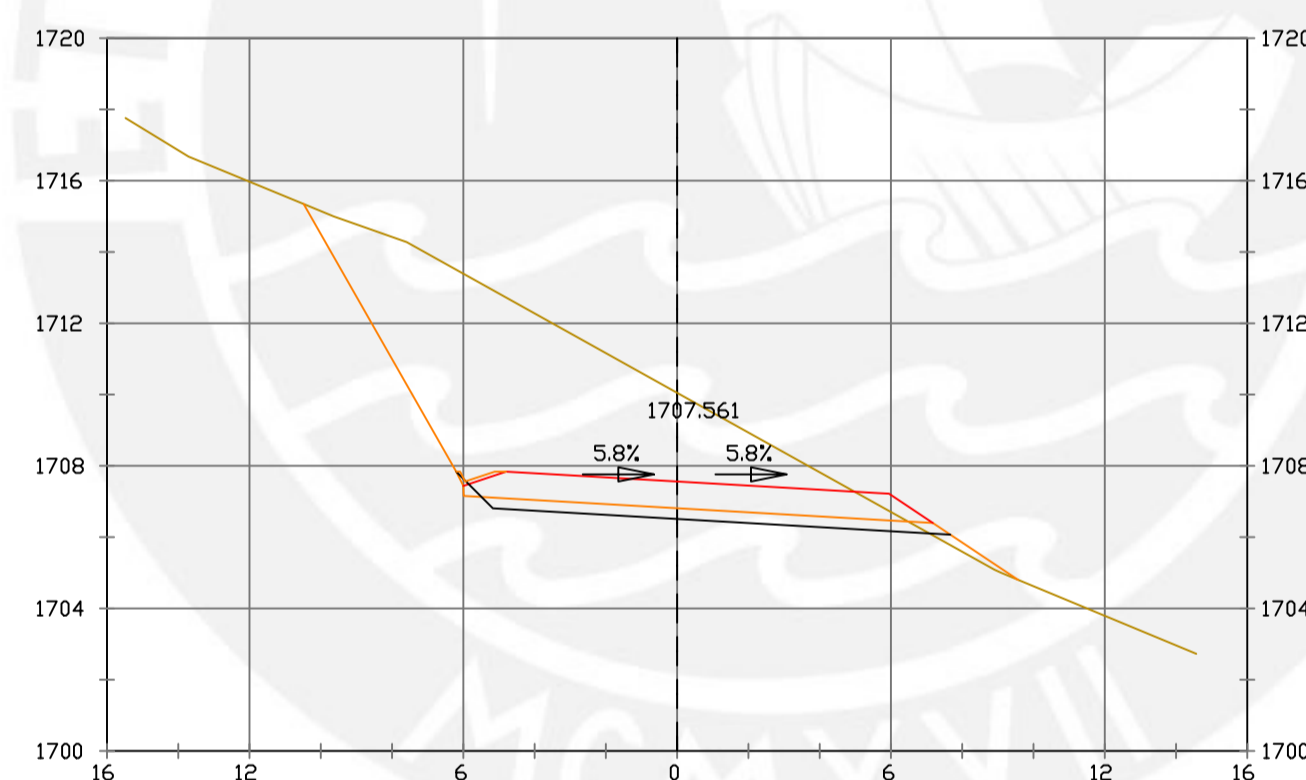
S. REVES CUNETA = 0.15 m². VP REVES CUNETA = 1.45 m³.
 S. D TIERRA = 54.19 m². VP D TIERRA = 560.47 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.89 m². VP SUELO SEL 1 = 34.03 m³.
 S. FIRME = 9.26 m². VP FIRME = 89.57 m³.



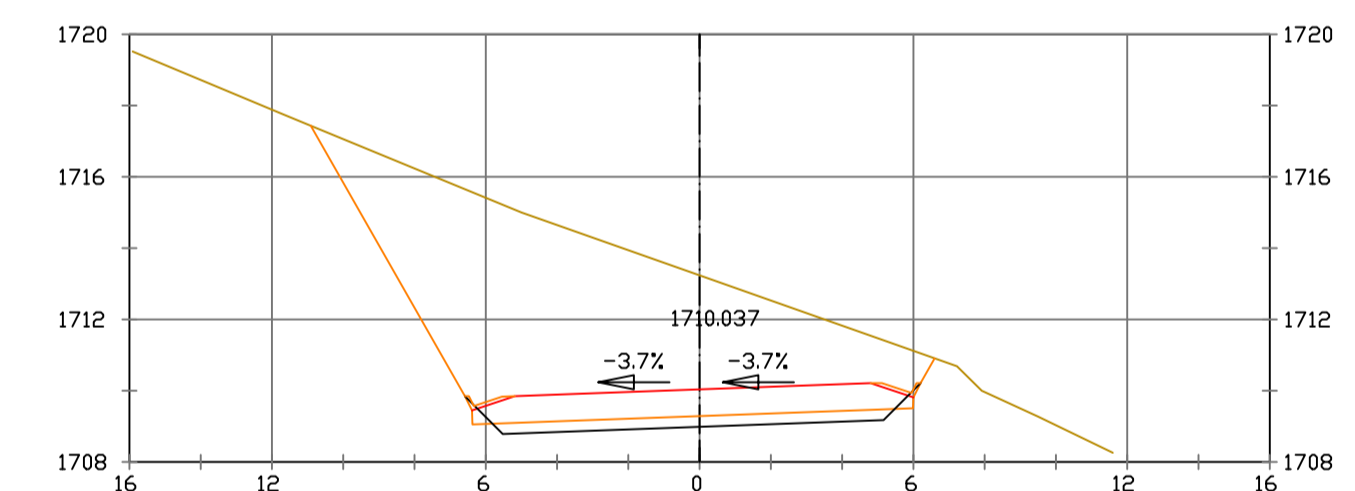
S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 5.79 m³.
 S. D TIERRA = 67.61 m². VP D TIERRA = 1347.59 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.22 m². VP SUELO SEL 1 = 64.50 m³.
 S. FIRME = 8.61 m². VP FIRME = 172.55 m³.



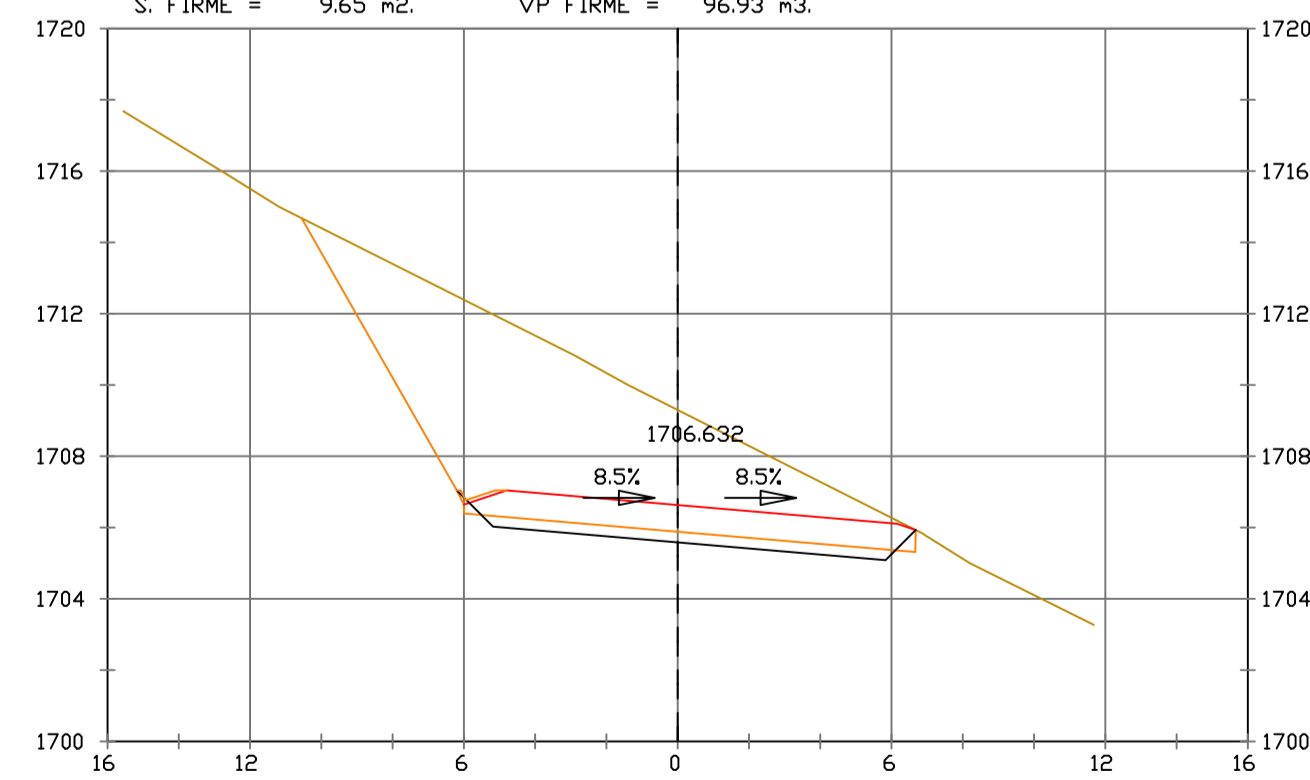
S. REVES CUNETA = 0.15 m². VP REVES CUNETA = 1.45 m³.
 S. D TIERRA = 49.69 m². VP D TIERRA = 410.60 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 4.07 m². VP SUELO SEL 1 = 40.86 m³.
 S. TERRAPLEN = 0.55 m². VP TERRAPLEN = 2.94 m³.
 S. FIRME = 9.65 m². VP FIRME = 96.93 m³.



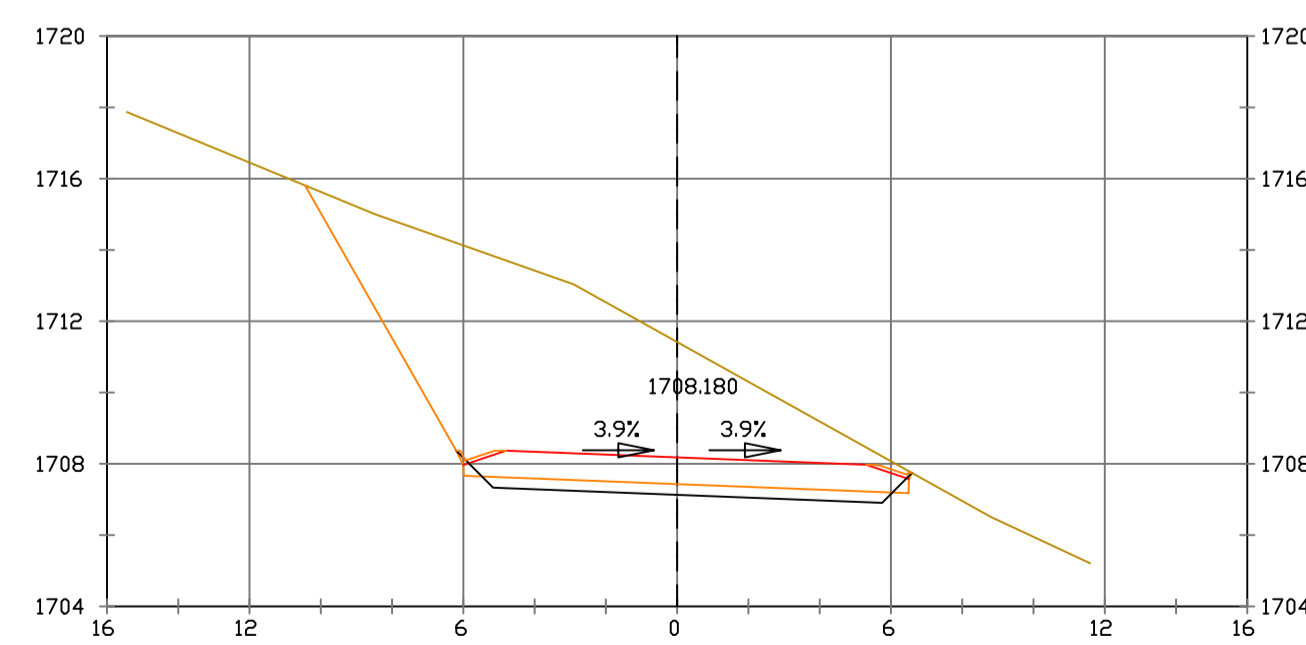
S. REVES CUNETA = 0.15 m². VP REVES CUNETA = 1.45 m³.
 S. D TIERRA = 56.01 m². VP D TIERRA = 542.98 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.83 m². VP SUELO SEL 1 = 38.56 m³.
 S. TERRAPLEN = 0.42 m². VP TERRAPLEN = 2.08 m³.
 S. FIRME = 9.14 m². VP FIRME = 92.01 m³.



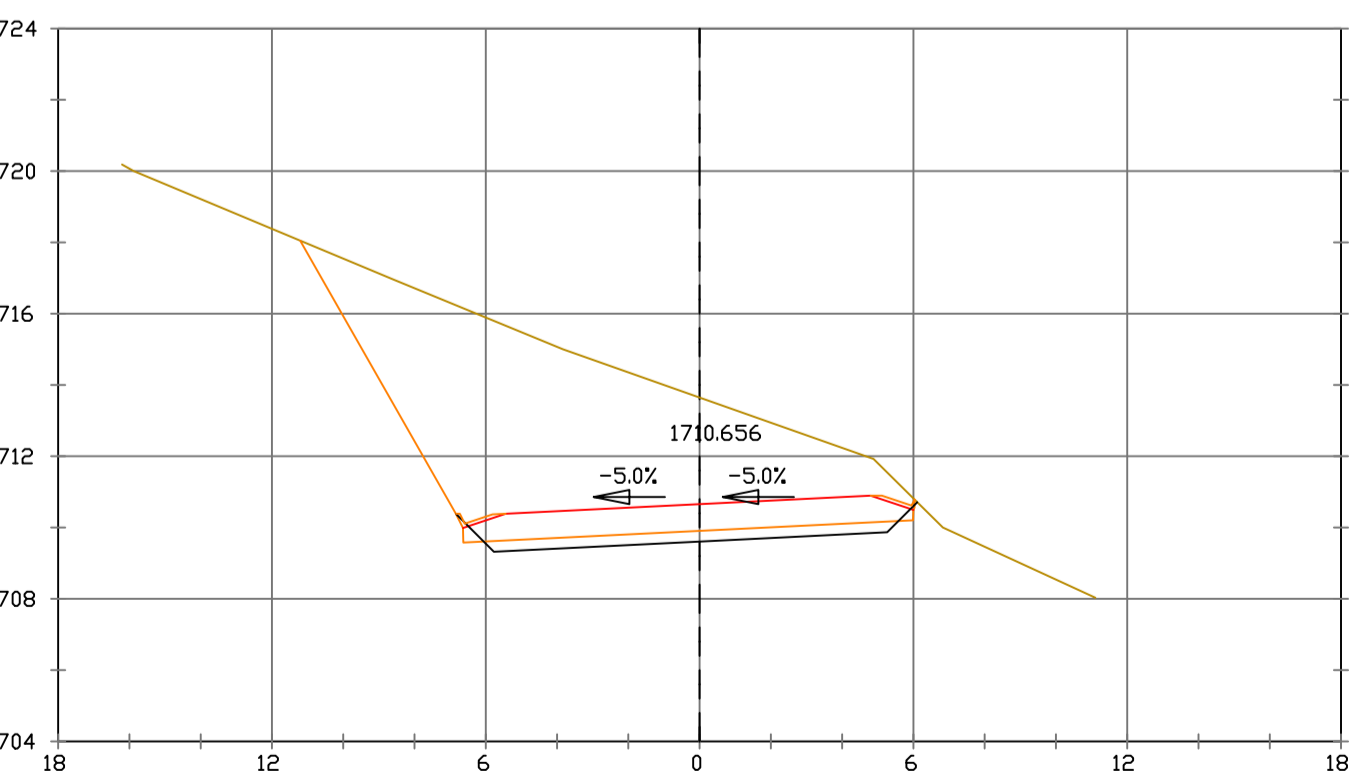
S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 5.77 m³.
 S. D TIERRA = 66.98 m². VP D TIERRA = 1345.92 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.30 m². VP SUELO SEL 1 = 65.16 m³.
 S. FIRME = 8.81 m². VP FIRME = 174.20 m³.



S. REVES CUNETA = 0.15 m². VP REVES CUNETA = 1.45 m³.
 S. D TIERRA = 57.85 m². VP D TIERRA = 546.63 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.40 m². VP SUELO SEL 1 = 38.63 m³.
 S. FIRME = 9.17 m². VP FIRME = 94.97 m³.



S. REVES CUNETA = 0.26 m². VP REVES CUNETA = 3.78 m³.
 S. D TIERRA = 63.79 m². VP D TIERRA = 1204.70 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.37 m². VP SUELO SEL 1 = 72.77 m³.
 S. FIRME = 8.89 m². VP FIRME = 180.28 m³.



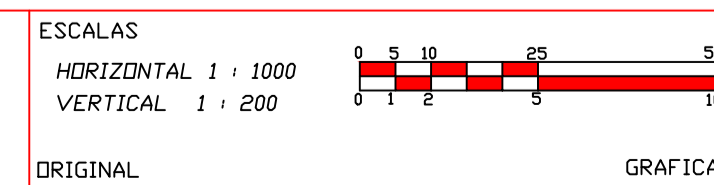
S. REVES CUNETA = 0.26 m². VP REVES CUNETA = 5.51 m³.
 S. D TIERRA = 65.84 m². VP D TIERRA = 1328.23 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.40 m². VP SUELO SEL 1 = 66.99 m³.
 S. FIRME = 9.00 m². VP FIRME = 178.02 m³.



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS
DE LA CRUZ



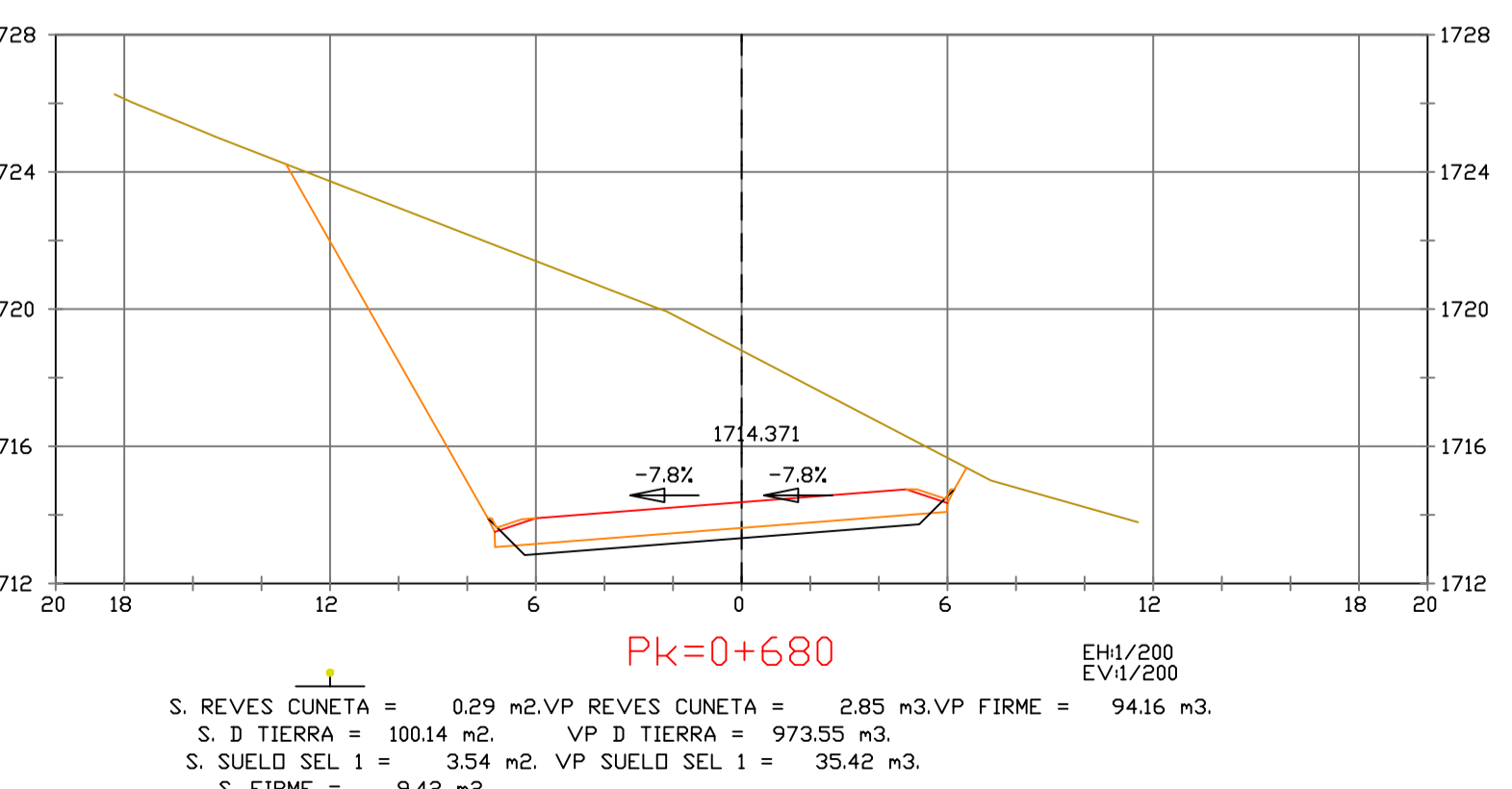
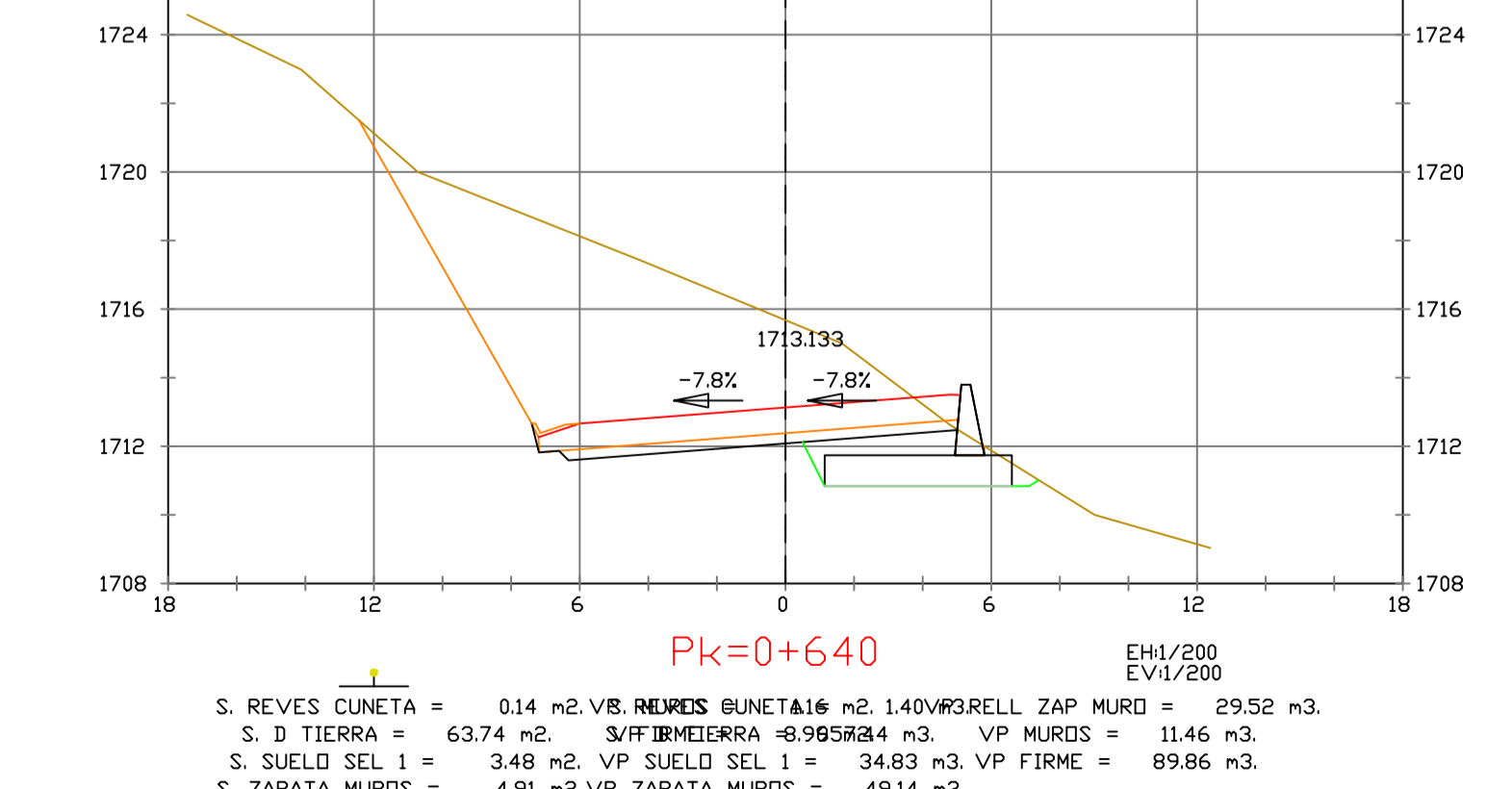
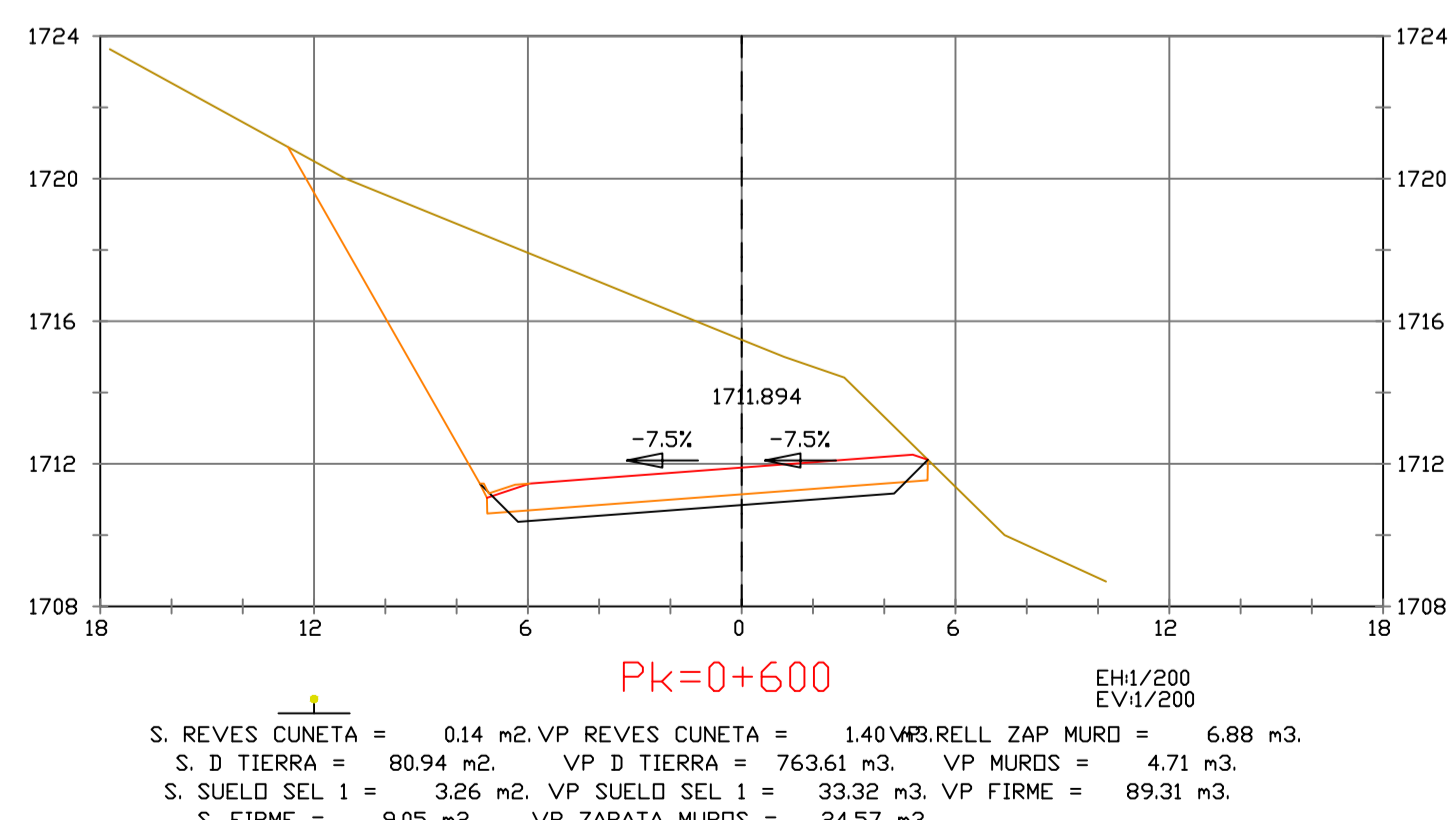
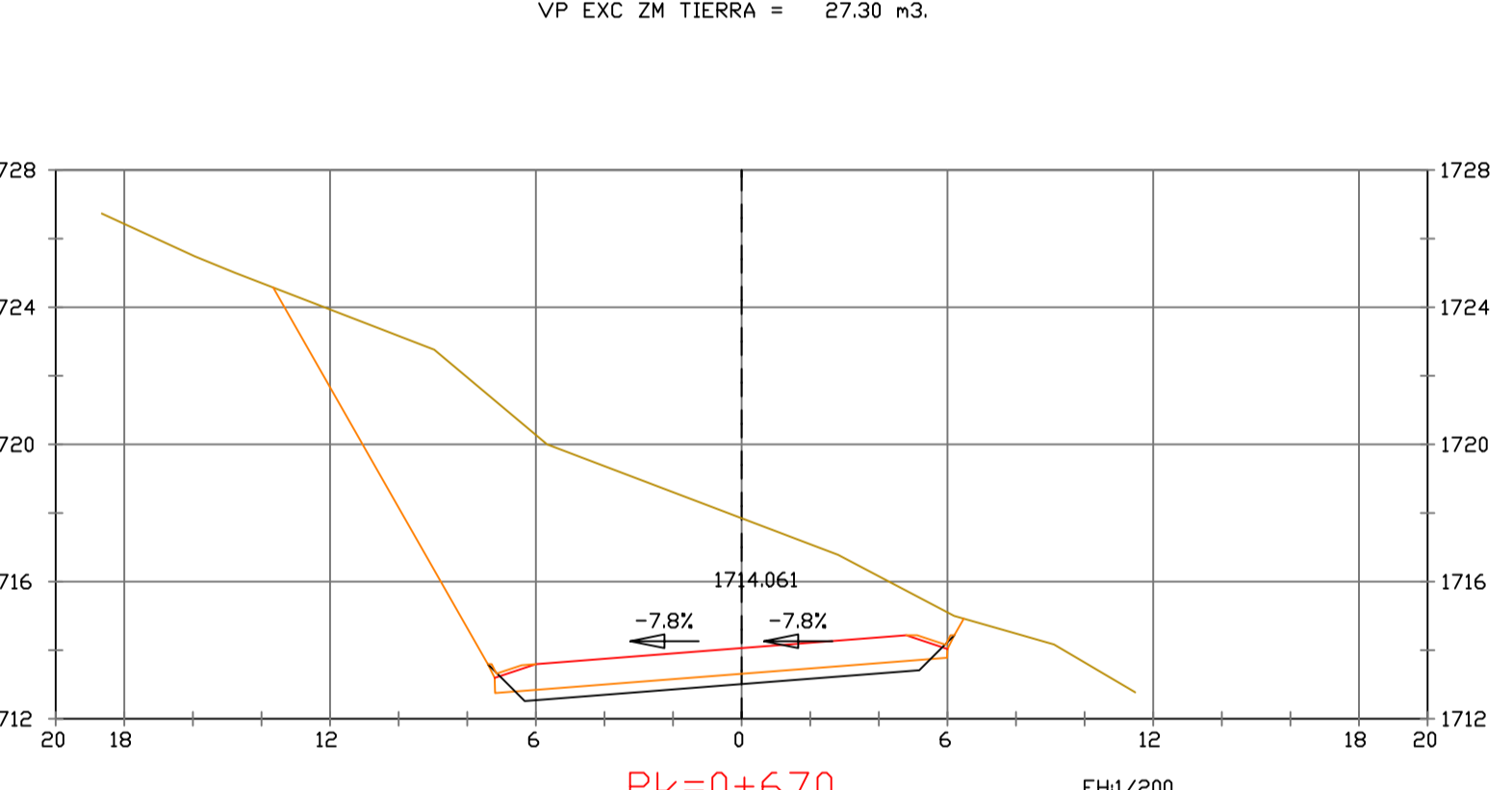
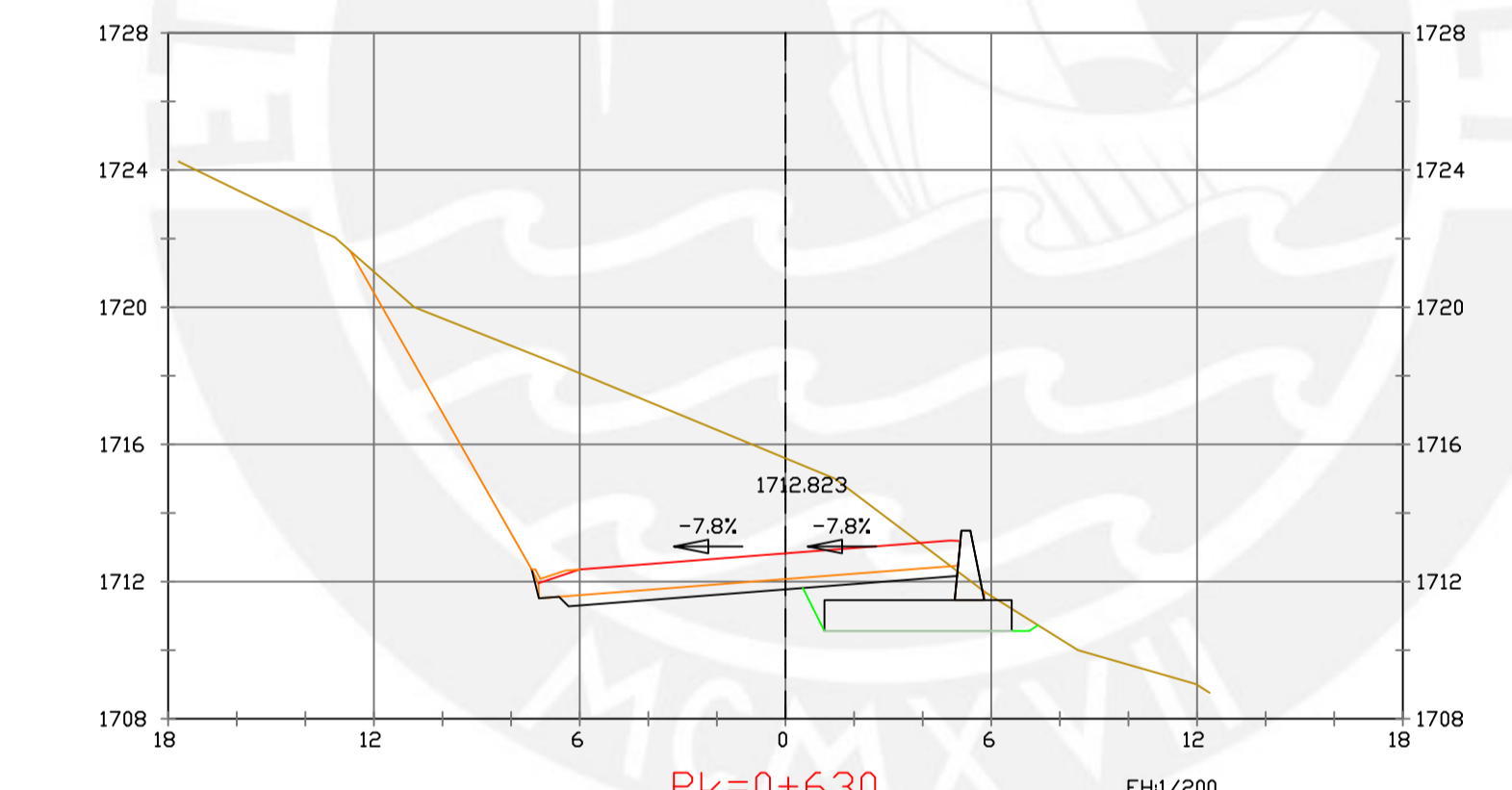
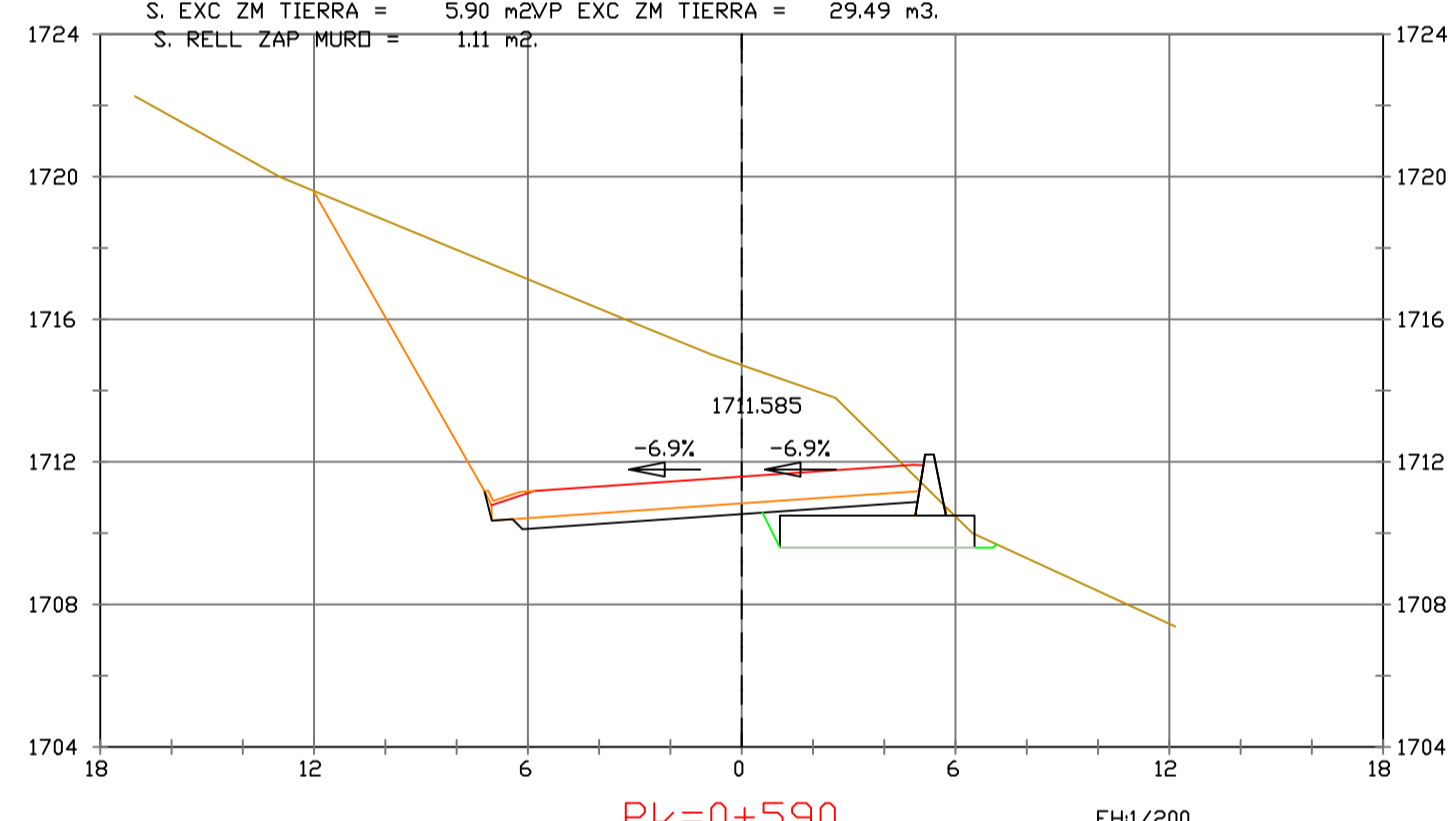
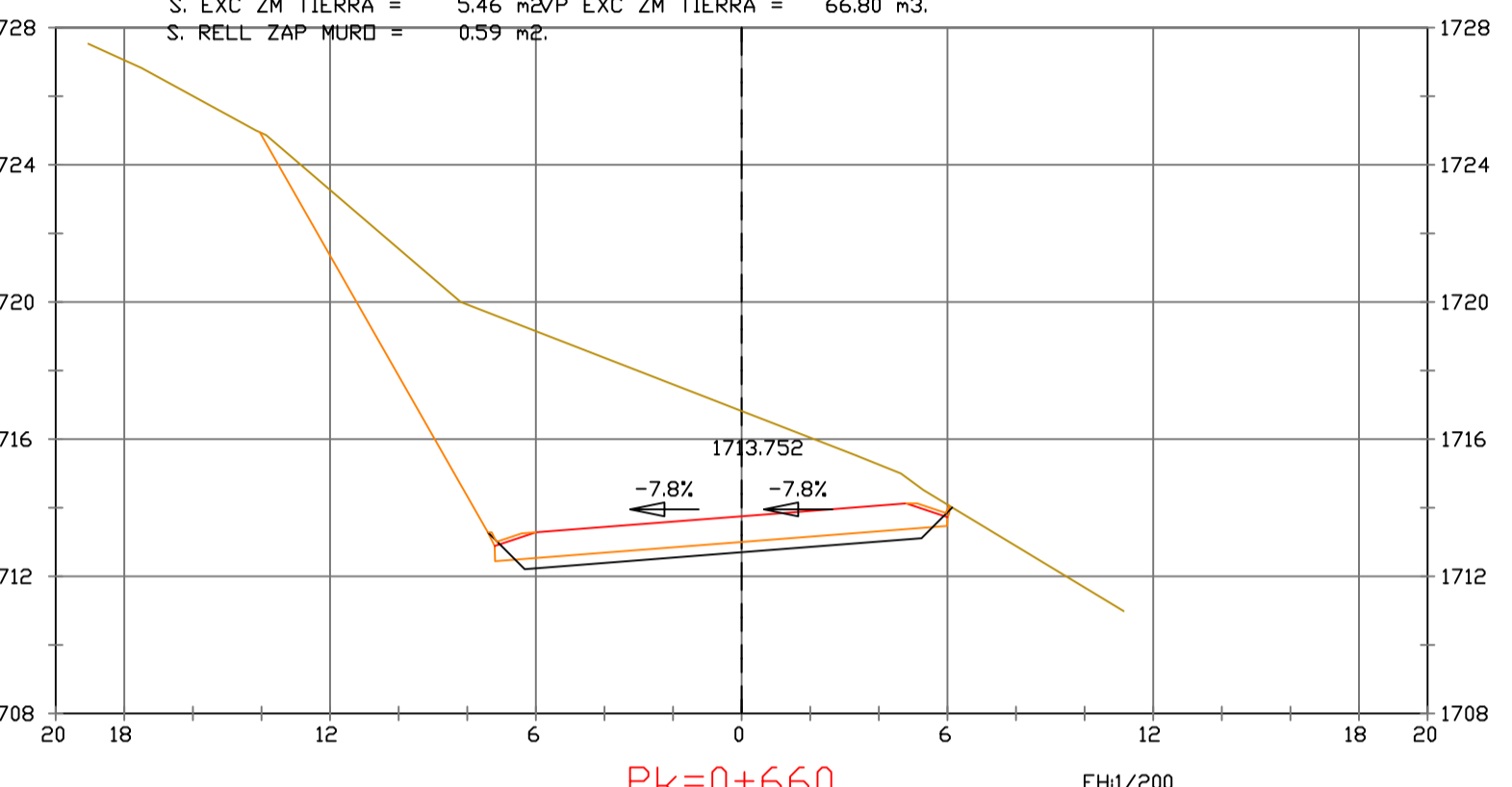
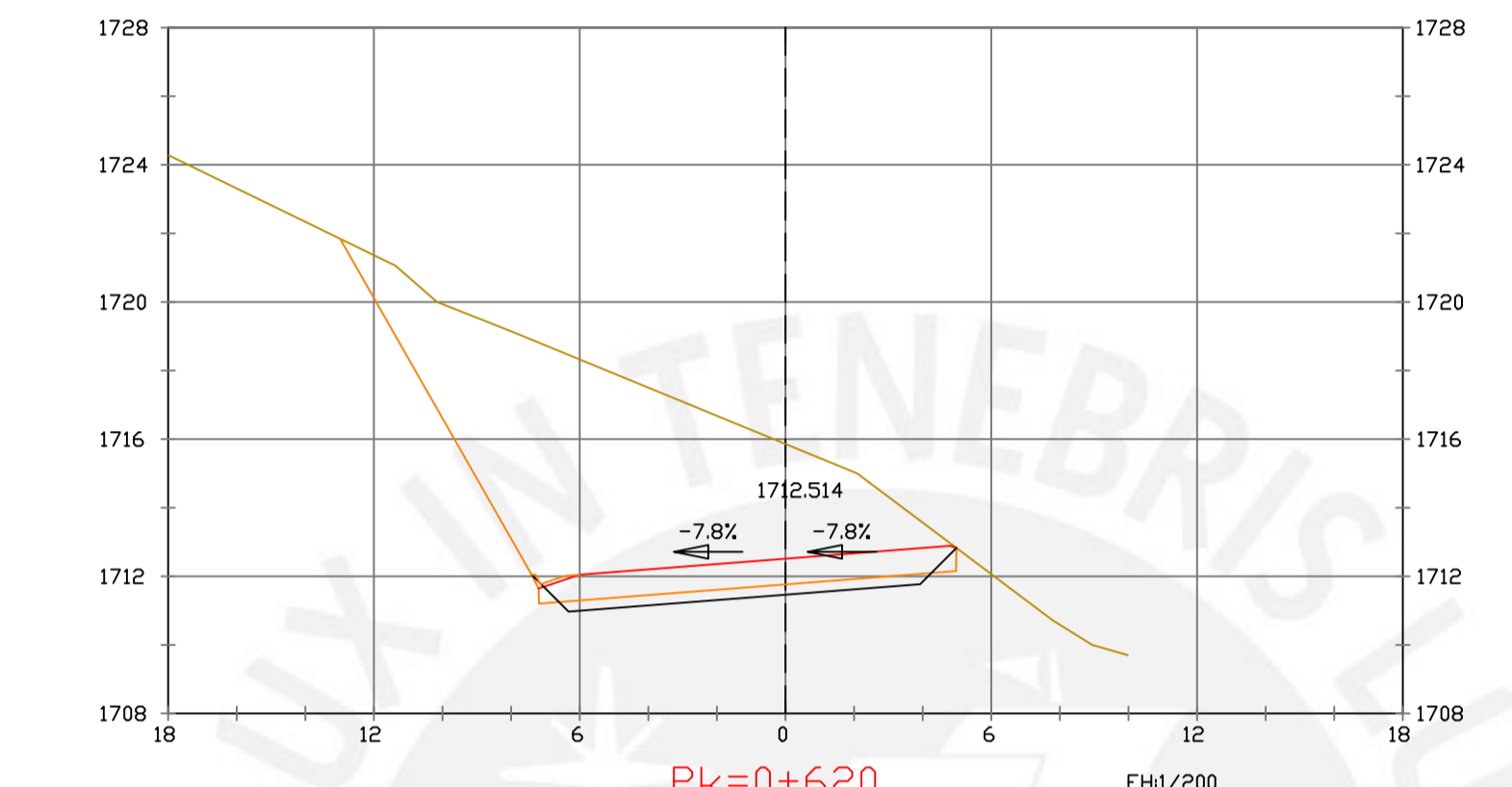
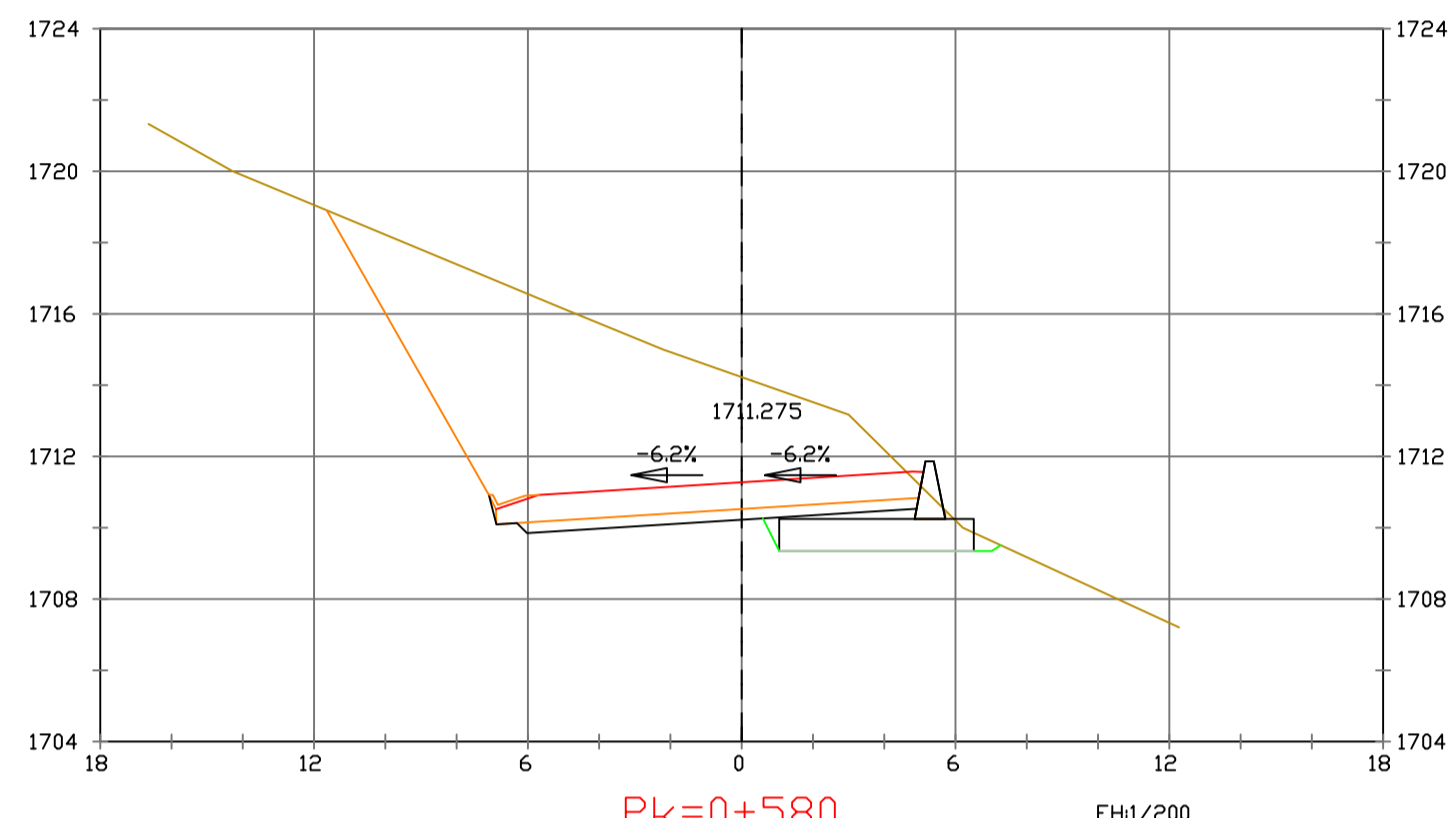
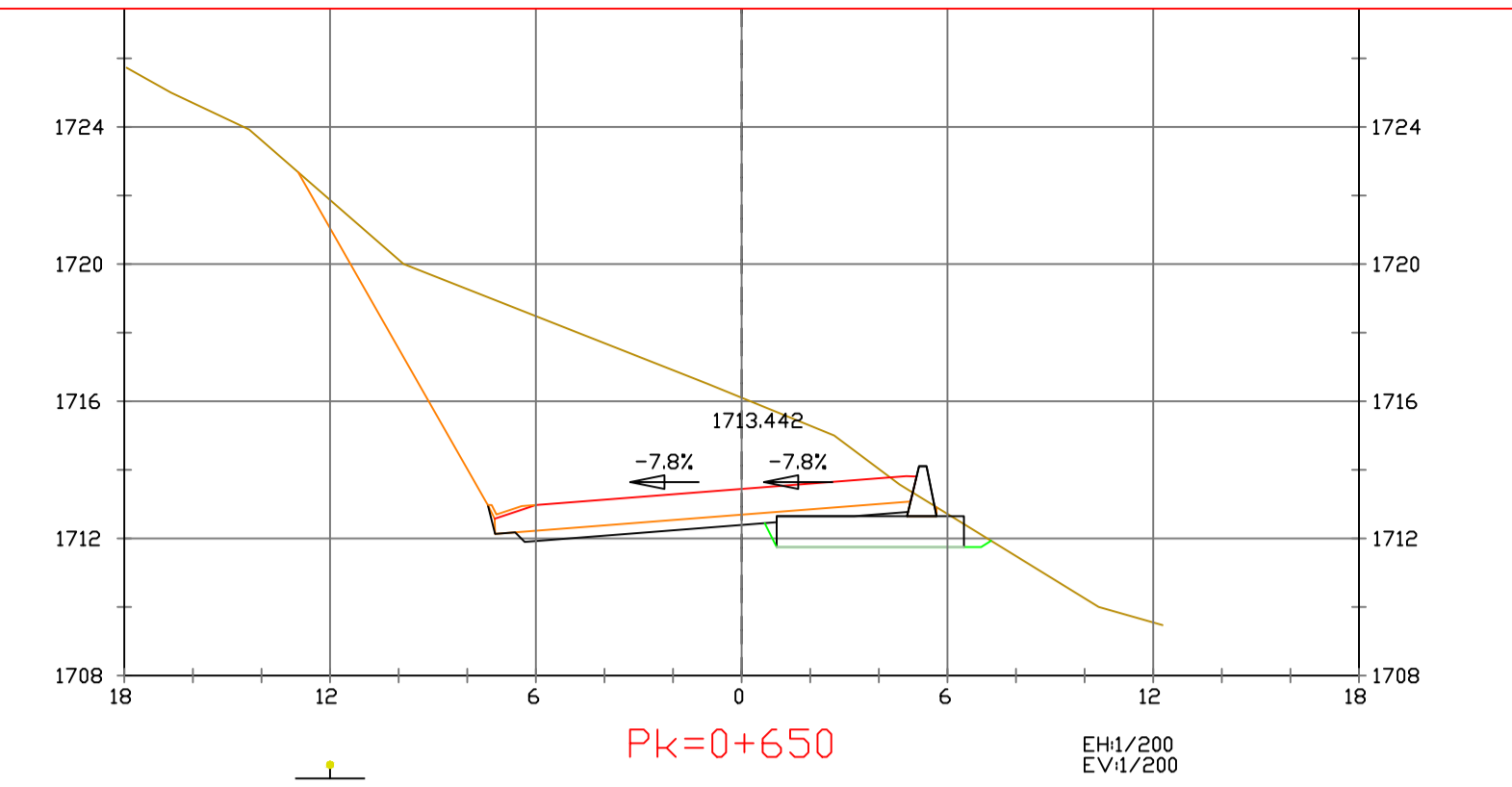
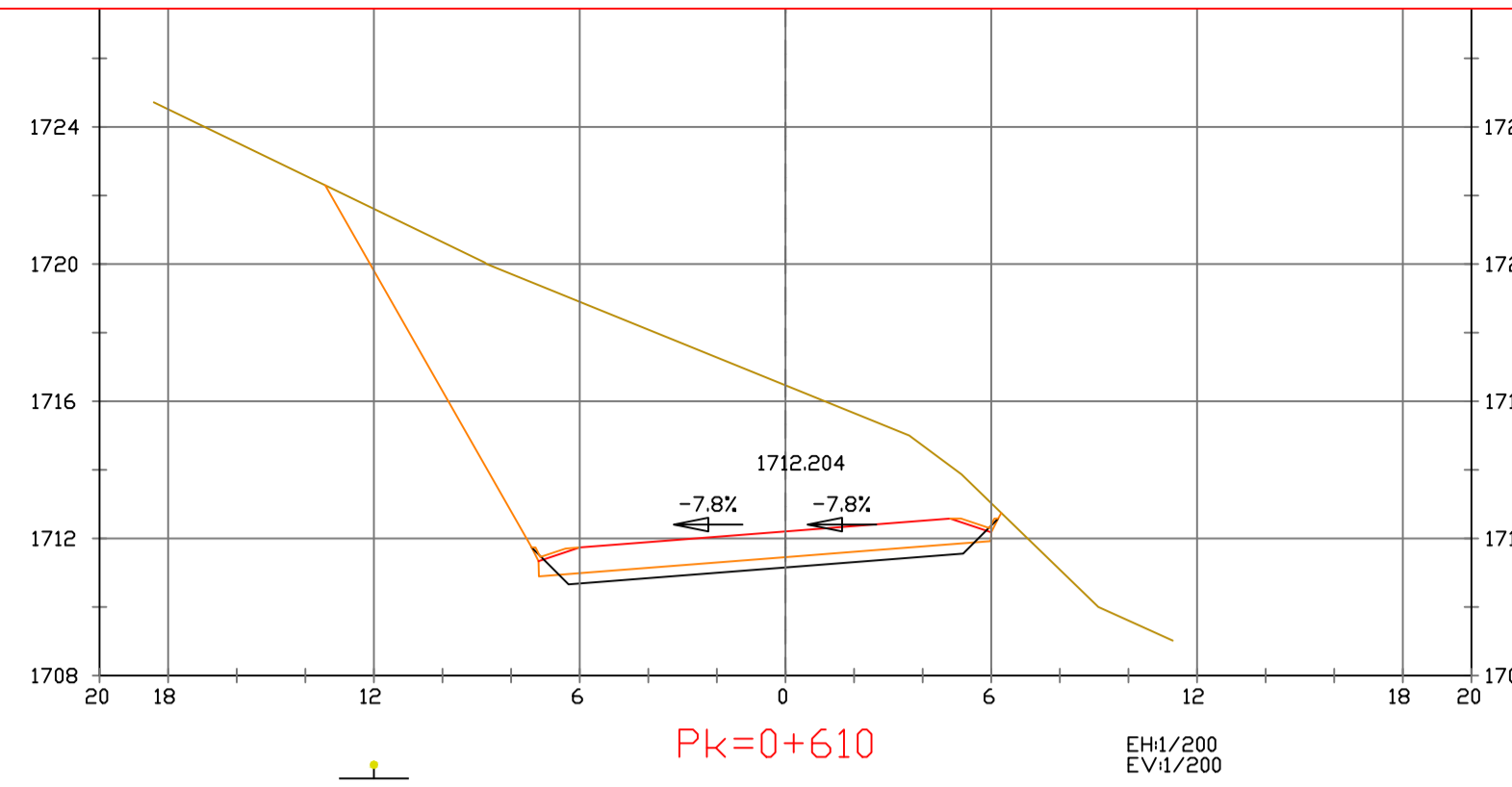
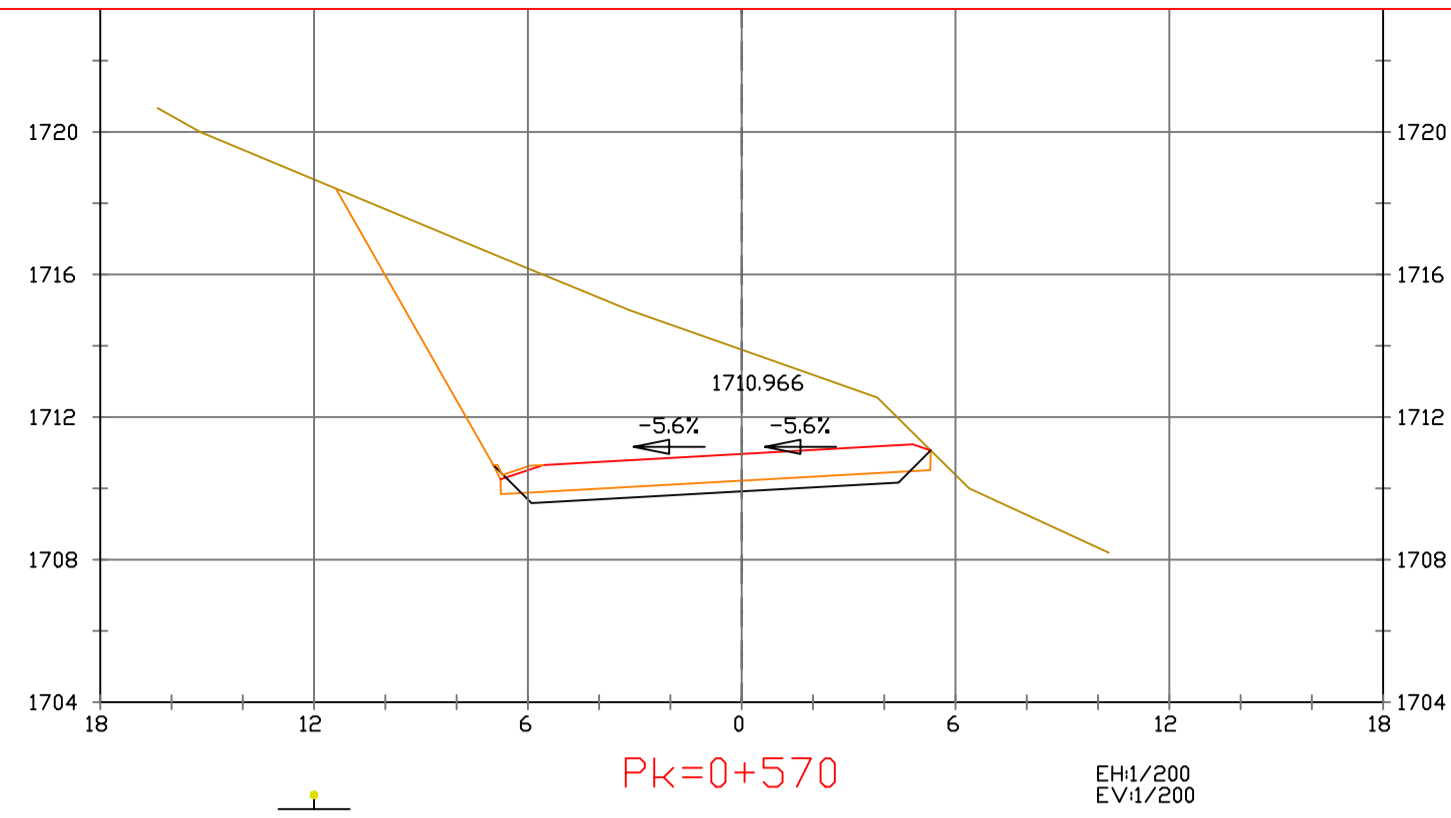
PROYECTO : CARRETERA
DE CACLIC A LUYA
AMAZONAS

NOMBRE PLANO :
SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
06/12/2021

TESIS DE
PREGRADO

6



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

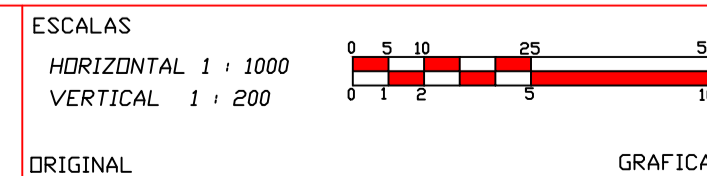
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

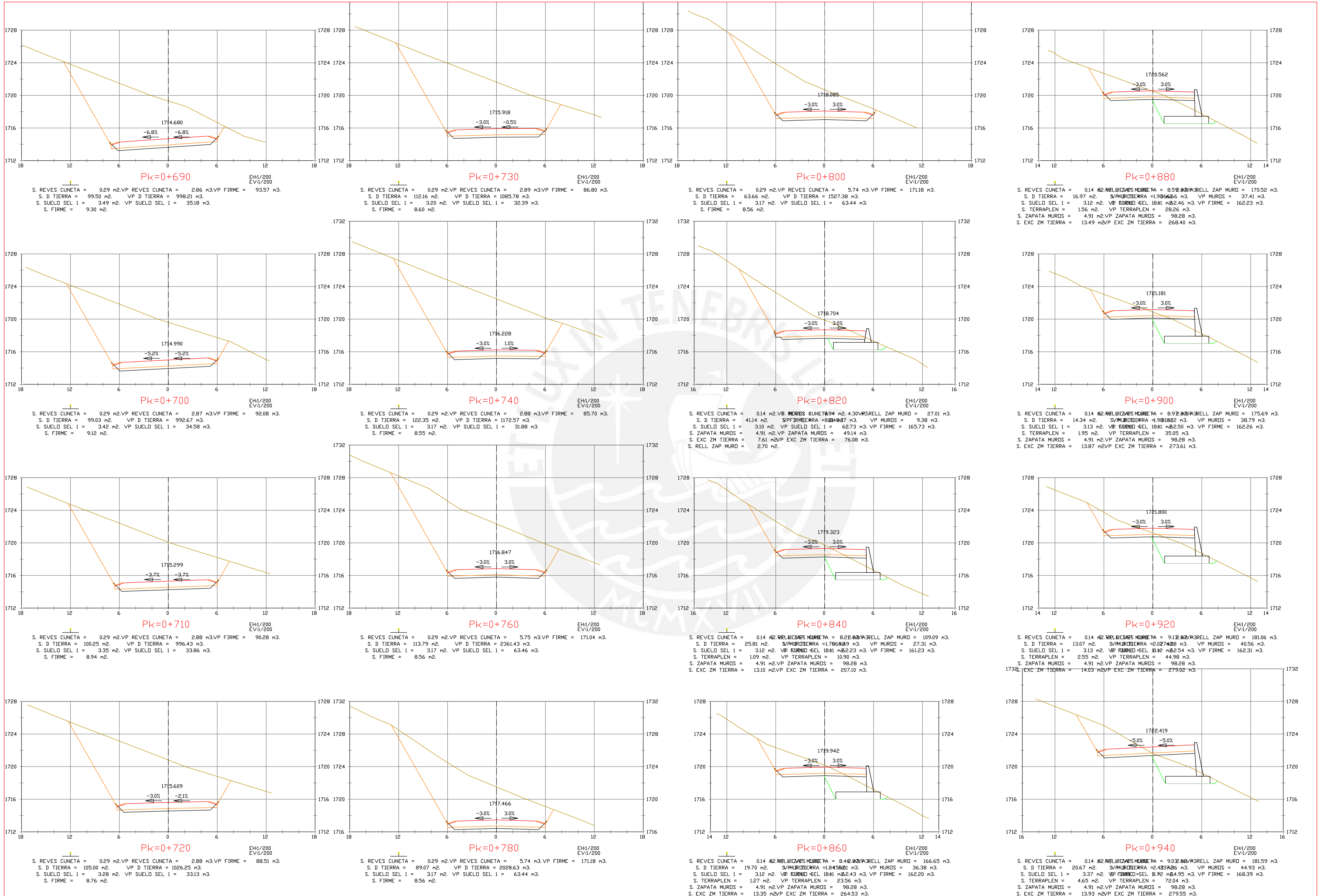


PROYECTO : CARRETERA DE CACLIC A LUYA AMAZONAS

NOMBRE PLANO : SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 06/12/2021

TESIS DE PREGRADO



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

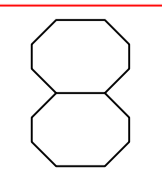
AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

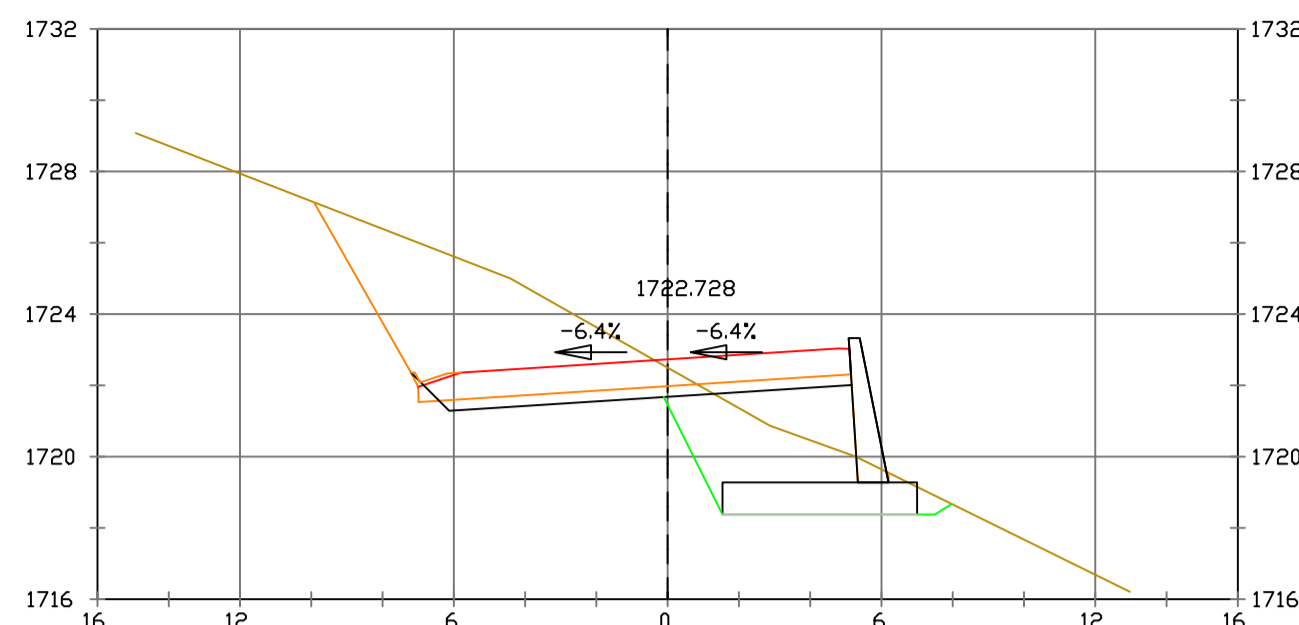
ESCALAS
HORIZONTAL 1 : 1000
VERTICAL 1 : 200
ORIGINAL
GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
DE CACLIC A LUYA
AMAZONAS

NOMBRE PLANO :
SECCIONES TRANSVERSALES
FECHA: 06/12/2021

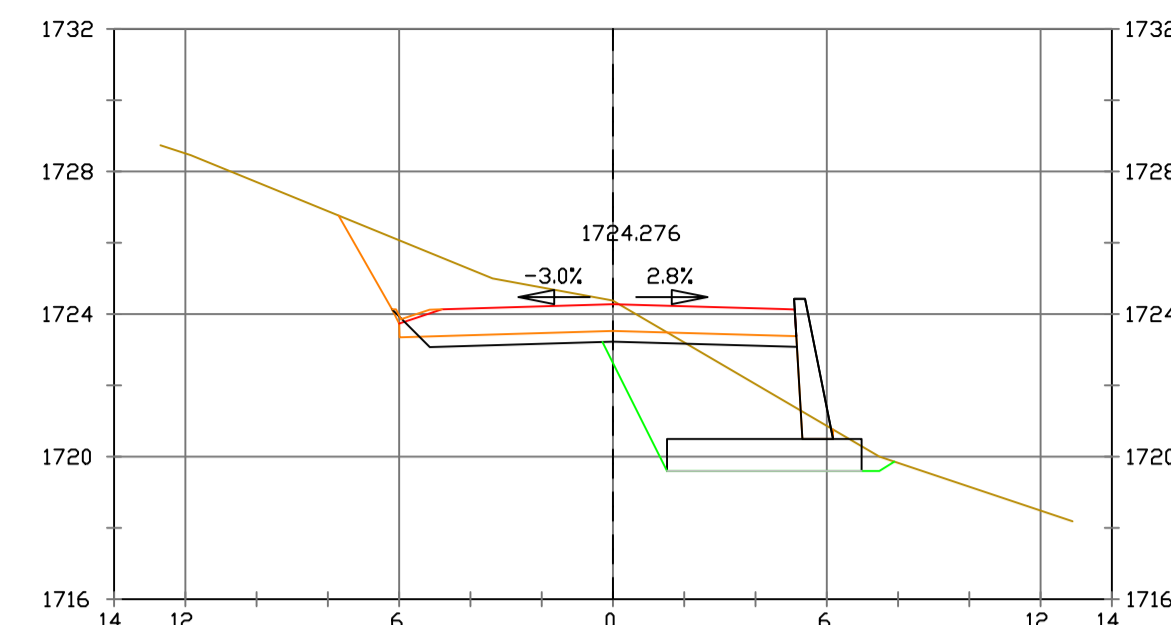
TESIS DE
PREGRADO





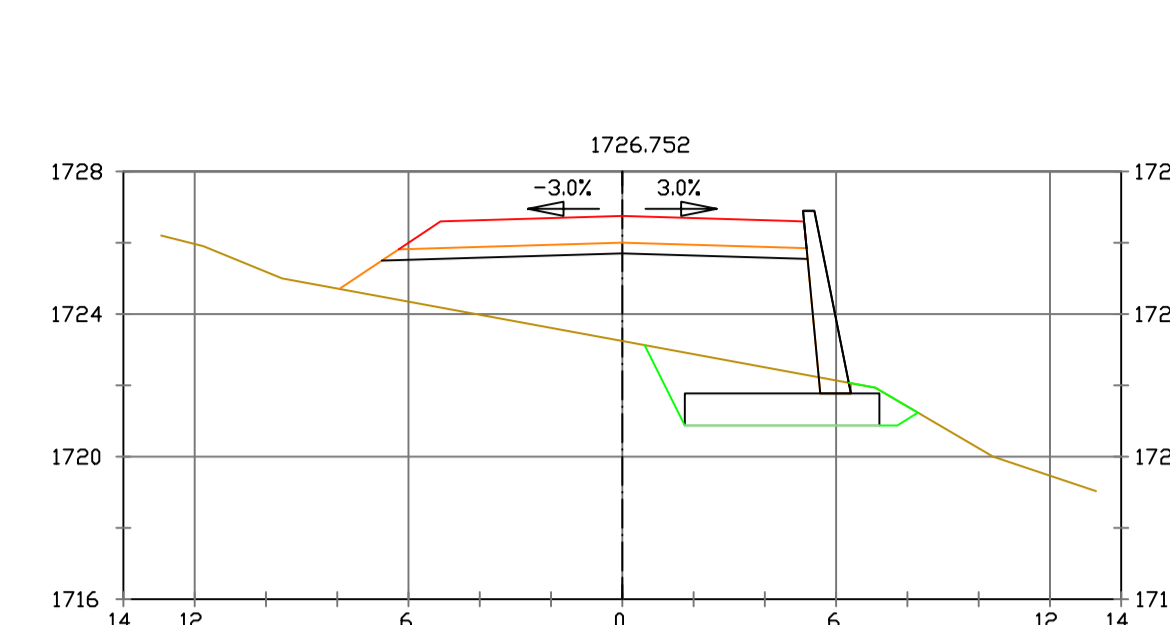
Pk=0+950

S. REYES CUNETA = 0.14 m2 SVRUBOSIERRA = 8.74 m3 RELL ZAP MURD = 88.86 m3.
S. D TIERRA = 26.97 m2 SVRUBOSIERRA = 2.37 m3 VP MURDS = 23.93 m3.
S. SUELO SEL 1 = 3.43 m2 VP FIBROD=SEL B.89 m3 3.97 m3 VP FIRME = 88.07 m3.
S. TERRAPLEN = 4.31 m2 VP TERRAPLEN = 44.80 m3.
S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2 VP ZAPATA MURDS = 49.14 m3.
S. EXC ZM TIERRA = 13.64 m2 VP EXC ZM TIERRA = 137.85 m3.



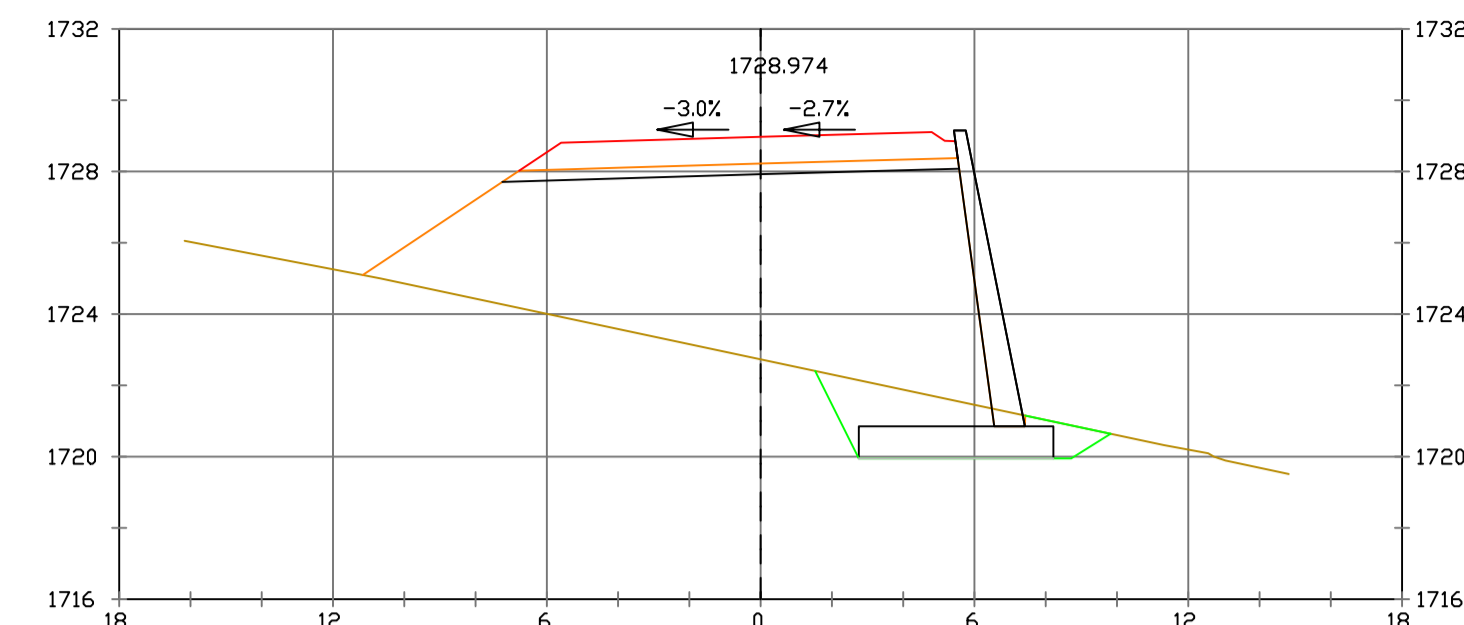
Pk=1+000

S. REYES CUNETA = 0.14 m2 SVRUBOSIERRA = 10.72 m3 RELL ZAP MURD = 213.81 m3.
S. D TIERRA = 14.74 m2 SVRUBOSIERRA = 2.37 m3 VP MURDS = 47.32 m3.
S. SUELO SEL 1 = 3.13 m2 VP FIBROD=SEL B.82 m3 5.27 m3 VP FIRME = 169.19 m3.
S. TERRAPLEN = 2.76 m2 VP TERRAPLEN = 59.05 m3.
S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2 VP ZAPATA MURDS = 98.28 m3.
S. EXC ZM TIERRA = 15.60 m2 VP EXC ZM TIERRA = 311.47 m3.



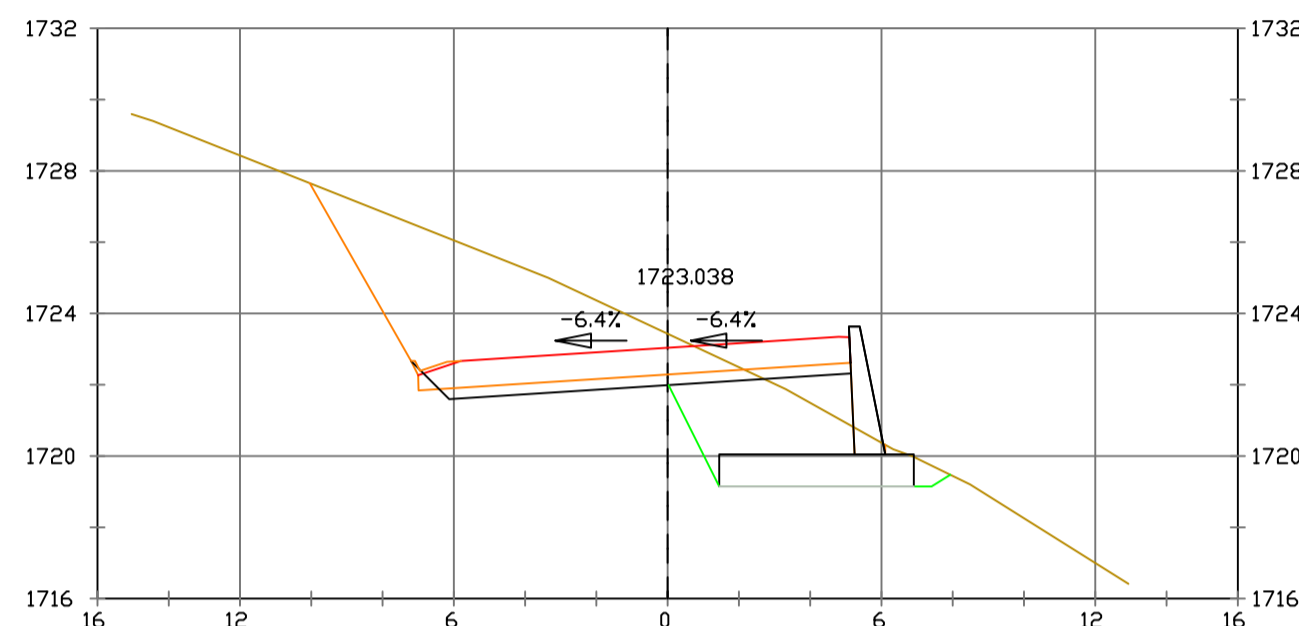
Pk=1+080

S. D TIERRA = 0.33 m2 SVRUBOSIERRA = 0.29 m3 RELL ZAP MURD = 114.00 m3.
S. SUELO SEL 1 = 3.51 m2 VP FIBROD=SEL B.82 m3 7.017 m3 VP MURDS = 57.03 m3.
S. TERRAPLEN = 27.71 m2 VP TERRAPLEN = 437.17 m3 VP FIRME = 162.32 m3.
S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2 VP ZAPATA MURDS = 98.28 m3.
S. EXC ZM TIERRA = 9.89 m2 VP EXC ZM TIERRA = 211.85 m3.
S. RELL ZAP MURD = 4.98 m2.



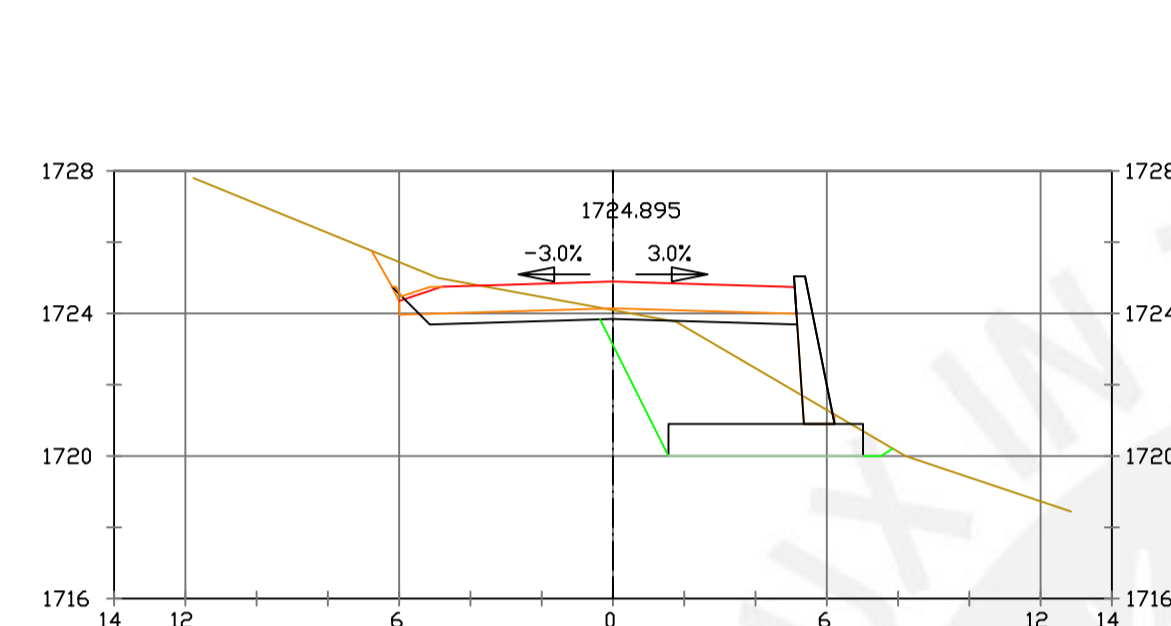
Pk=1+140

S. D TIERRA = 0.36 m2 SVRUBOSIERRA = 4.94 m3 RELL ZAP MURD = 58.08 m3.
S. SUELO SEL 1 = 3.77 m2 VP FIBROD=SEL B.83 m3 6.32 m3 VP MURDS = 48.49 m3.
S. TERRAPLEN = 73.63 m2 VP TERRAPLEN = 678.07 m3 VP FIRME = 83.76 m3.
S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2 VP ZAPATA MURDS = 49.14 m3.
S. EXC ZM TIERRA = 10.80 m2 VP EXC ZM TIERRA = 107.16 m3.
S. RELL ZAP MURD = 5.88 m2.



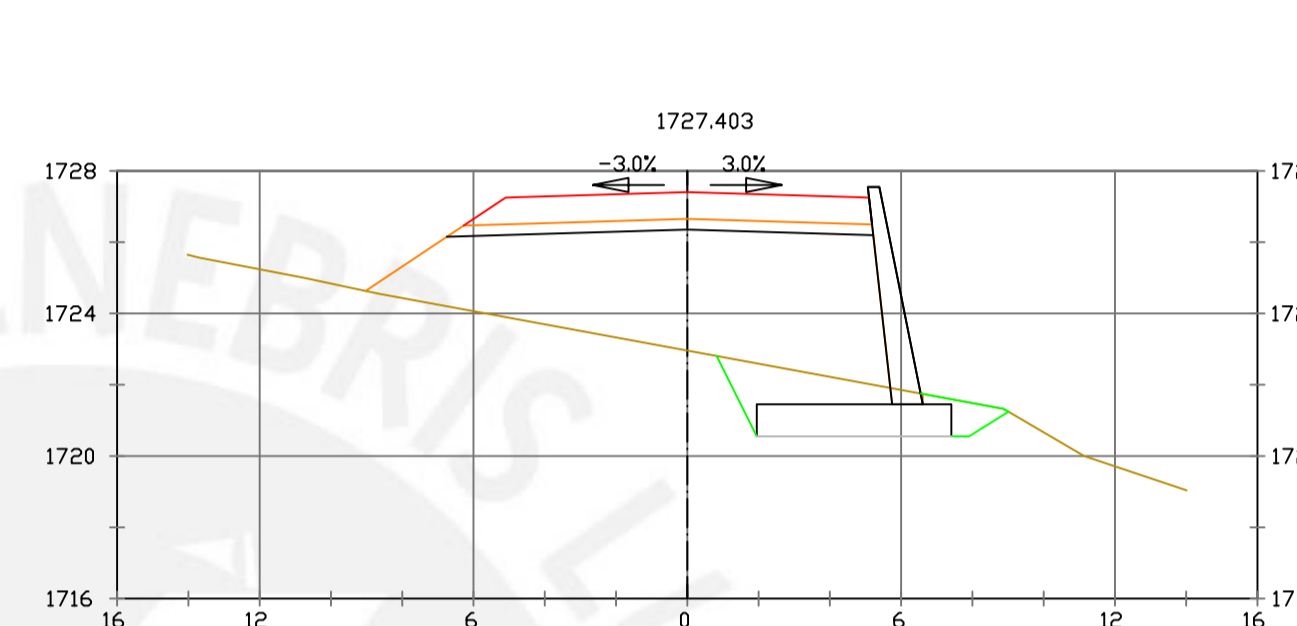
Pk=0+960

S. REYES CUNETA = 0.14 m2 SVRUBOSIERRA = 8.95 m3 RELL ZAP MURD = 88.49 m3.
S. D TIERRA = 30.93 m2 SVRUBOSIERRA = 2.08 m3 VP MURDS = 22.26 m3.
S. SUELO SEL 1 = 3.42 m2 VP FIBROD=SEL B.89 m3 4.26 m3 VP FIRME = 88.88 m3.
S. TERRAPLEN = 1.79 m2 VP TERRAPLEN = 30.47 m3.
S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2 VP ZAPATA MURDS = 49.14 m3.
S. EXC ZM TIERRA = 13.86 m2 VP EXC ZM TIERRA = 137.52 m3.



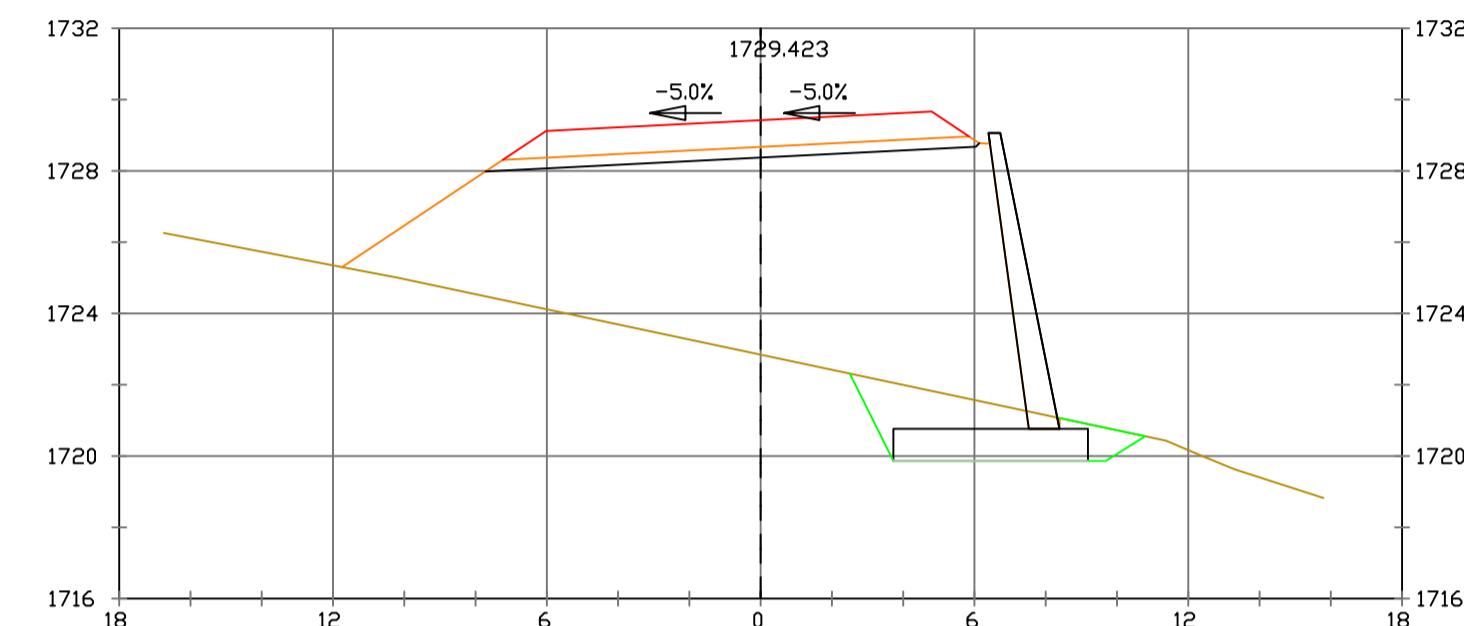
Pk=1+020

S. REYES CUNETA = 0.14 m2 SVRUBOSIERRA = 11.72 m3 RELL ZAP MURD = 218.94 m3.
S. D TIERRA = 6.15 m2 SVRUBOSIERRA = 2.40 m3 VP MURDS = 47.17 m3.
S. SUELO SEL 1 = 3.13 m2 VP FIBROD=SEL B.82 m3 2.66 m3 VP FIRME = 162.44 m3.
S. TERRAPLEN = 3.42 m2 VP TERRAPLEN = 61.86 m3.
S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2 VP ZAPATA MURDS = 98.28 m3.
S. EXC ZM TIERRA = 16.05 m2 VP EXC ZM TIERRA = 316.52 m3.



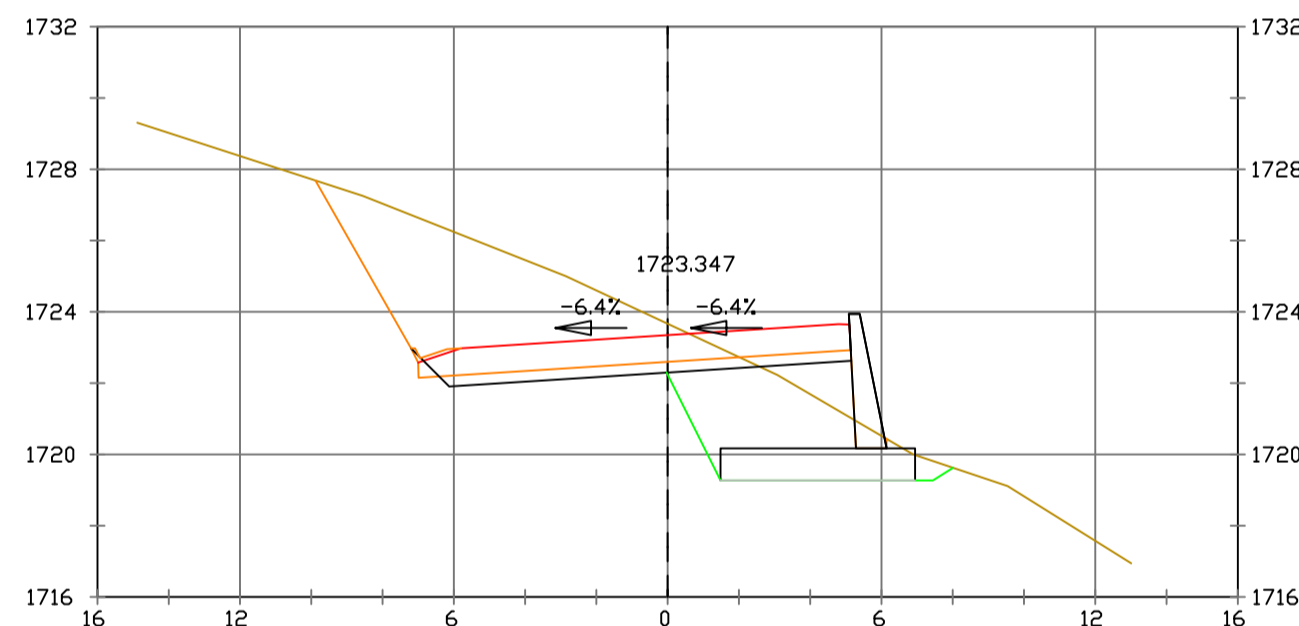
Pk=1+100

S. D TIERRA = 0.33 m2 SVRUBOSIERRA = 0.61 m3 RELL ZAP MURD = 103.82 m3.
S. SUELO SEL 1 = 3.51 m2 VP FIBROD=SEL B.82 m3 7.25 m3 VP MURDS = 66.26 m3.
S. TERRAPLEN = 41.08 m2 VP TERRAPLEN = 687.92 m3 VP FIRME = 162.40 m3.
S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2 VP ZAPATA MURDS = 98.28 m3.
S. EXC ZM TIERRA = 10.31 m2 VP EXC ZM TIERRA = 201.93 m3.
S. RELL ZAP MURD = 5.40 m2.



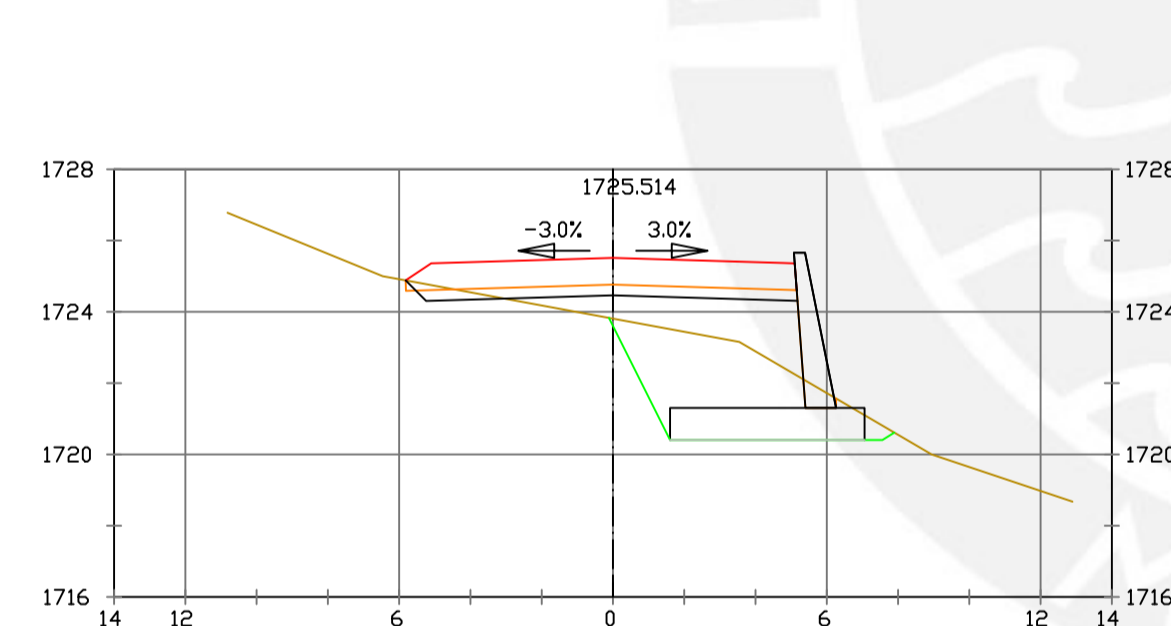
Pk=1+150

S. D TIERRA = 0.36 m2 SVRUBOSIERRA = 4.94 m3 RELL ZAP MURD = 58.79 m3.
S. SUELO SEL 1 = 4.05 m2 VP FIBROD=SEL B.96 m3 8.45 m3 VP MURDS = 49.42 m3.
S. TERRAPLEN = 86.66 m2 VP TERRAPLEN = 803.24 m3 VP FIRME = 88.13 m3.
S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2 VP ZAPATA MURDS = 49.14 m3.
S. EXC ZM TIERRA = 10.79 m2 VP EXC ZM TIERRA = 107.93 m3.
S. RELL ZAP MURD = 5.87 m2.



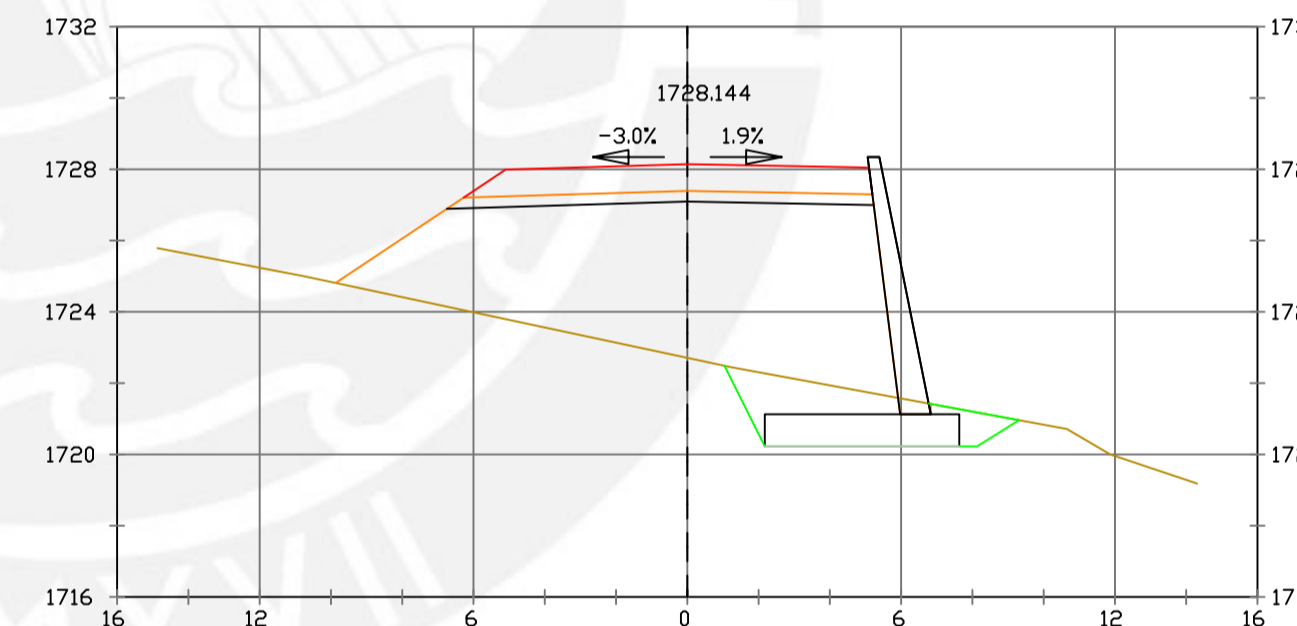
Pk=0+970

S. REYES CUNETA = 0.14 m2 SVRUBOSIERRA = 9.54 m3 RELL ZAP MURD = 92.49 m3.
S. D TIERRA = 29.65 m2 SVRUBOSIERRA = 2.20 m3 VP MURDS = 21.42 m3.
S. SUELO SEL 1 = 3.43 m2 VP FIBROD=SEL B.89 m3 4.24 m3 VP FIRME = 88.87 m3.
S. TERRAPLEN = 2.09 m2 VP TERRAPLEN = 19.35 m3.
S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2 VP ZAPATA MURDS = 49.14 m3.
S. EXC ZM TIERRA = 14.42 m2 VP EXC ZM TIERRA = 141.42 m3.



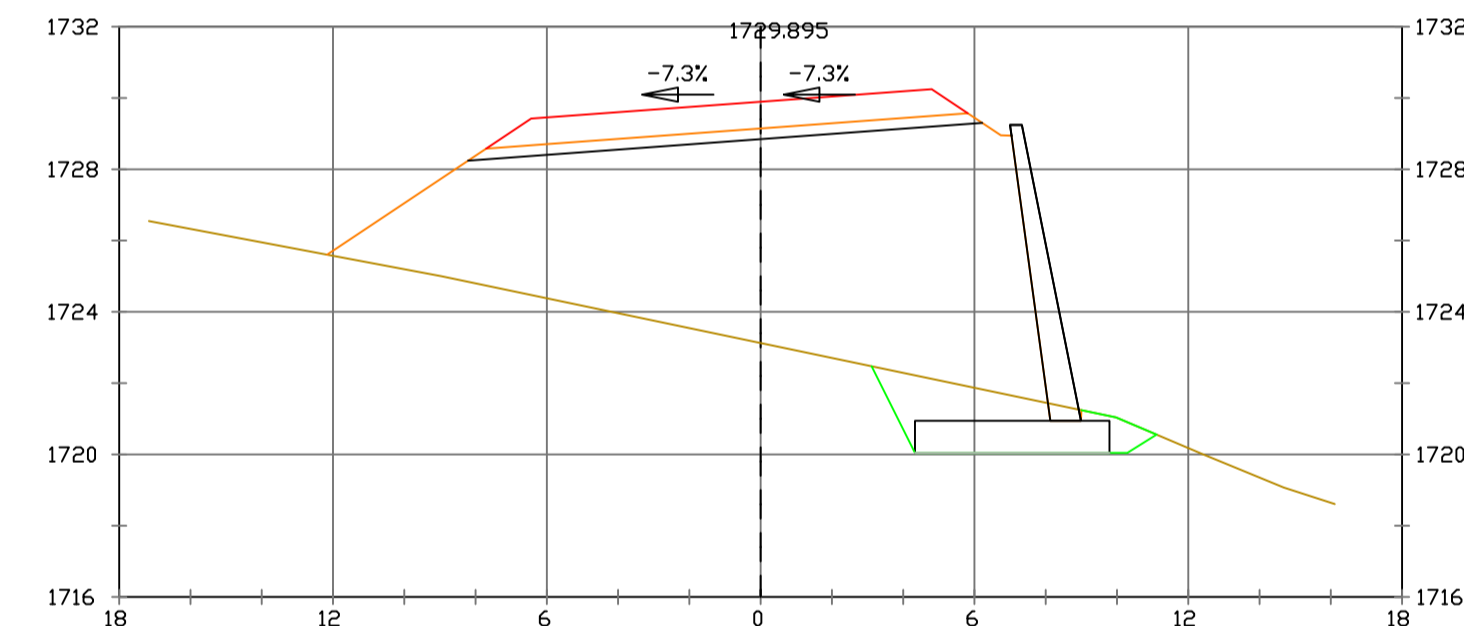
Pk=1+040

S. D TIERRA = 1.12 m2 VP REYES CUNETA = 0.04 m3 RELL ZAP MURD = 206.07 m3.
S. SUELO SEL 1 = 3.17 m2 VP FIBROD=SEL B.84 m3 6.9 m3 VP MURDS = 49.74 m3.
S. TERRAPLEN = 7.16 m2 VP SUELO SEL 1 = 63.01 m3 VP FIRME = 161.66 m3.
S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2 VP TERRAPLEN = 105.79 m3.
S. EXC ZM TIERRA = 14.31 m2 VP ZAPATA MURDS = 98.28 m3.
S. RELL ZAP MURD = 9.43 m2 VP EXC ZM TIERRA = 303.65 m3.



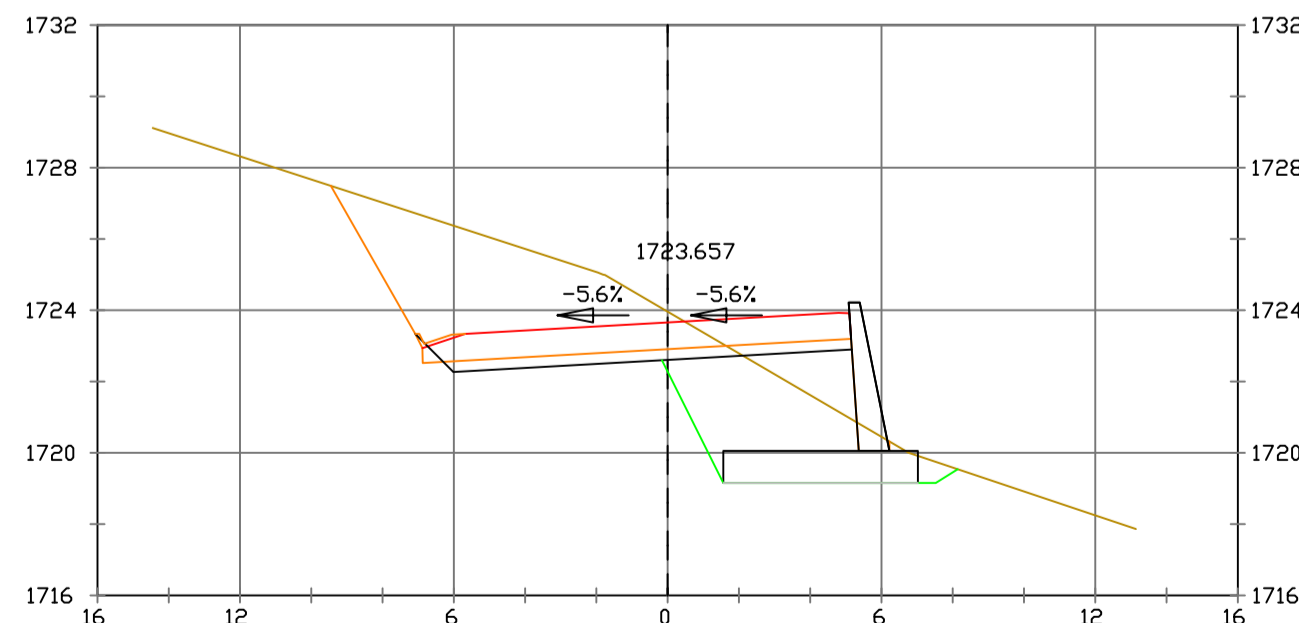
Pk=1+120

S. D TIERRA = 0.33 m2 SVRUBOSIERRA = 4.29 m3 RELL ZAP MURD = 108.09 m3.
S. SUELO SEL 1 = 3.52 m2 VP FIBROD=SEL B.83 m3 7.33 m3 VP MURDS = 78.92 m3.
S. TERRAPLEN = 55.51 m2 VP TERRAPLEN = 965.90 m3 VP FIRME = 162.48 m3.
S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2 VP ZAPATA MURDS = 98.28 m3.
S. EXC ZM TIERRA = 10.31 m2 VP EXC ZM TIERRA = 206.20 m3.
S. RELL ZAP MURD = 5.41 m2.



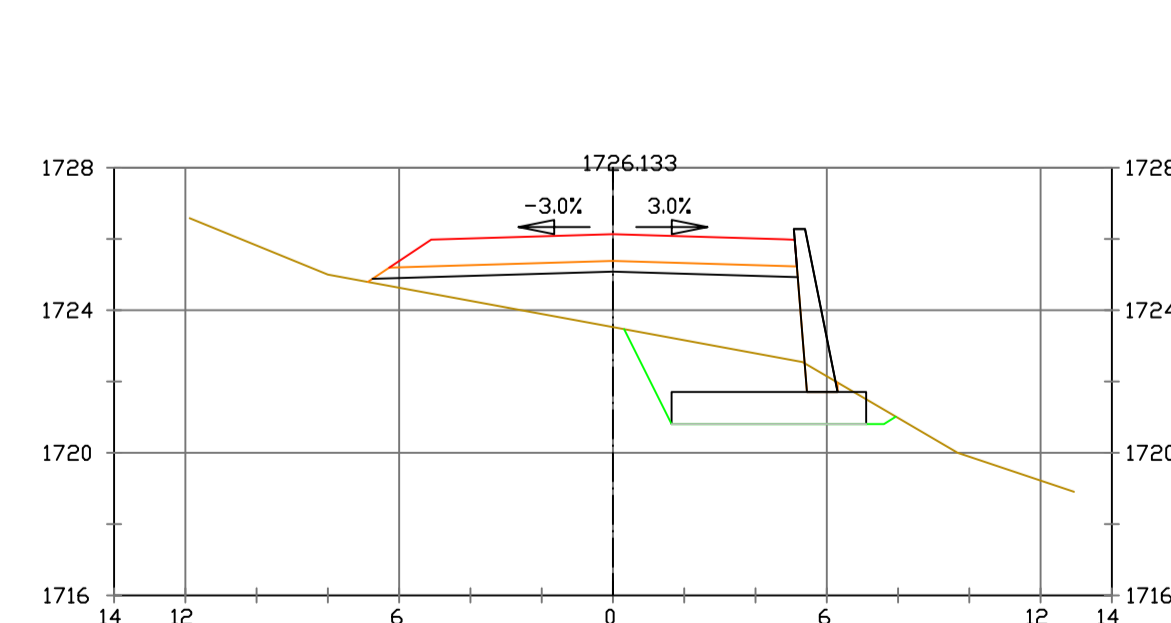
Pk=1+160

S. D TIERRA = 0.36 m2 SVRUBOSIERRA = 4.94 m3 RELL ZAP MURD = 57.95 m3.
S. SUELO SEL 1 = 4.19 m2 VP FIBROD=SEL B.88 m3 1.24 m3 VP MURDS = 49.42 m3.
S. TERRAPLEN = 94.91 m2 VP TERRAPLEN = 911.83 m3 VP FIRME = 91.24 m3.
S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2 VP ZAPATA MURDS = 49.14 m3.
S. EXC ZM TIERRA = 10.57 m2 VP EXC ZM TIERRA = 107.10 m3.
S. RELL ZAP MURD = 5.66 m2.



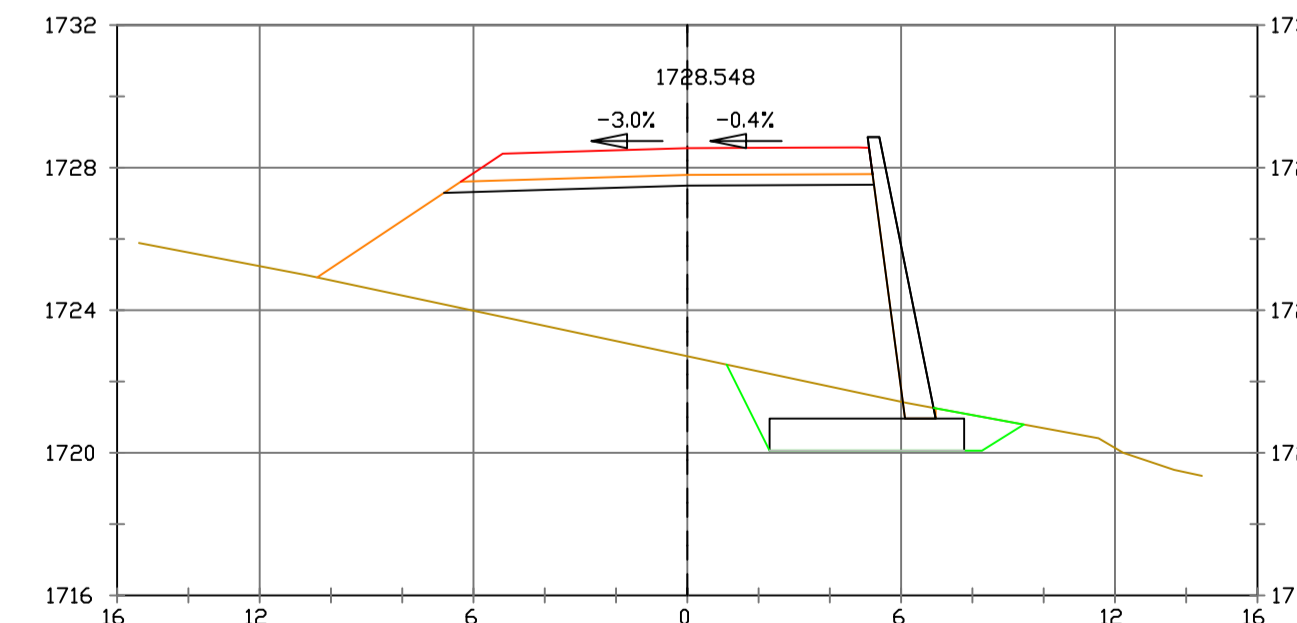
Pk=0+980

S. REYES CUNETA = 0.14 m2 SVRUBOSIERRA = 10.66 m3 RELL ZAP MURD = 101.02 m3.
S. D TIERRA = 27.30 m2 SVRUBOSIERRA = 2.48 m3 VP MURDS = 23.17 m3.
S. SUELO SEL 1 = 3.39 m2 VP FIBROD=SEL B.80 m3 4.10 m3 VP FIRME = 88.43 m3.
S. TERRAPLEN = 3.14 m2 VP TERRAPLEN = 26.13 m3.
S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2 VP ZAPATA MURDS = 49.14 m3.
S. EXC ZM TIERRA = 15.55 m2 VP EXC ZM TIERRA = 149.86 m3.



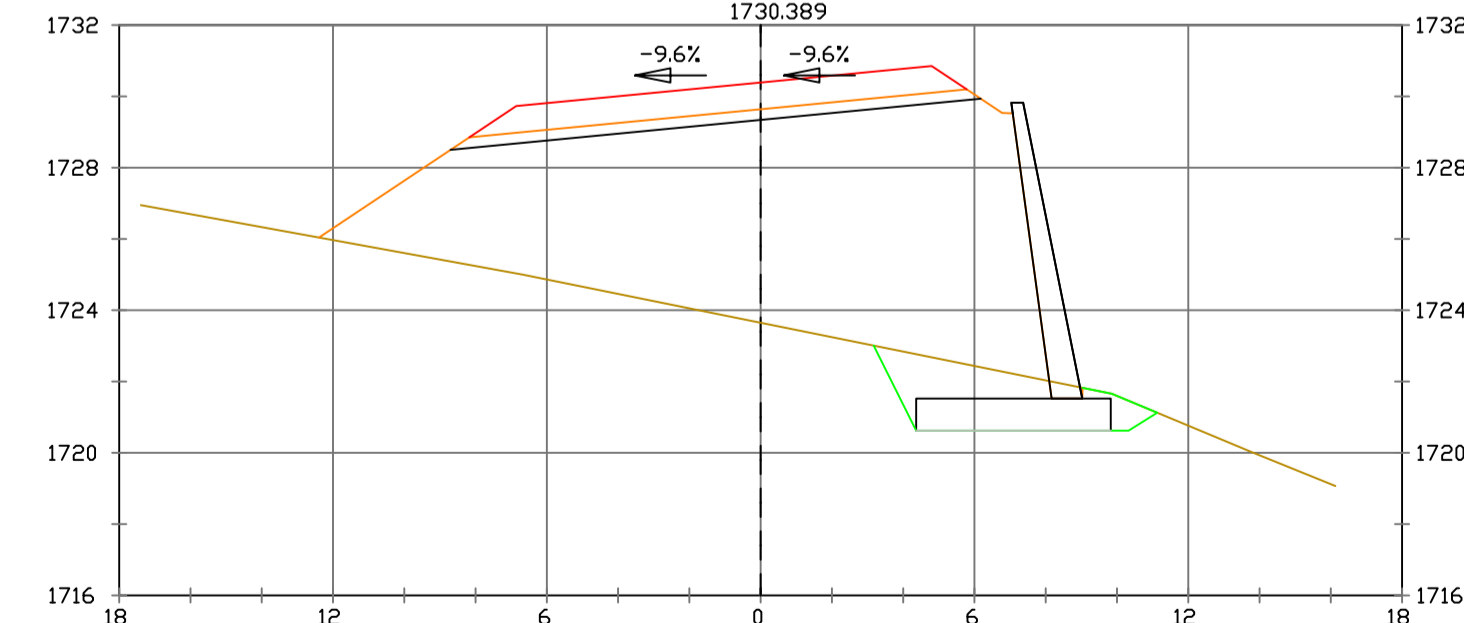
Pk=1+060

S. D TIERRA = 0.47 m2 SVRUBOSIERRA = 0.68 m3 RELL ZAP MURD = 158.54 m3.
S. SUELO SEL 1 = 3.51 m2 VP FIBROD=SEL B.81 m3 6.74 m3 VP MURDS = 52.36 m3.
S. TERRAPLEN = 16.01 m2 VP TERRAPLEN = 231.65 m3 VP FIRME = 161.57 m3.
S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2 VP ZAPATA MURDS = 98.28 m3.
S. EXC ZM TIERRA = 11.30 m2 VP EXC ZM TIERRA = 256.12 m3.
S. RELL ZAP MURD = 6.42 m2.



Pk=1+130

S. D TIERRA = 0.33 m2 SVRUBOSIERRA = 4.70 m3 RELL ZAP MURD = 55.86 m3.
S. SUELO SEL 1 = 3.54 m2 VP FIBROD=SEL B.89 m3 5.32 m3 VP MURDS = 44.92 m3.
S. TERRAPLEN = 63.06 m2 VP TERRAPLEN = 592.86 m3 VP FIRME = 81.56 m3.
S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2 VP ZAPATA MURDS = 49.14 m3.
S. EXC ZM TIERRA = 10.67 m2 VP EXC ZM TIERRA = 104.92 m3.
S. RELL ZAP MURD = 5.76 m2.



Pk=1+170

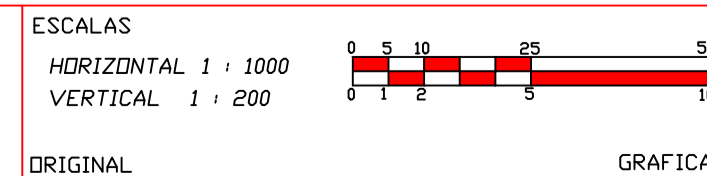
S. D TIERRA = 0.35 m2 SVRUBOSIERRA = 4.94 m3 RELL ZAP MURD = 55.52 m3.
S. SUELO SEL 1 = 4.33 m2 VP FIBROD=SEL B.81 m3 2.59 m3 VP MURDS = 49.42 m3.
S. TERRAPLEN = 95.22 m2 VP TERRAPLEN = 956.46 m3 VP FIRME = 94.43 m3.
S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2 VP ZAPATA MURDS = 49.14 m3.
S. EXC ZM TIERRA = 10.43 m2 VP EXC ZM TIERRA = 104.67 m3.
S. RELL ZAP MURD = 5.51 m2.



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ



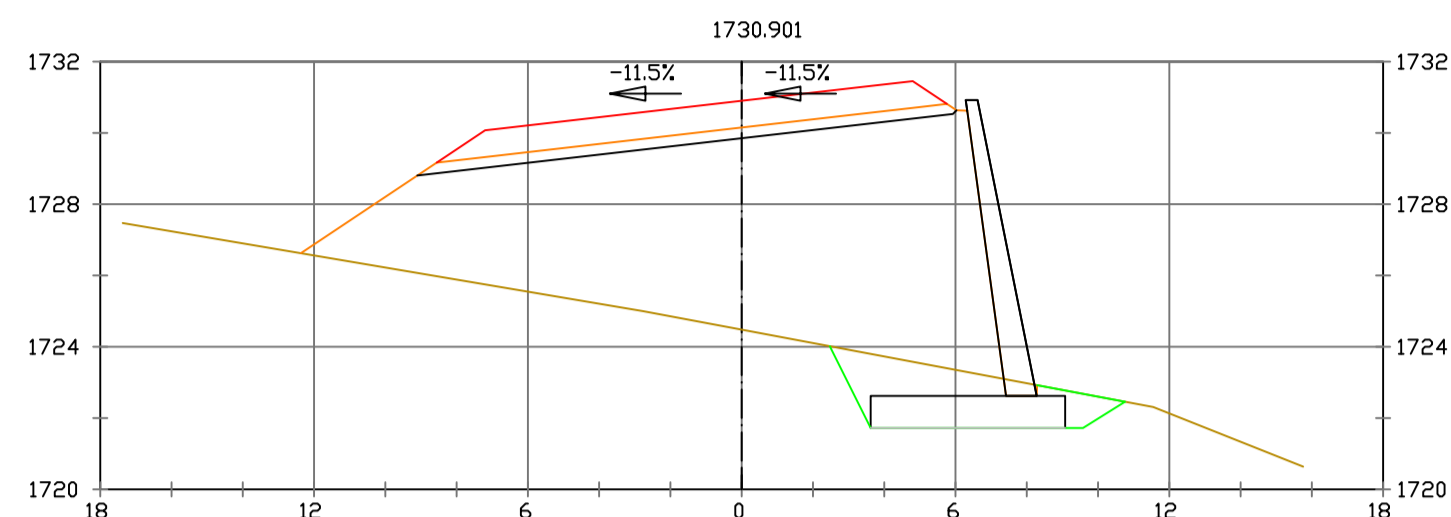
PROYECTO: CARRETERA DE CACLIC A LUYA AMAZONAS

NOMBRE PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 06/12/2021

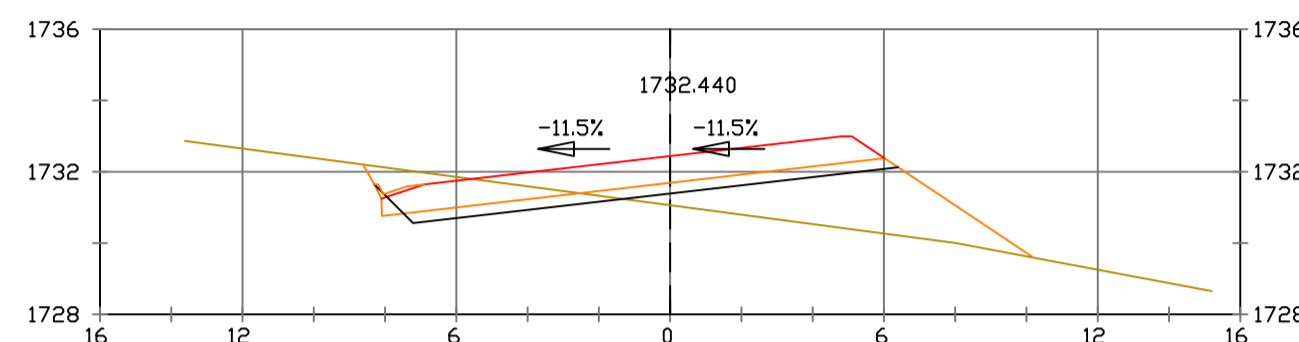
TESIS DE PREGRADO

9



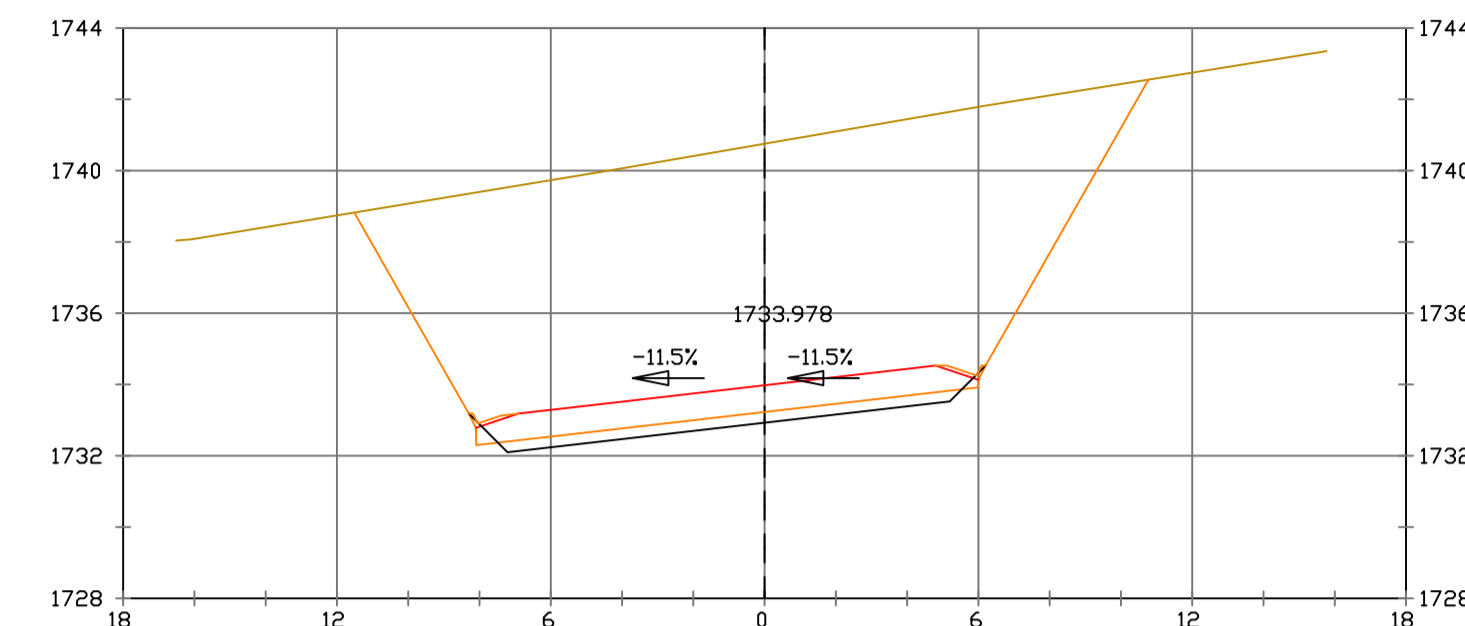
Pk=1+180
 EHI/200
 EV1/200

S. D TIERRA = 0.35 m². SVRUBOS TIERRA 4.94 m² RELL ZAP MURD = 55.62 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 4.43 m². VP FIRMED-SEL 0.87 m² VP MURDS = 49.42 m³.
 S. TERRAPLEN = 85.02 m². VP TERRAPLEN = 908.82 m³. VP FIRME = 97.54 m³.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 10.45 m². VP EXC ZM TIERRA = 104.77 m³.
 S. RELL ZAP MURD = 5.54 m².



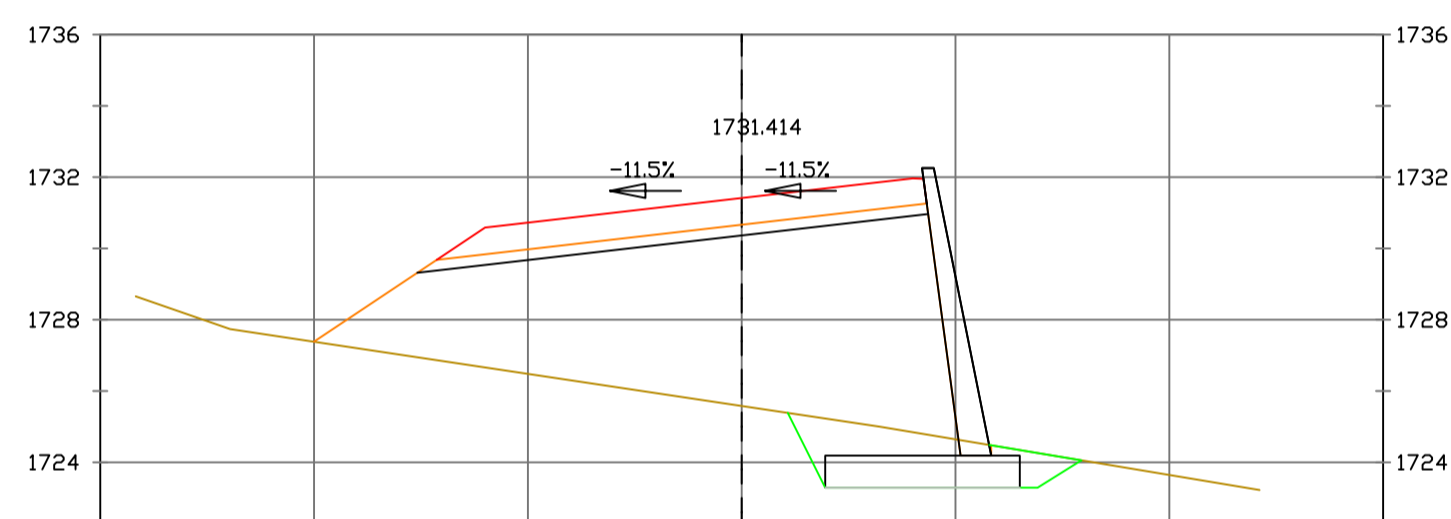
Pk=1+210
 EHI/200
 EV1/200

S. REVES CUNETA = 0.14 m². VP REVES CUNETA = 0.34 m³. RELL ZAP MURD = 11.77 m³.
 S. D TIERRA = 5.44 m². VP D TIERRA = 16.24 m³. VP MURDS = 10.41 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 4.07 m². VP SUELO SEL 1 = 41.73 m³. VP FIRME = 99.60 m³.
 S. TERRAPLEN = 10.92 m². VP TERRAPLEN = 369.97 m³.
 S. FIRME = 10.06 m². VP ZAPATA MURDS = 12.29 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 24.03 m³.



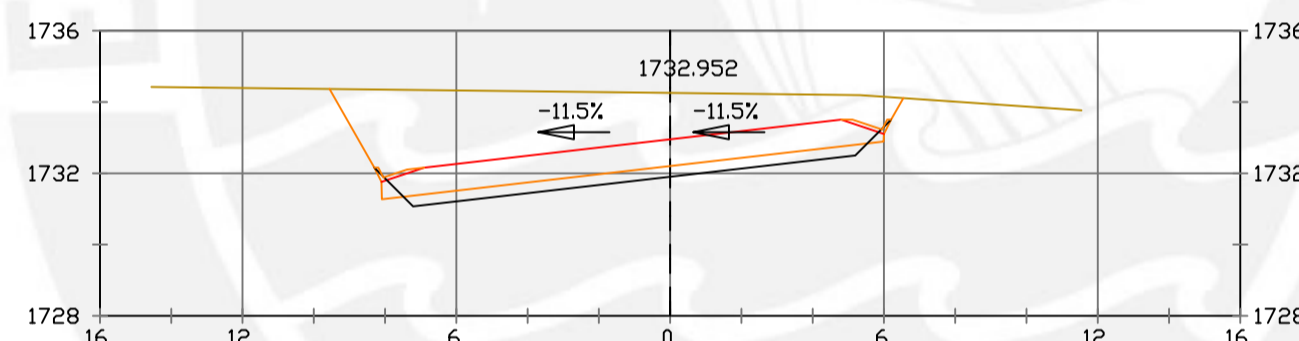
Pk=1+240
 EHI/200
 EV1/200

S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.81 m³. VP FIRME = 100.91 m³.
 S. D TIERRA = 138.14 m². VP D TIERRA = 1032.19 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m². VP SUELO SEL 1 = 38.15 m³.
 S. FIRME = 10.09 m².



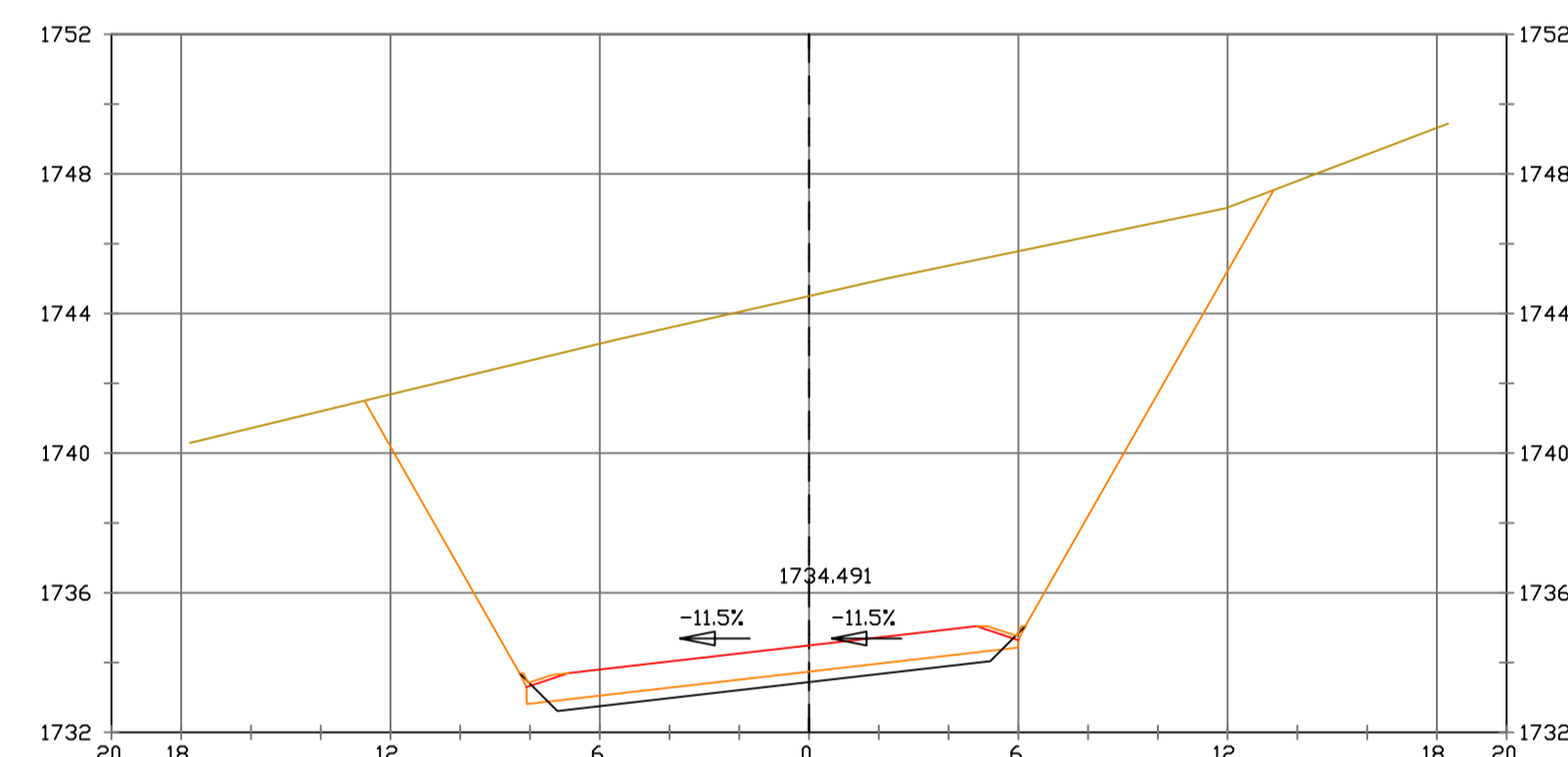
Pk=1+190
 EHI/200
 EV1/200

S. D TIERRA = 0.32 m². SVRUBOS TIERRA 4.80 m² RELL ZAP MURD = 53.73 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 4.21 m². VP FIRMED-SEL 0.76 m² VP MURDS = 49.07 m³.
 S. TERRAPLEN = 67.31 m². VP TERRAPLEN = 758.84 m³. VP FIRME = 98.54 m³.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 10.04 m². VP EXC ZM TIERRA = 102.85 m³.
 S. RELL ZAP MURD = 5.13 m².



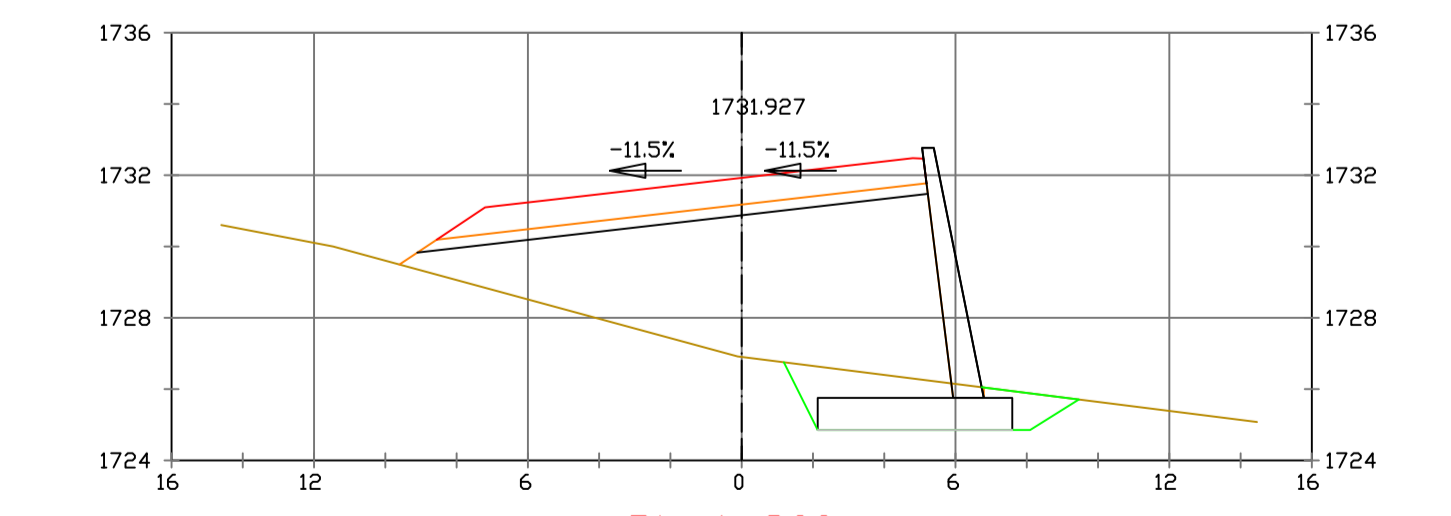
Pk=1+220
 EHI/200
 EV1/200

S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 1.73 m³. VP FIRME = 100.70 m³.
 S. D TIERRA = 36.39 m². VP D TIERRA = 204.33 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m². VP SUELO SEL 1 = 40.04 m³.
 S. FIRME = 10.09 m². VP TERRAPLEN = 28.22 m³.



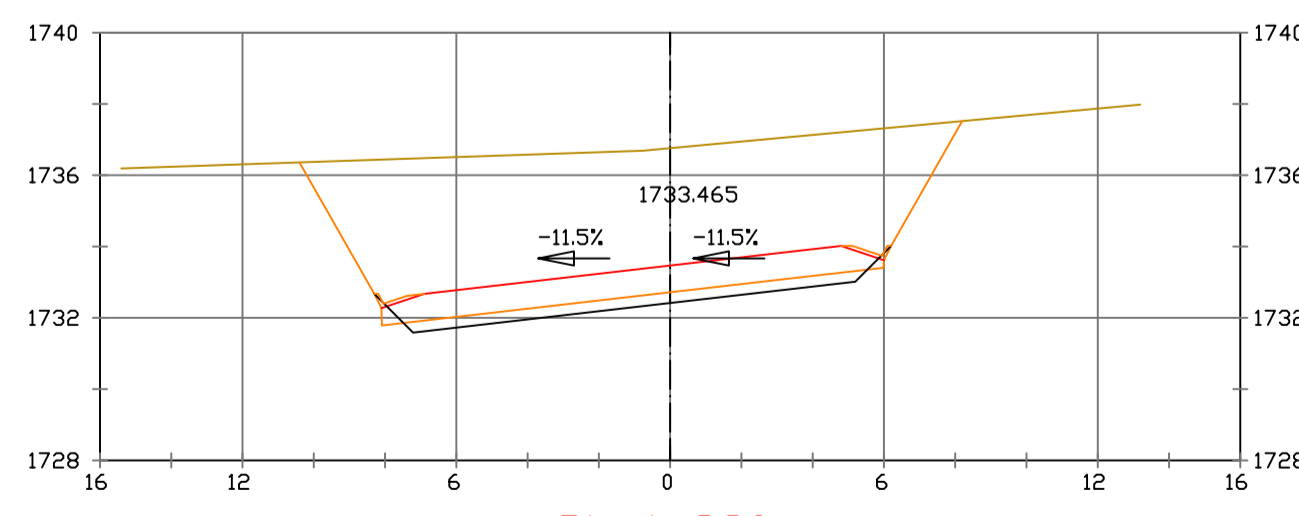
Pk=1+250
 EHI/200
 EV1/200

S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.81 m³. VP FIRME = 100.91 m³.
 S. D TIERRA = 214.81 m². VP D TIERRA = 1765.32 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m². VP SUELO SEL 1 = 38.15 m³.
 S. FIRME = 10.09 m².



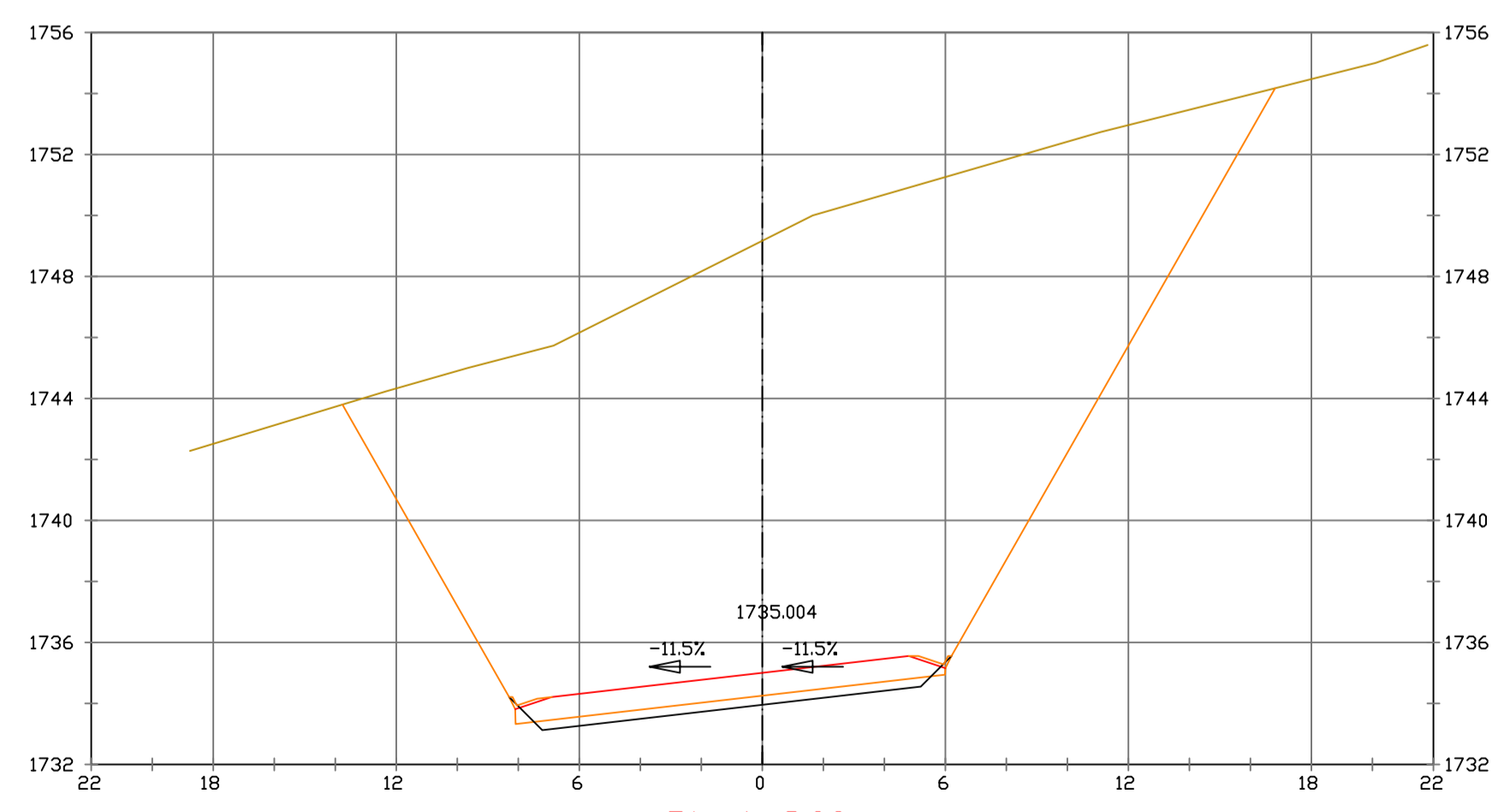
Pk=1+200
 EHI/200
 EV1/200

S. D TIERRA = 0.31 m². SVRUBOS TIERRA 4.16 m² RELL ZAP MURD = 48.82 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 4.21 m². VP FIRMED-SEL 0.76 m² VP MURDS = 44.85 m³.
 S. TERRAPLEN = 46.20 m². VP TERRAPLEN = 505.51 m³. VP FIRME = 97.59 m³.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 9.61 m². VP EXC ZM TIERRA = 97.88 m³.
 S. RELL ZAP MURD = 4.71 m².



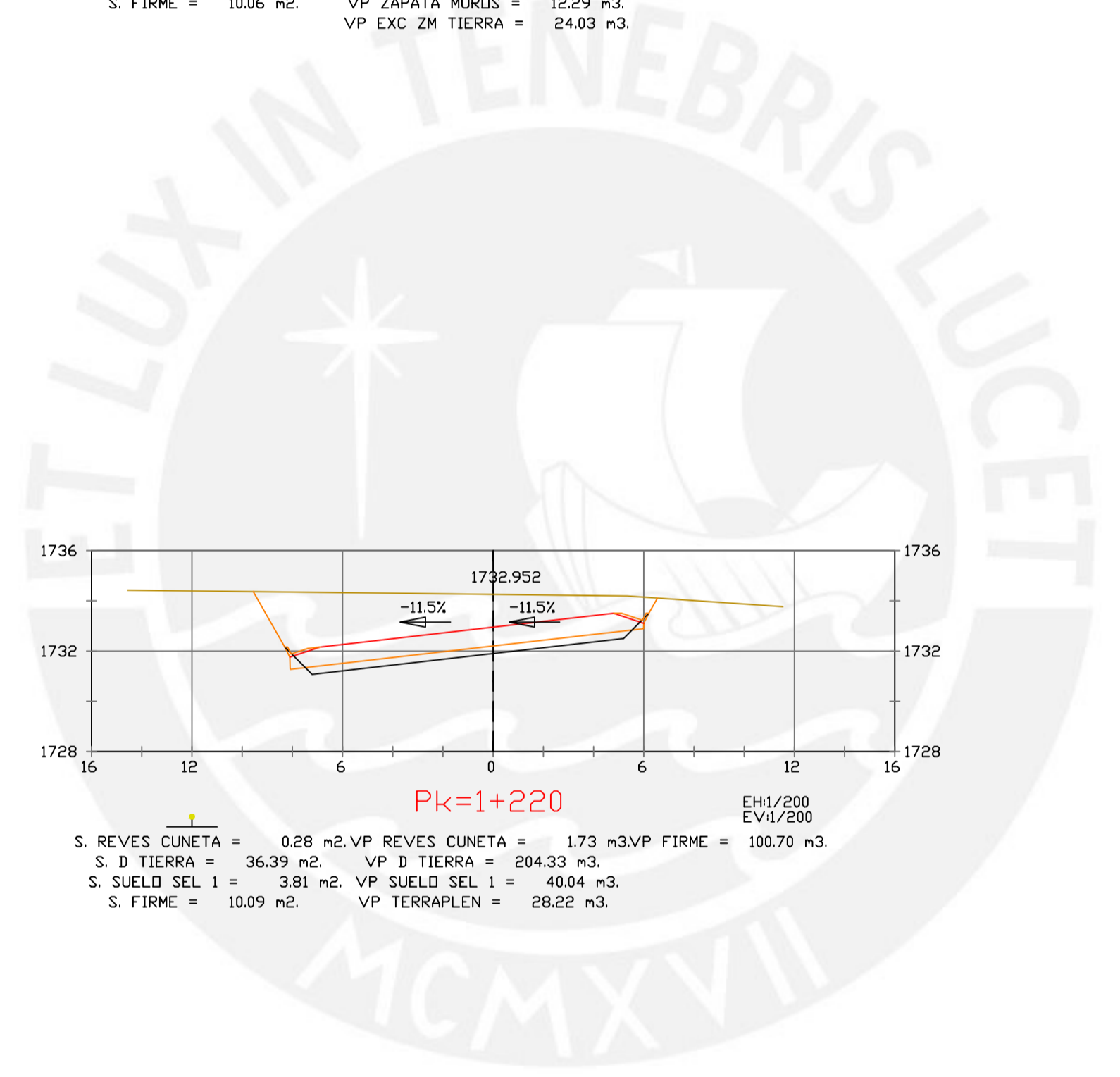
Pk=1+230
 EHI/200
 EV1/200

S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.81 m³. VP FIRME = 100.91 m³.
 S. D TIERRA = 71.15 m². VP D TIERRA = 517.25 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m². VP SUELO SEL 1 = 38.15 m³.
 S. FIRME = 10.09 m².



Pk=1+260
 EHI/200
 EV1/200

S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.81 m³. VP FIRME = 100.91 m³.
 S. D TIERRA = 326.44 m². VP D TIERRA = 2696.77 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m². VP SUELO SEL 1 = 38.15 m³.
 S. FIRME = 10.09 m².



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
 E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS
 DE LA CRUZ

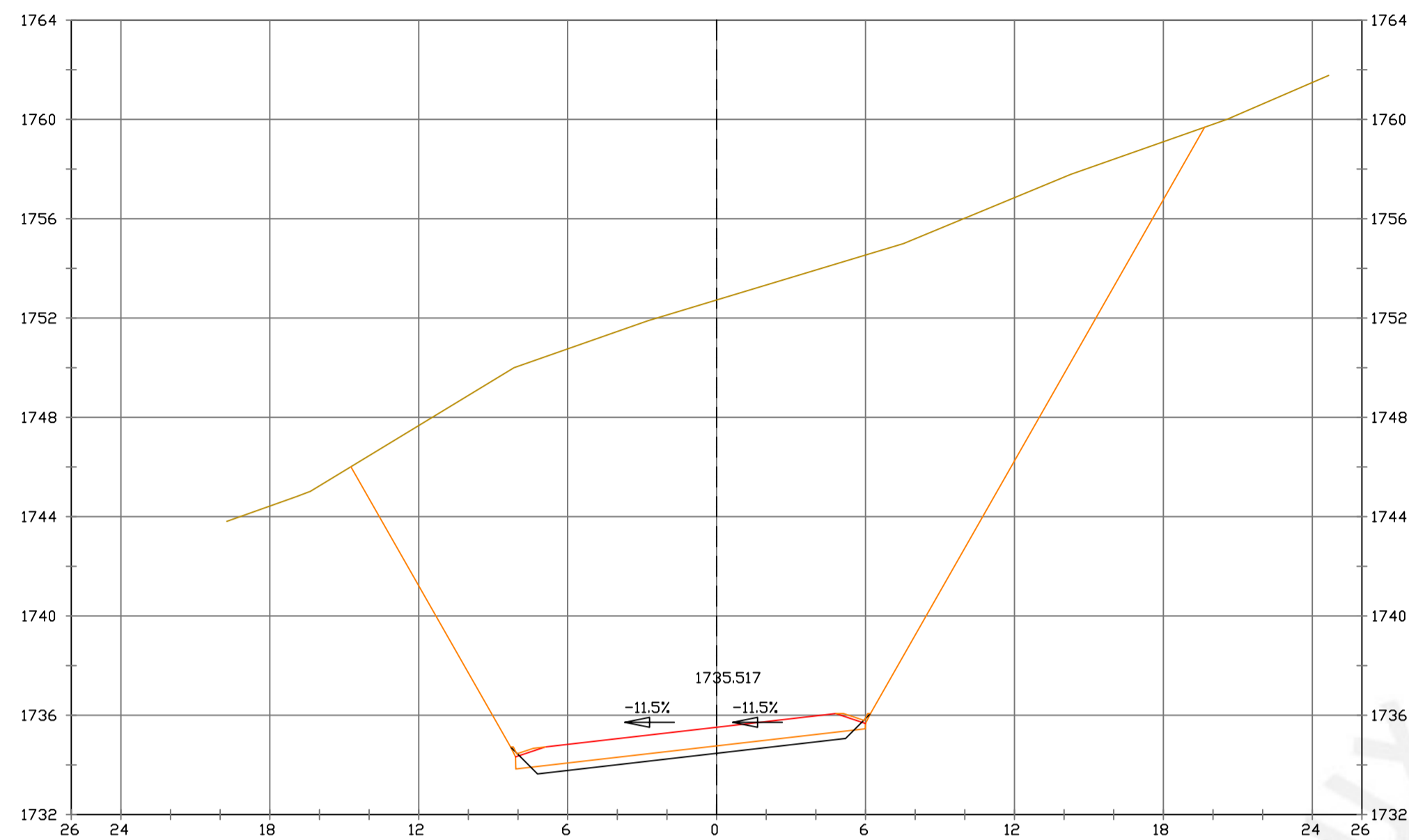
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

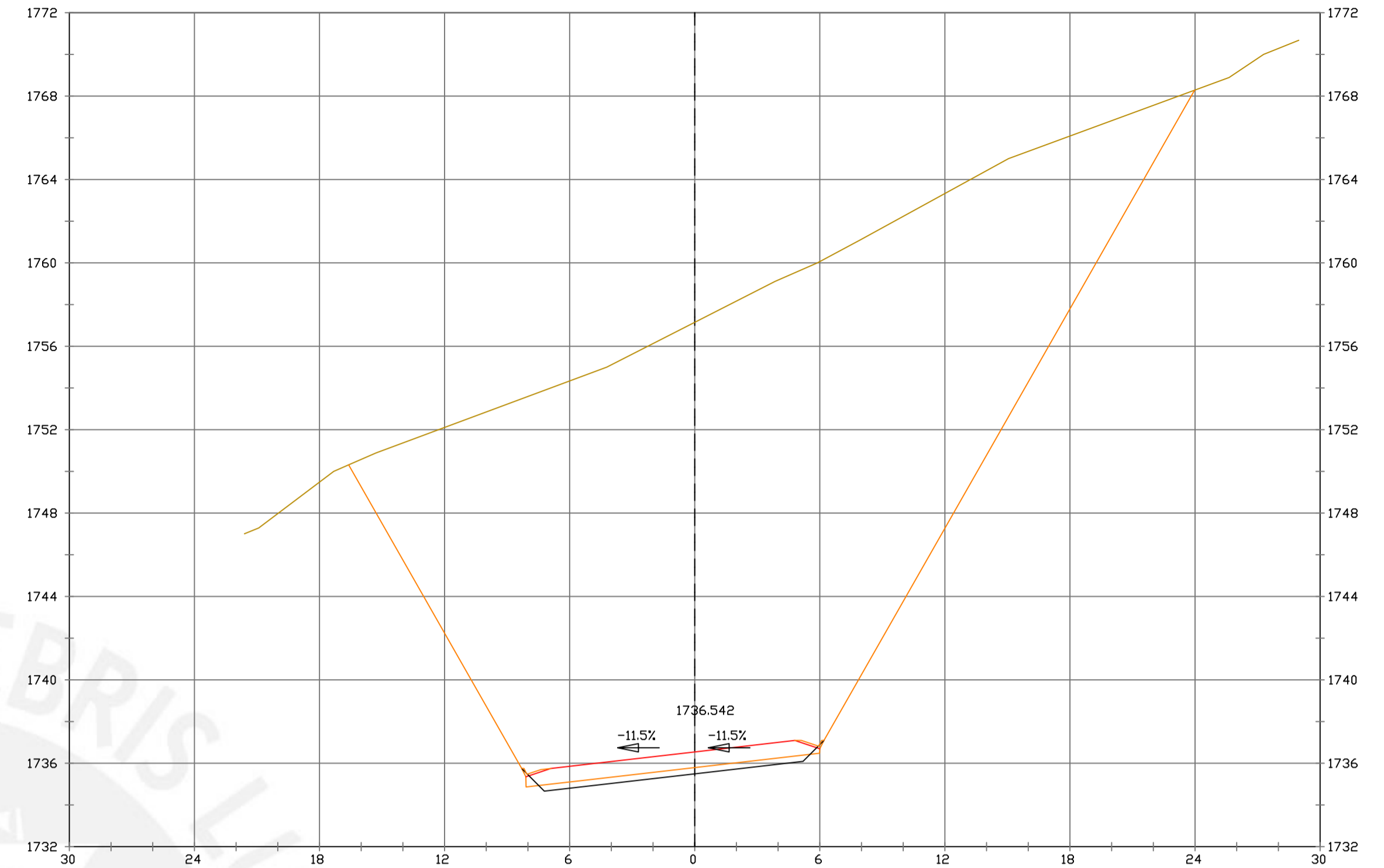
NOMBRE PLANO :
 SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
 06/12/2021

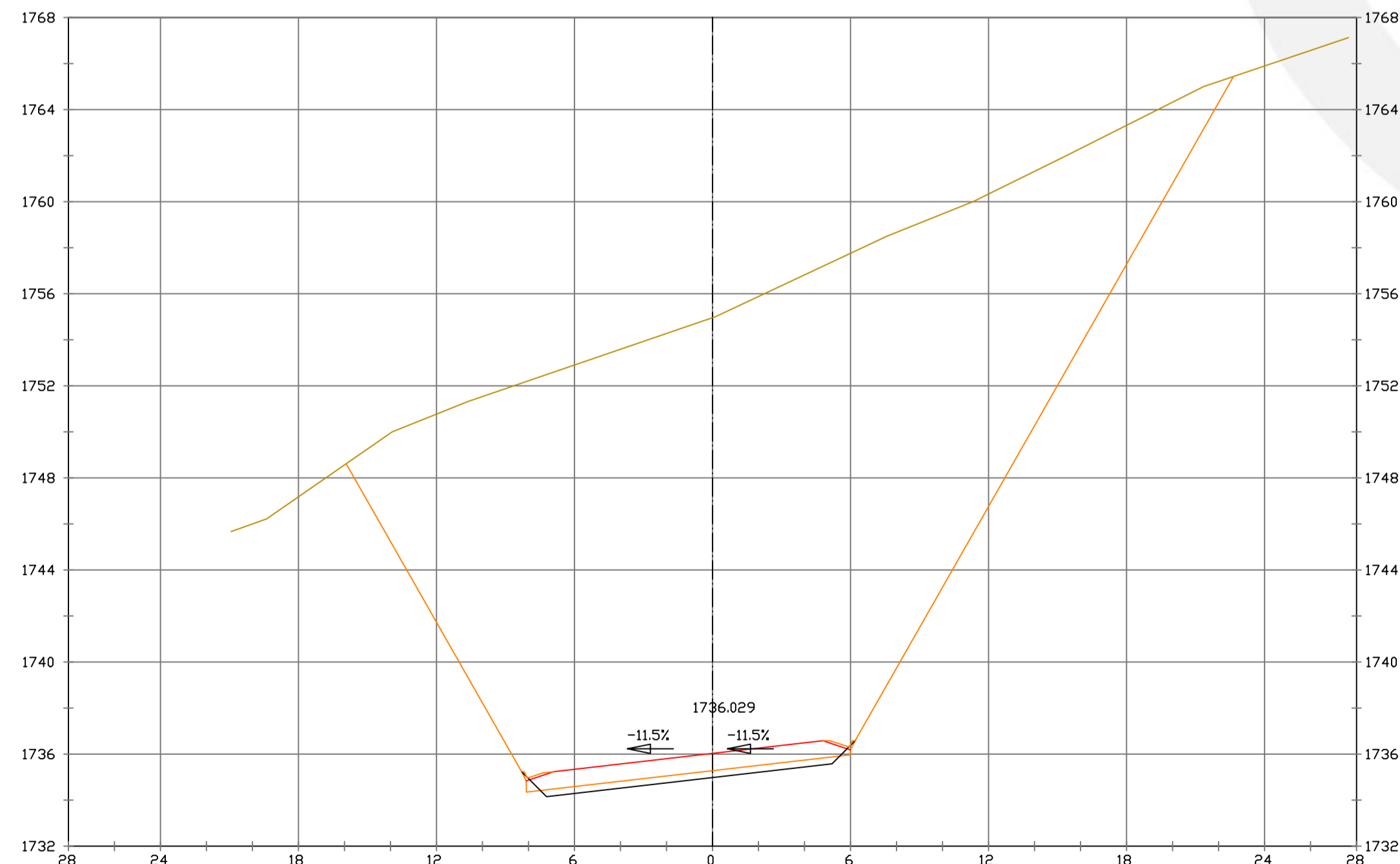
TESIS DE
 PREGRADO



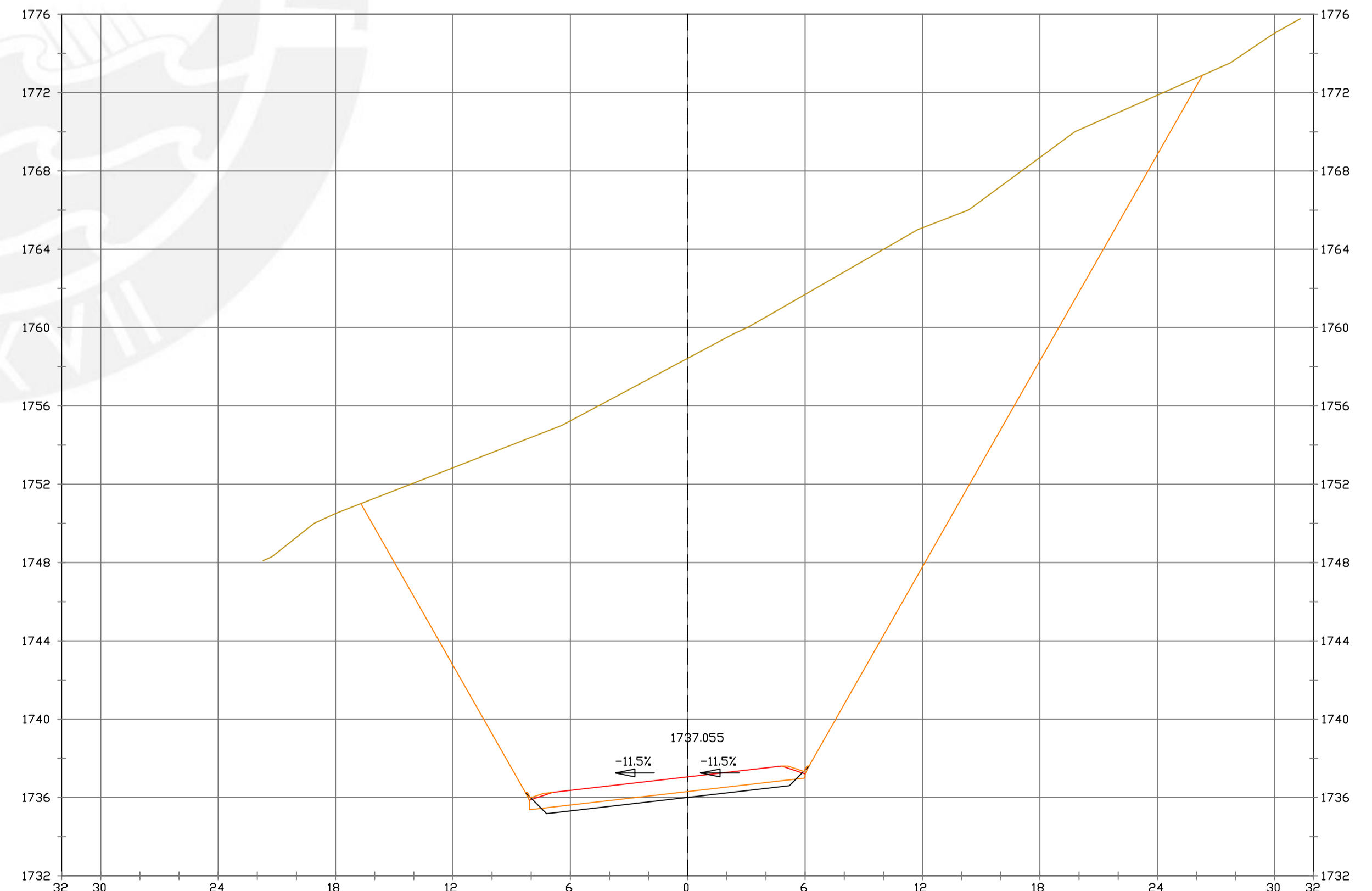
Pk=1+270
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.81 m³. VP FIRME = 100.91 m³.
 S. D TIERRA = 434.09 m². VP D TIERRA = 3805.96 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m². VP SUELO SEL 1 = 38.15 m³.
 S. FIRME = 10.09 m².



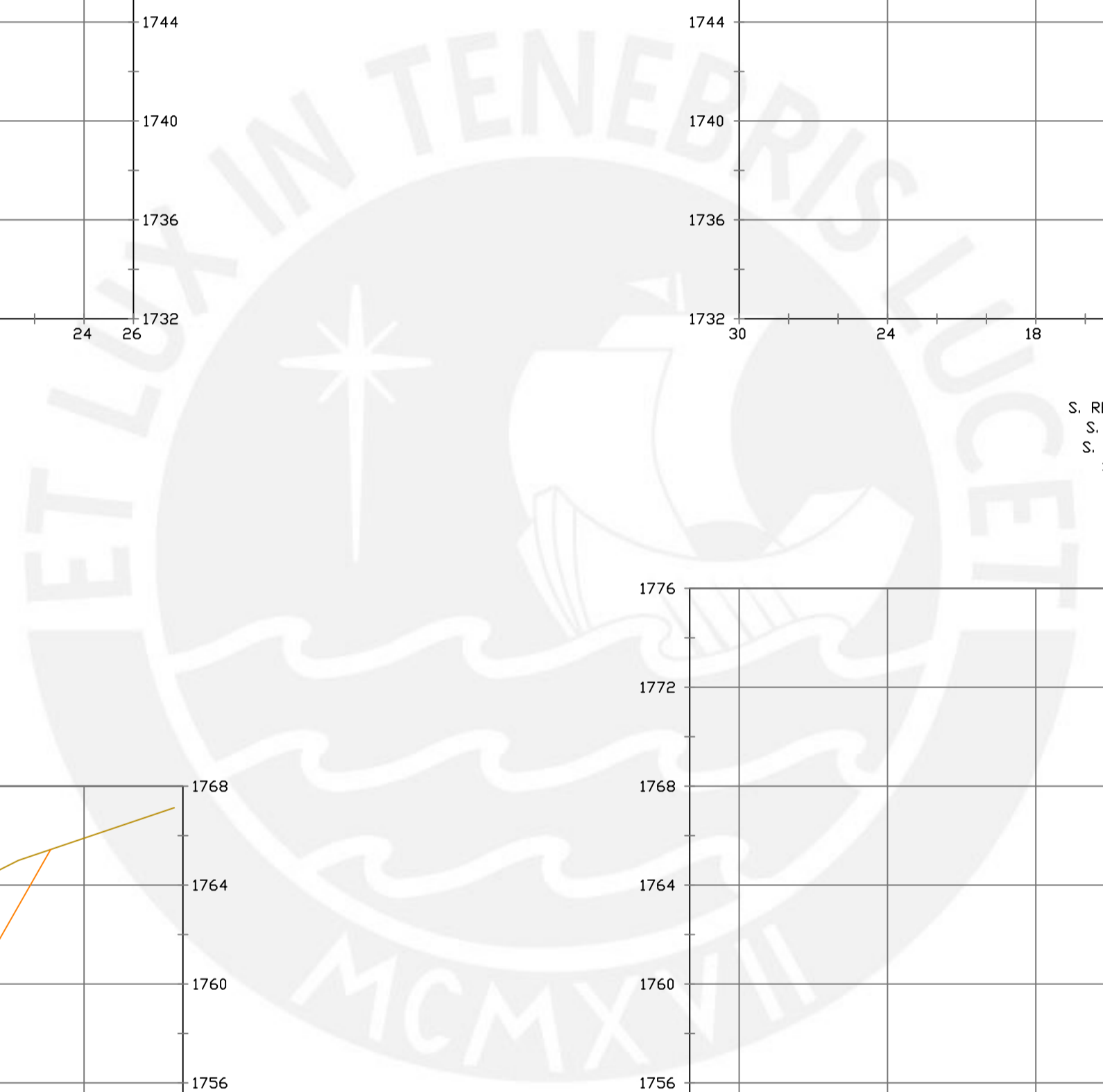
Pk=1+290
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.81 m³. VP FIRME = 100.91 m³.
 S. D TIERRA = 593.84 m². VP D TIERRA = 5632.36 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m². VP SUELO SEL 1 = 38.15 m³.
 S. FIRME = 10.09 m².



Pk=1+280
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.81 m³. VP FIRME = 100.91 m³.
 S. D TIERRA = 528.10 m². VP D TIERRA = 4819.58 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m². VP SUELO SEL 1 = 38.15 m³.
 S. FIRME = 10.09 m².



Pk=1+300
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.81 m³. VP FIRME = 100.91 m³.
 S. D TIERRA = 640.67 m². VP D TIERRA = 6176.36 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m². VP SUELO SEL 1 = 38.15 m³.
 S. FIRME = 10.09 m².



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
 E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS
 DE LA CRUZ

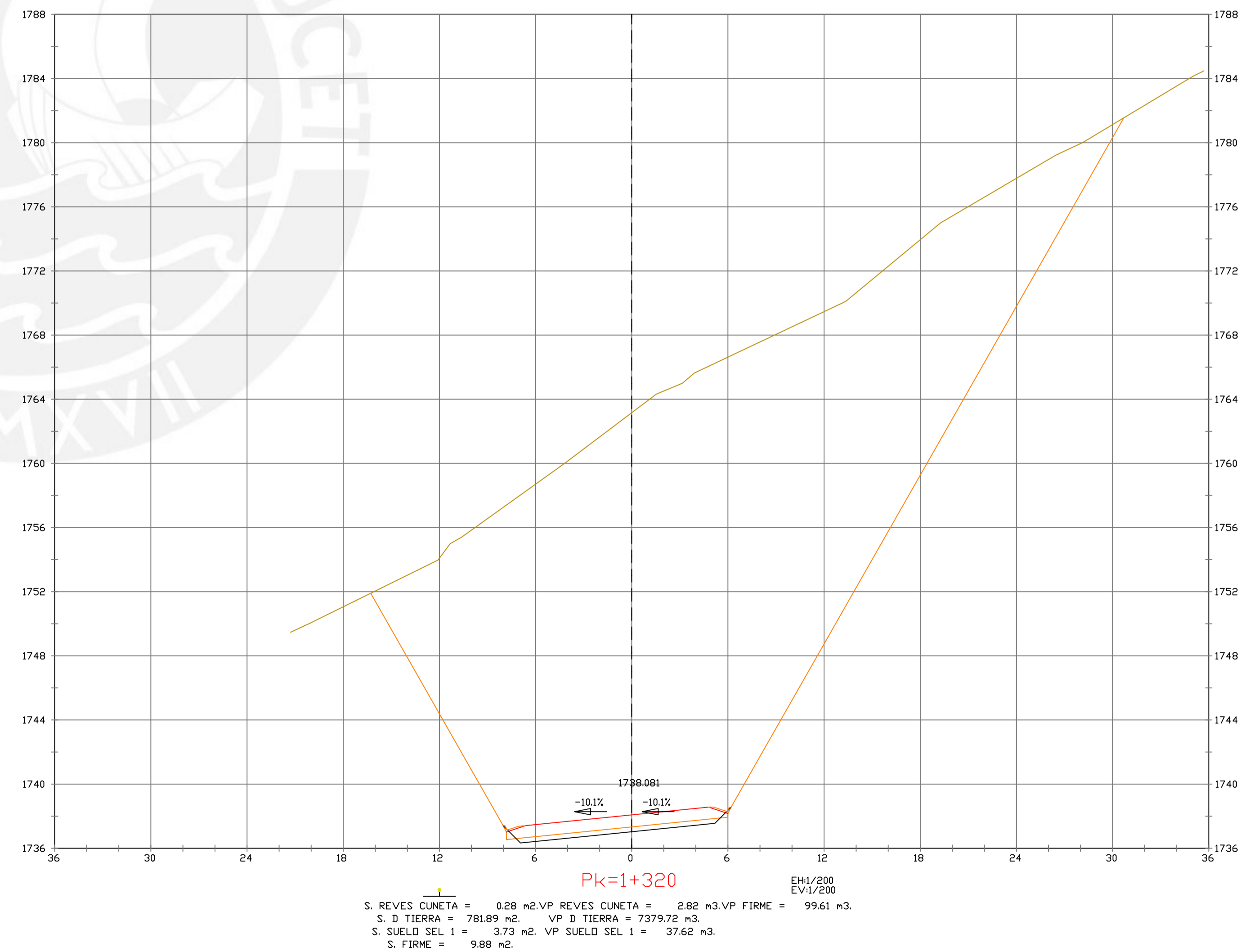
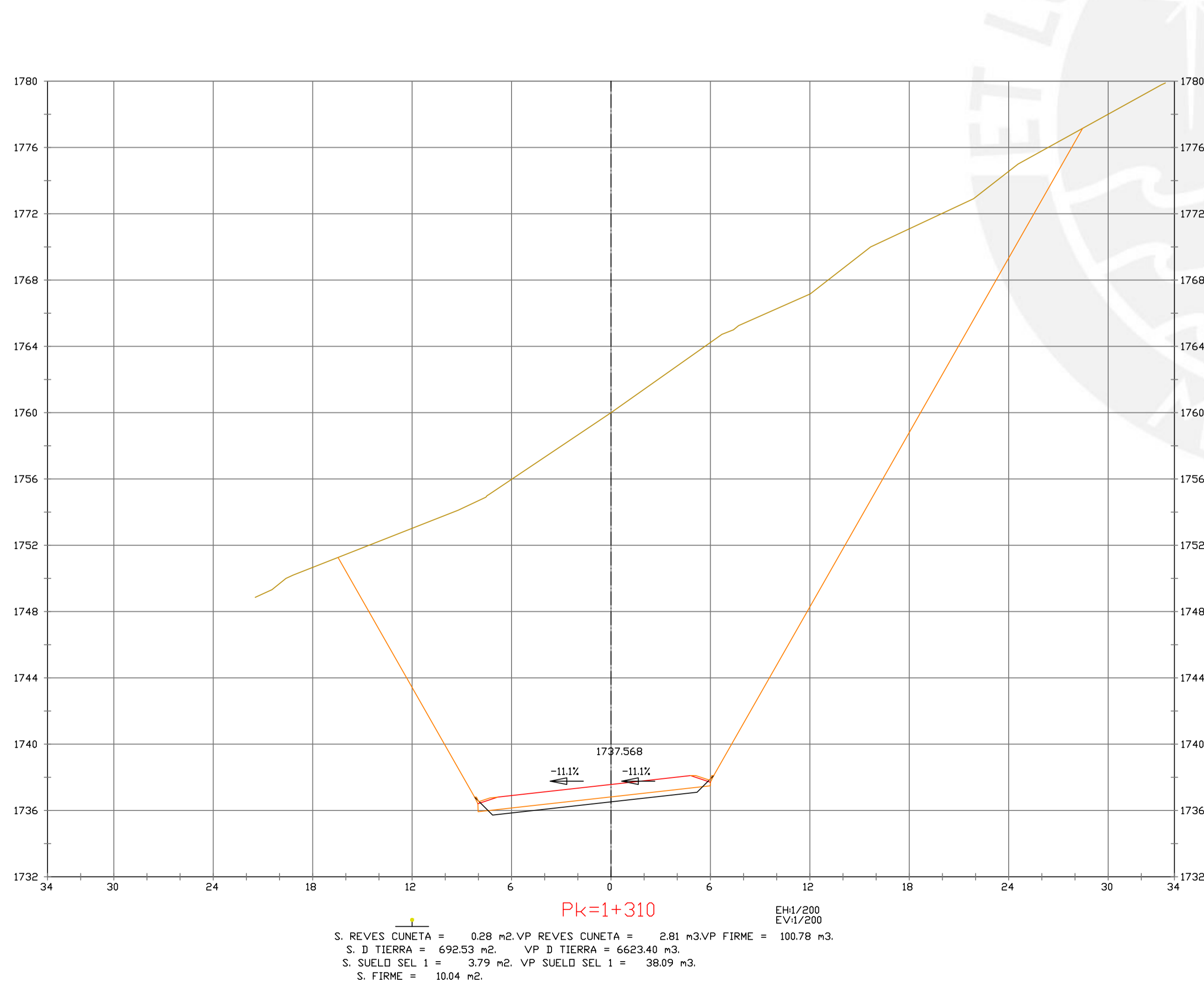
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

NOMBRE PLANO :
 SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
 06/12/2021

TESIS DE PREGRADO 11



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS
DE LA CRUZ

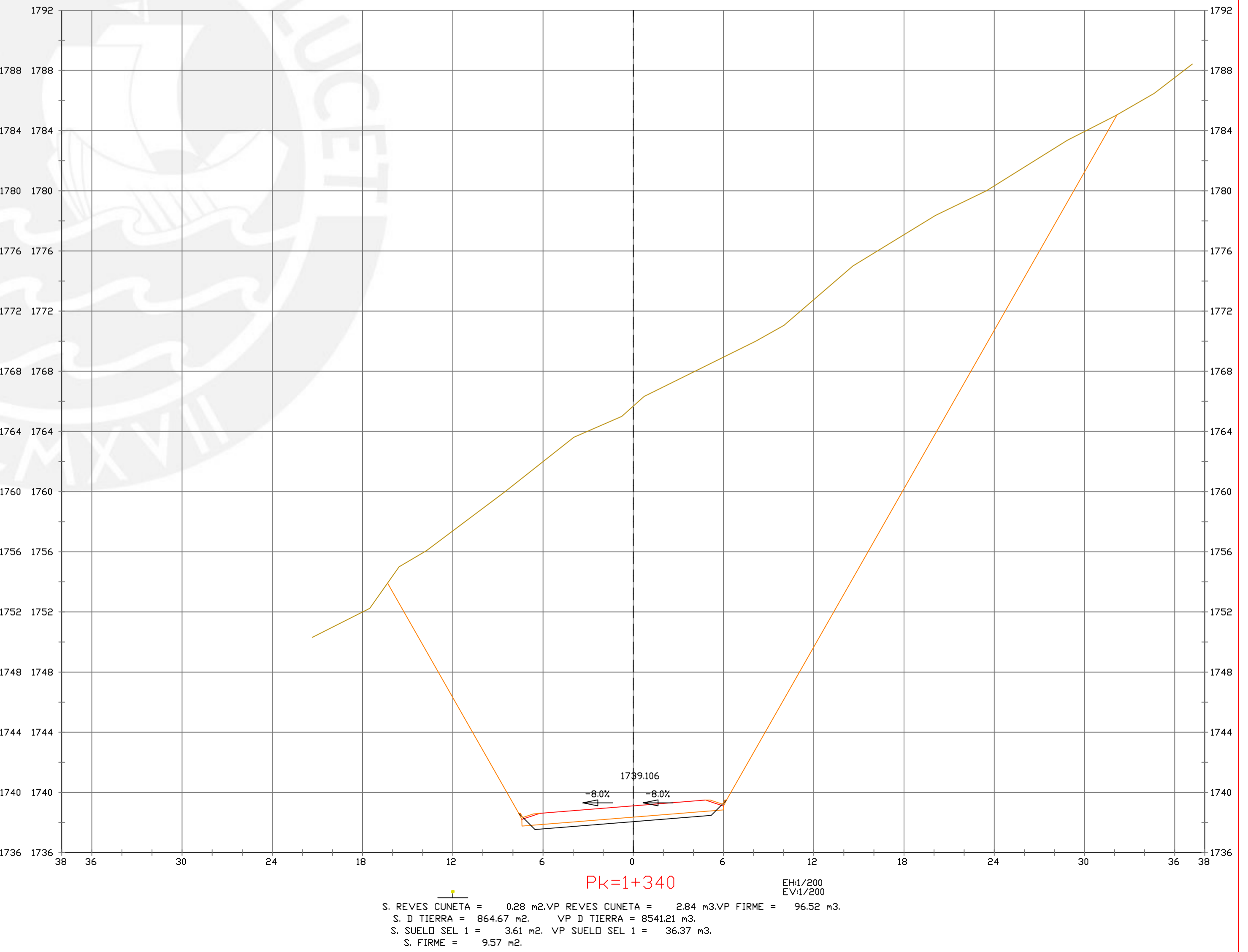
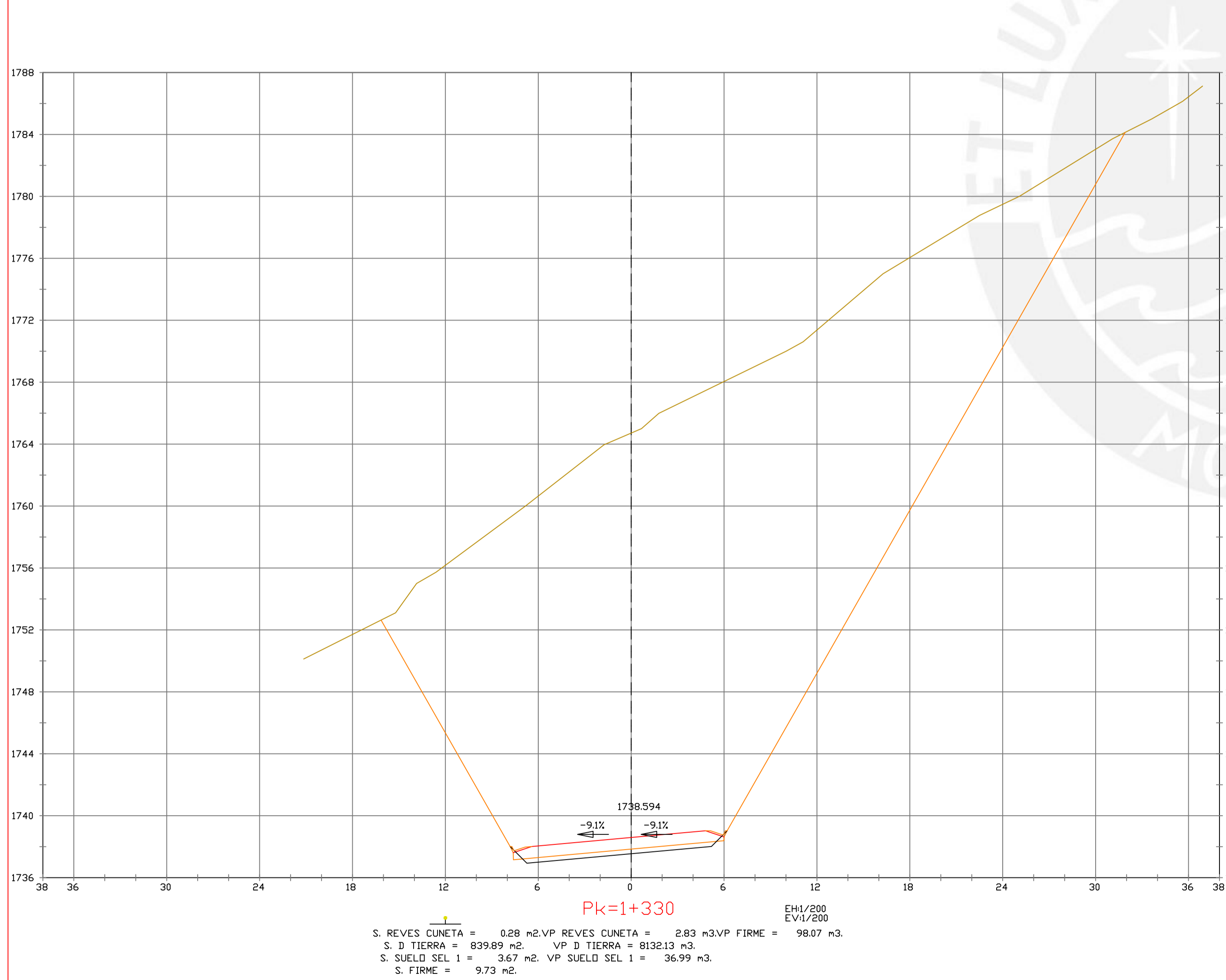
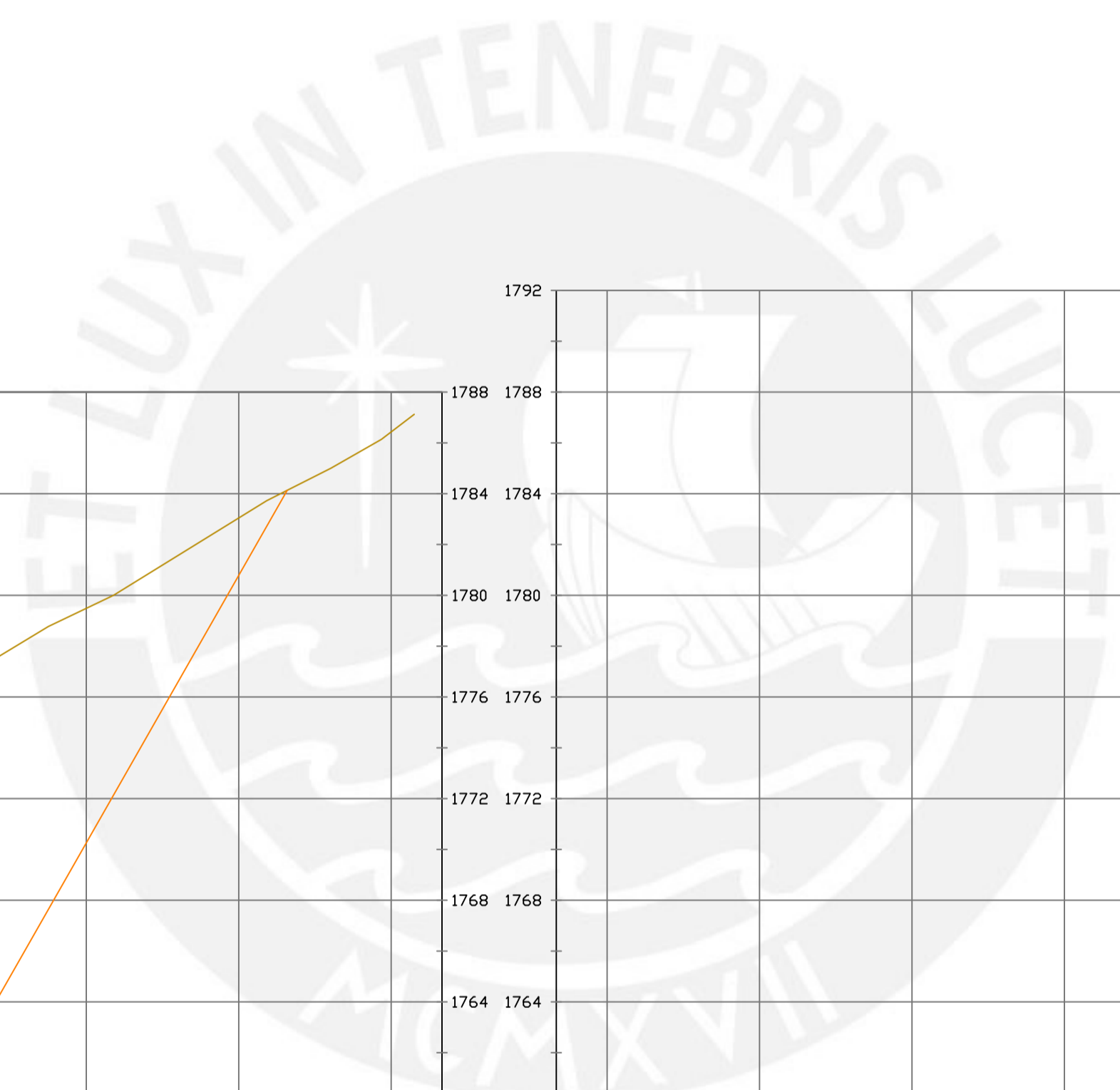
ESCALAS
HORIZONTAL 1 : 1000
VERTICAL 1 : 200
ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
DE CACLIC A LUYA
AMAZONAS

NOMBRE PLANO :
SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
06/12/2021

TESIS DE
PREGRADO 12



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS
DE LA CRUZ

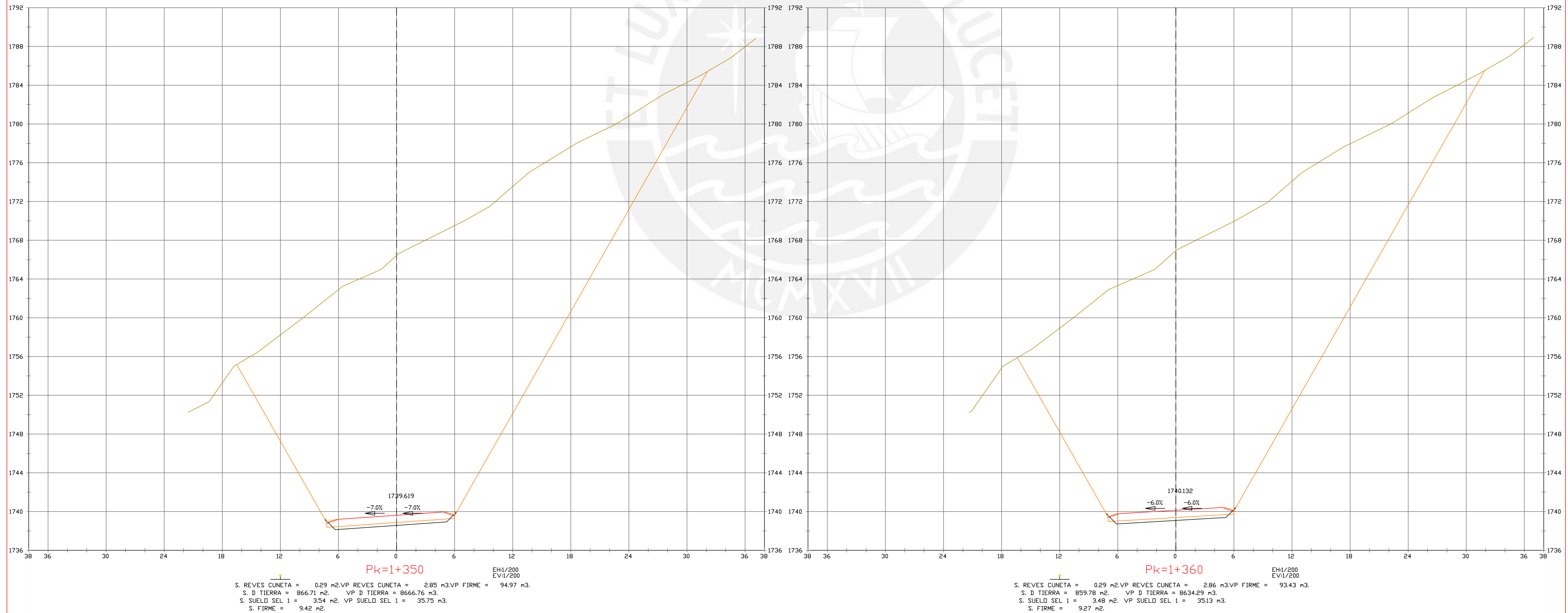
ESCALAS
HORIZONTAL 1 : 1000
VERTICAL 1 : 200
ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
DE CACLIC A LUYA
AMAZONAS

NOMBRE PLANO :
SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
06/12/2021

TESIS DE PREGRADO 13



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS
DE LA CRUZ

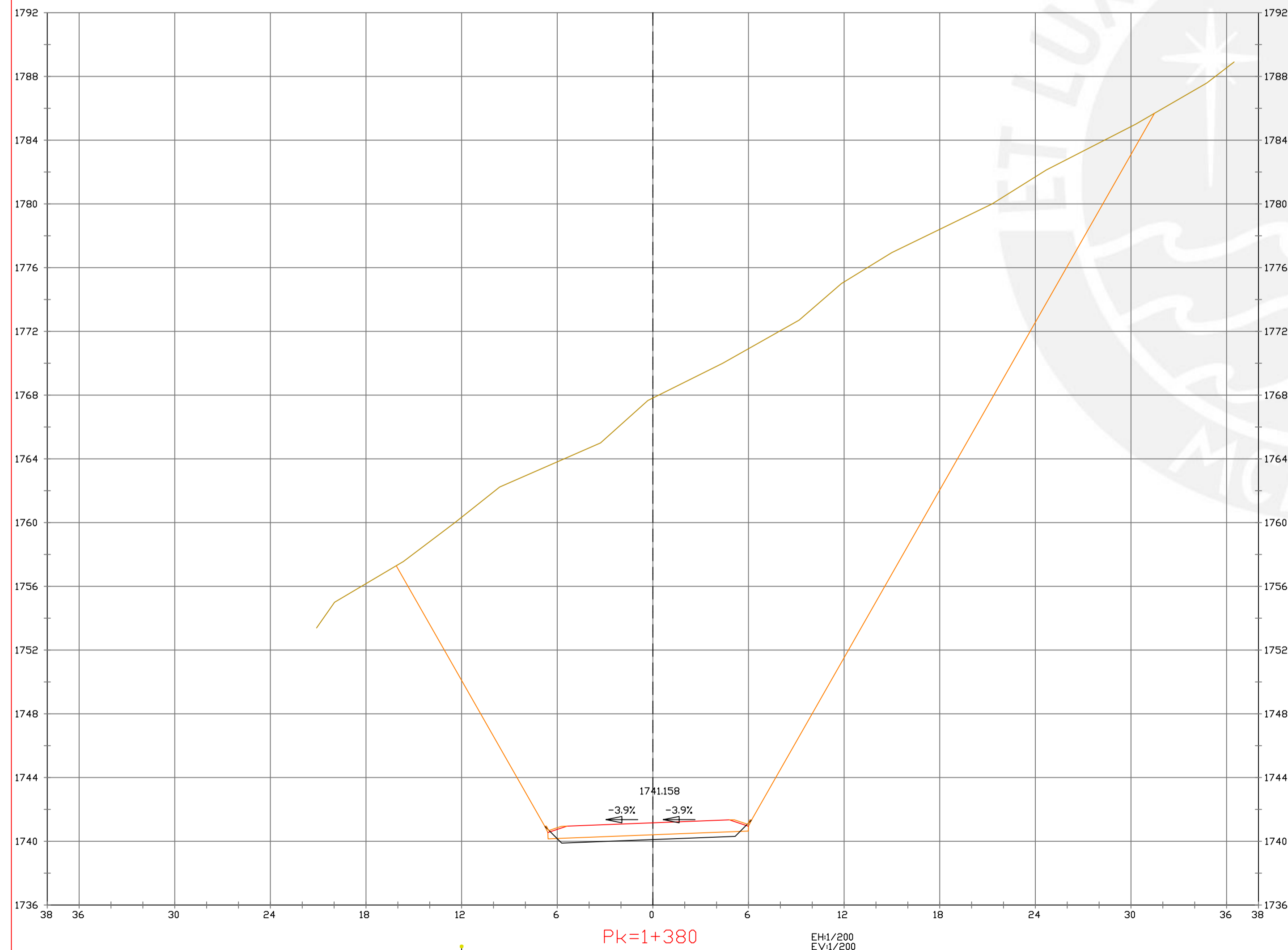
ESCALAS
HORIZONTAL 1 : 1000
VERTICAL 1 : 200
ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
DE CACLIC A LUYA
AMAZONAS

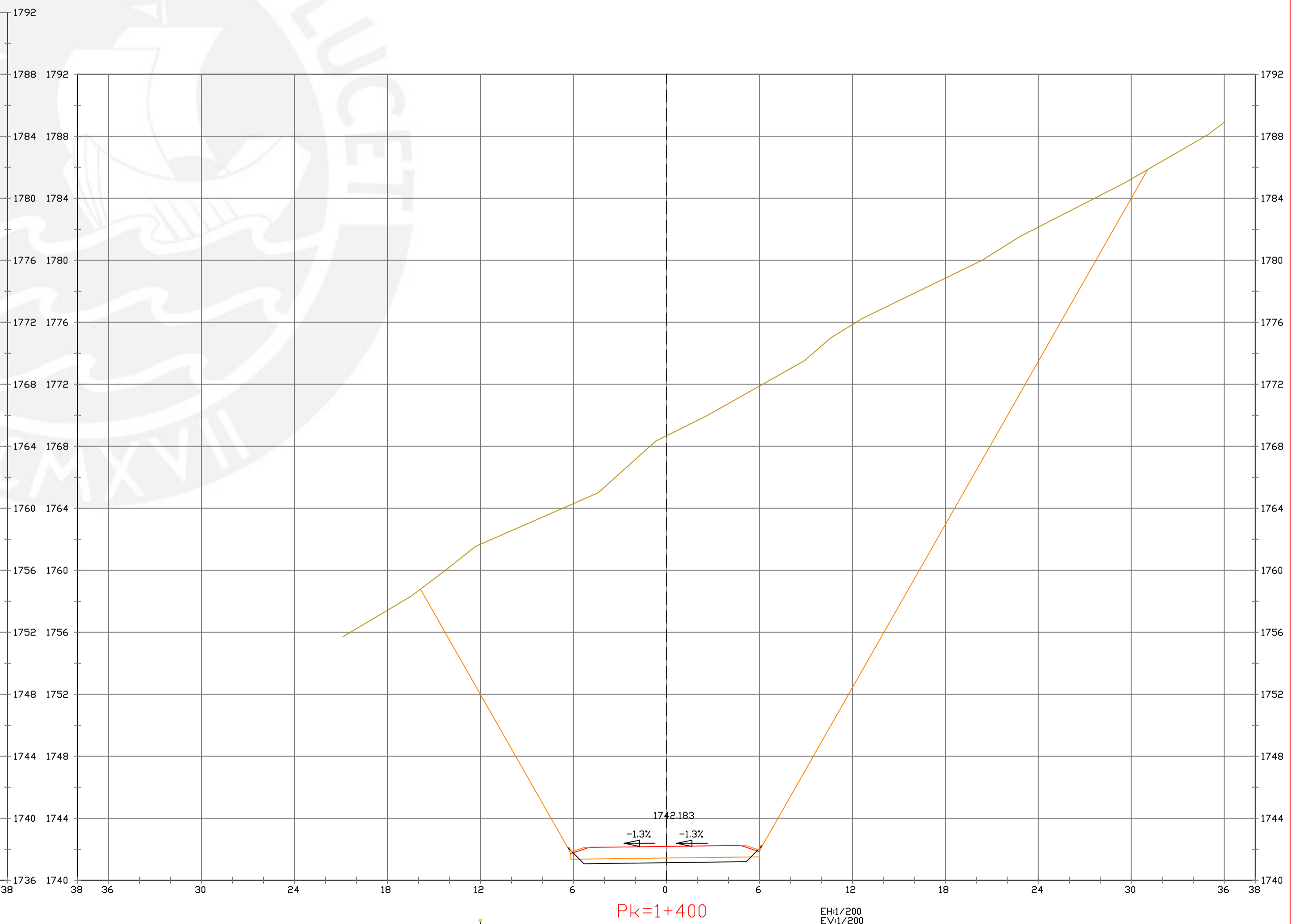
NOMBRE PLANO :
SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
06/12/2021

TESIS DE PREGRADO 14



S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 5.74 m³. VP FIRME = 182.21 m³.
 S. D TIERRA = 842.72 m². VP D TIERRA = 17024.96 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.36 m². VP SUELO SEL 1 = 68.38 m³.
 S. FIRME = 8.96 m².



S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 5.77 m³. VP FIRME = 176.03 m³.
 S. D TIERRA = 823.31 m². VP D TIERRA = 16660.34 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.23 m². VP SUELO SEL 1 = 65.90 m³.
 S. FIRME = 8.65 m².



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

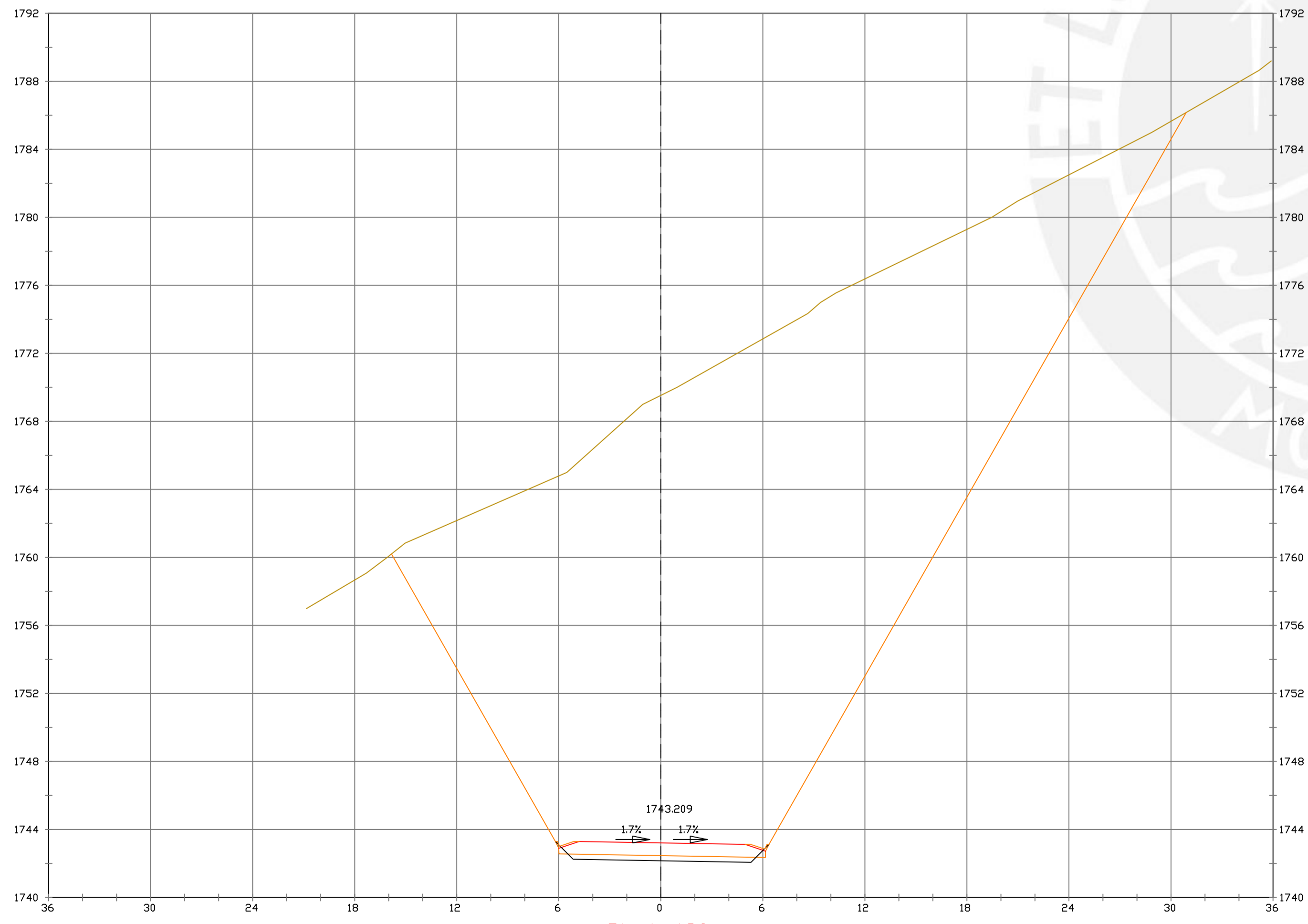
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

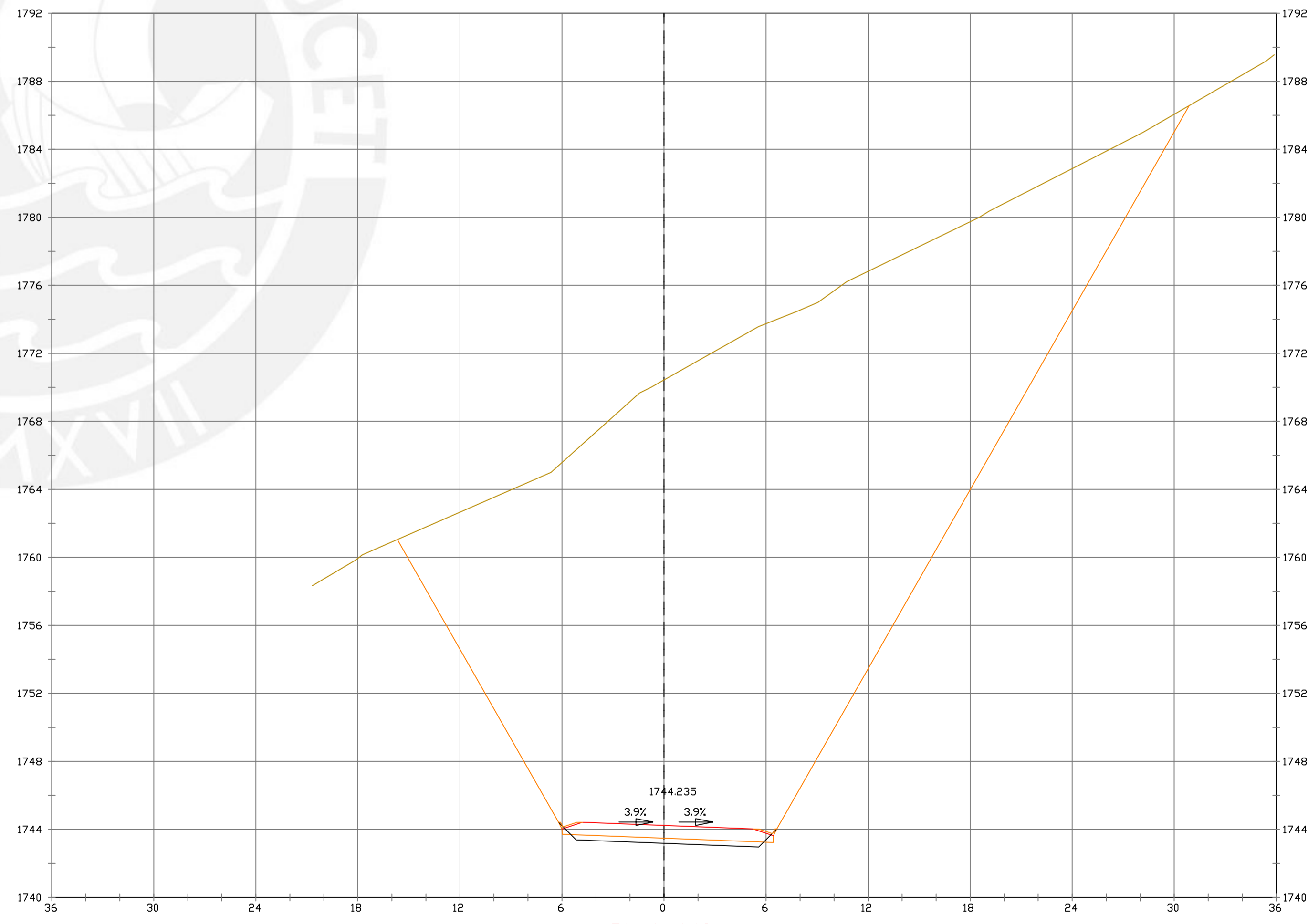
NOMBRE PLANO :
 SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
 06/12/2021

TESIS DE PREGRADO 15



Pk=1+420
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETAS = 0.29 m². VP REVES CUNETAS = 5.79 m³. VP FIRME = 172.82 m³.
 S. D TIERRA = 812.71 m². VP D TIERRA = 16360.27 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.23 m². VP SUELO SEL 1 = 64.61 m³.
 S. FIRME = 8.64 m².



Pk=1+440
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETAS = 0.29 m². VP REVES CUNETAS = 5.77 m³. VP FIRME = 174.78 m³.
 S. D TIERRA = 806.23 m². VP D TIERRA = 16189.40 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.31 m². VP SUELO SEL 1 = 65.39 m³.
 S. FIRME = 8.84 m².



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

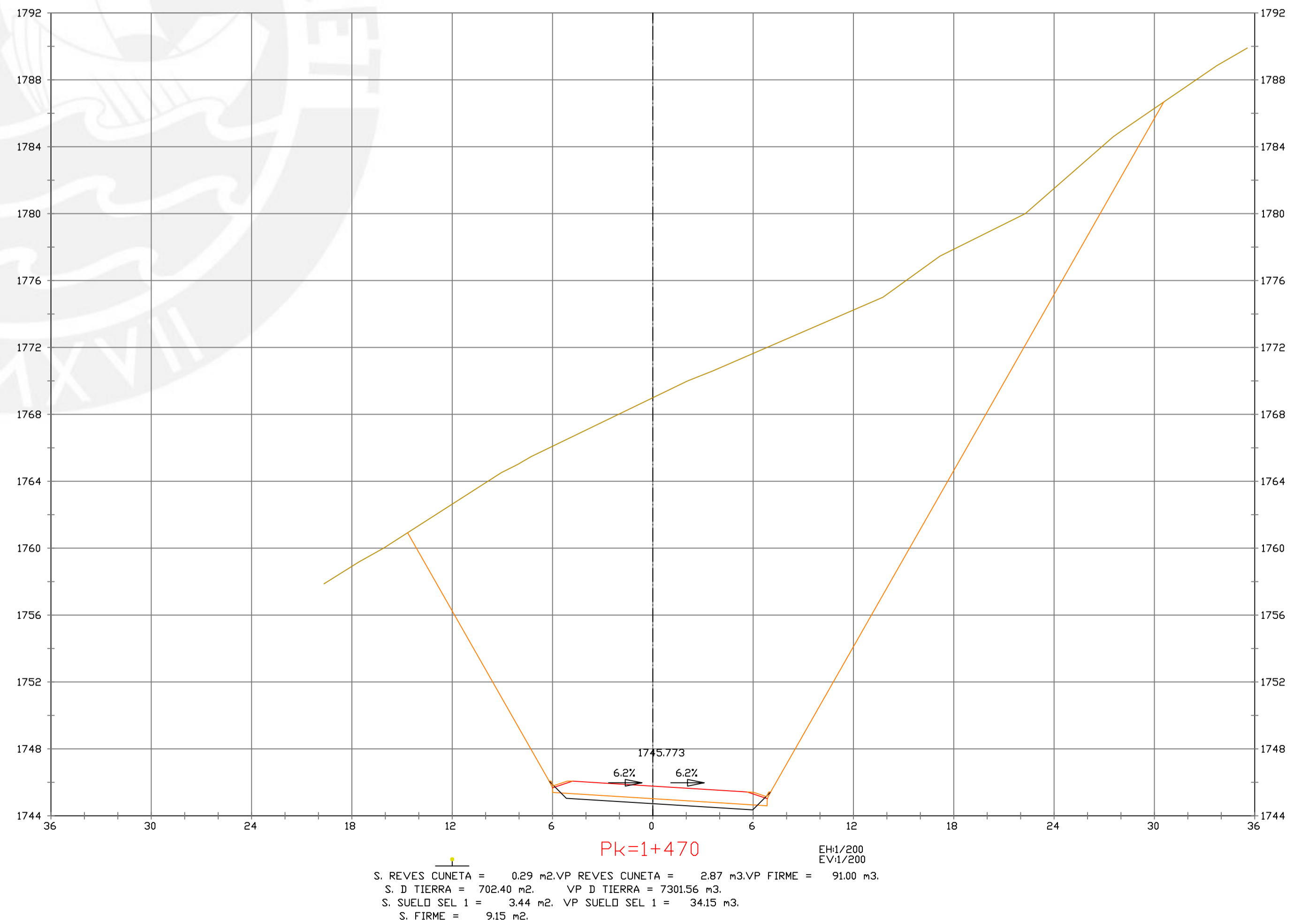
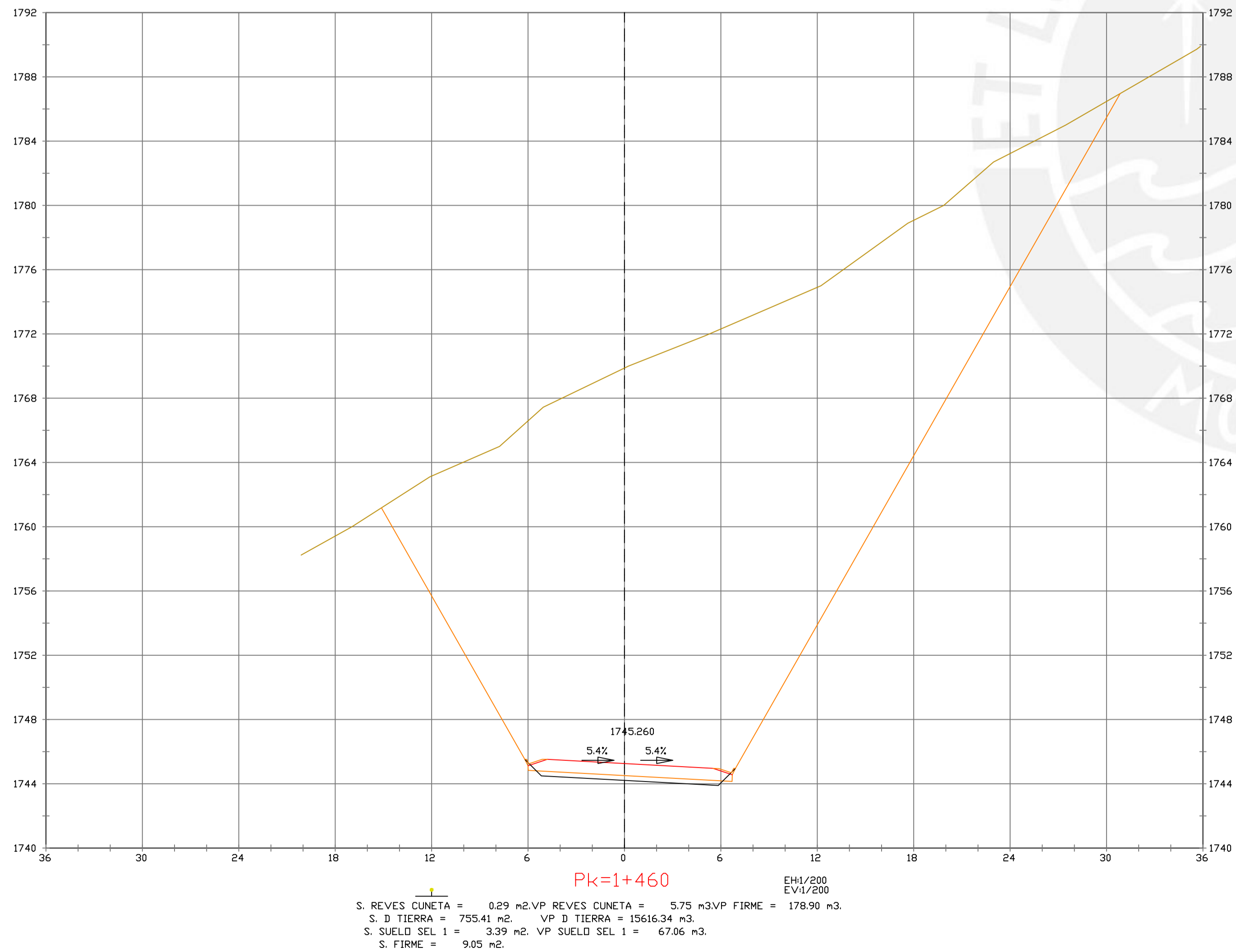
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

NOMBRE PLANO :
 SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
 06/12/2021

TESIS DE PREGRADO 16



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

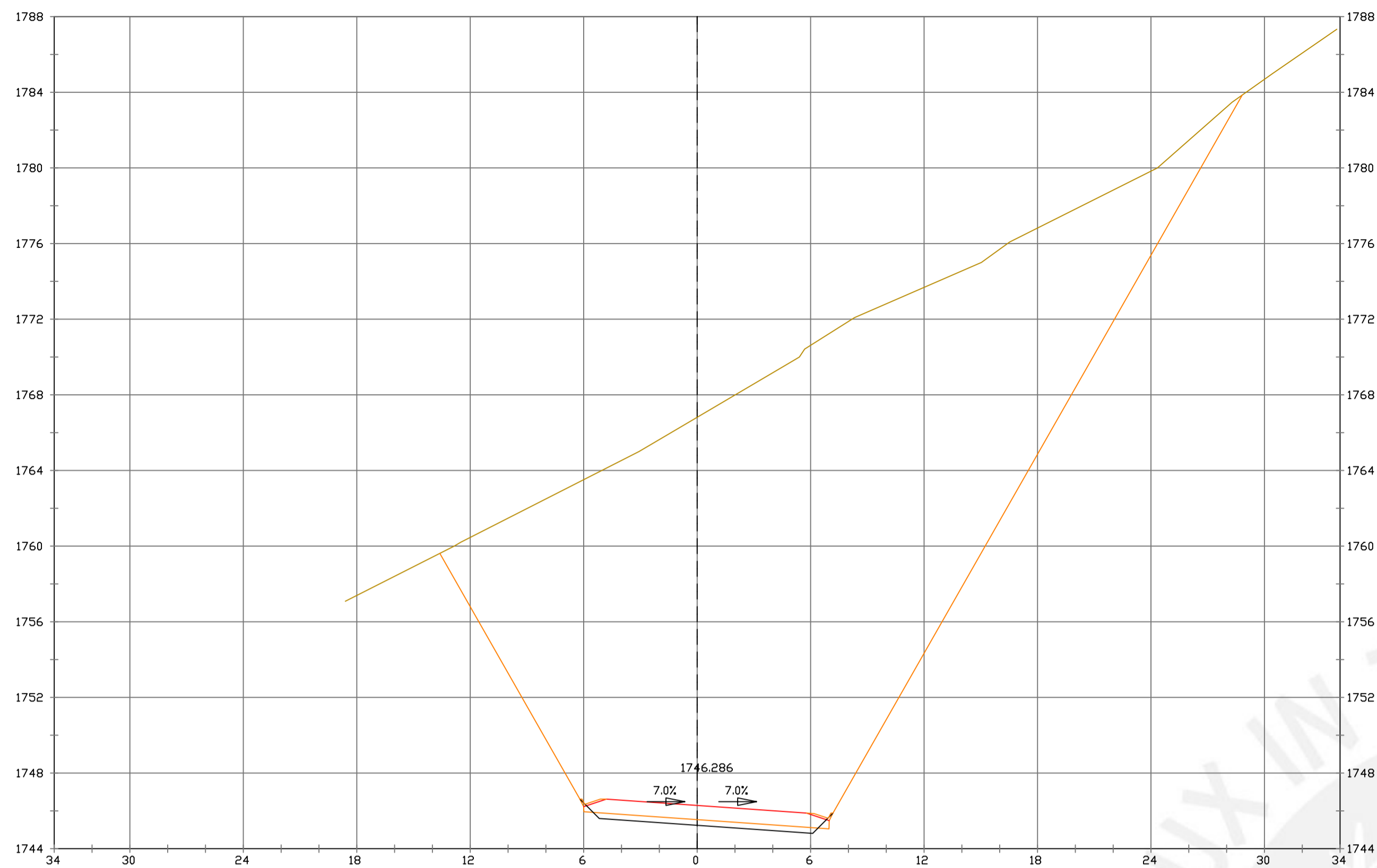
ESCALAS
HORIZONTAL 1 : 1000
VERTICAL 1 : 200
ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
DE CACLIC A LUYA
AMAZONAS

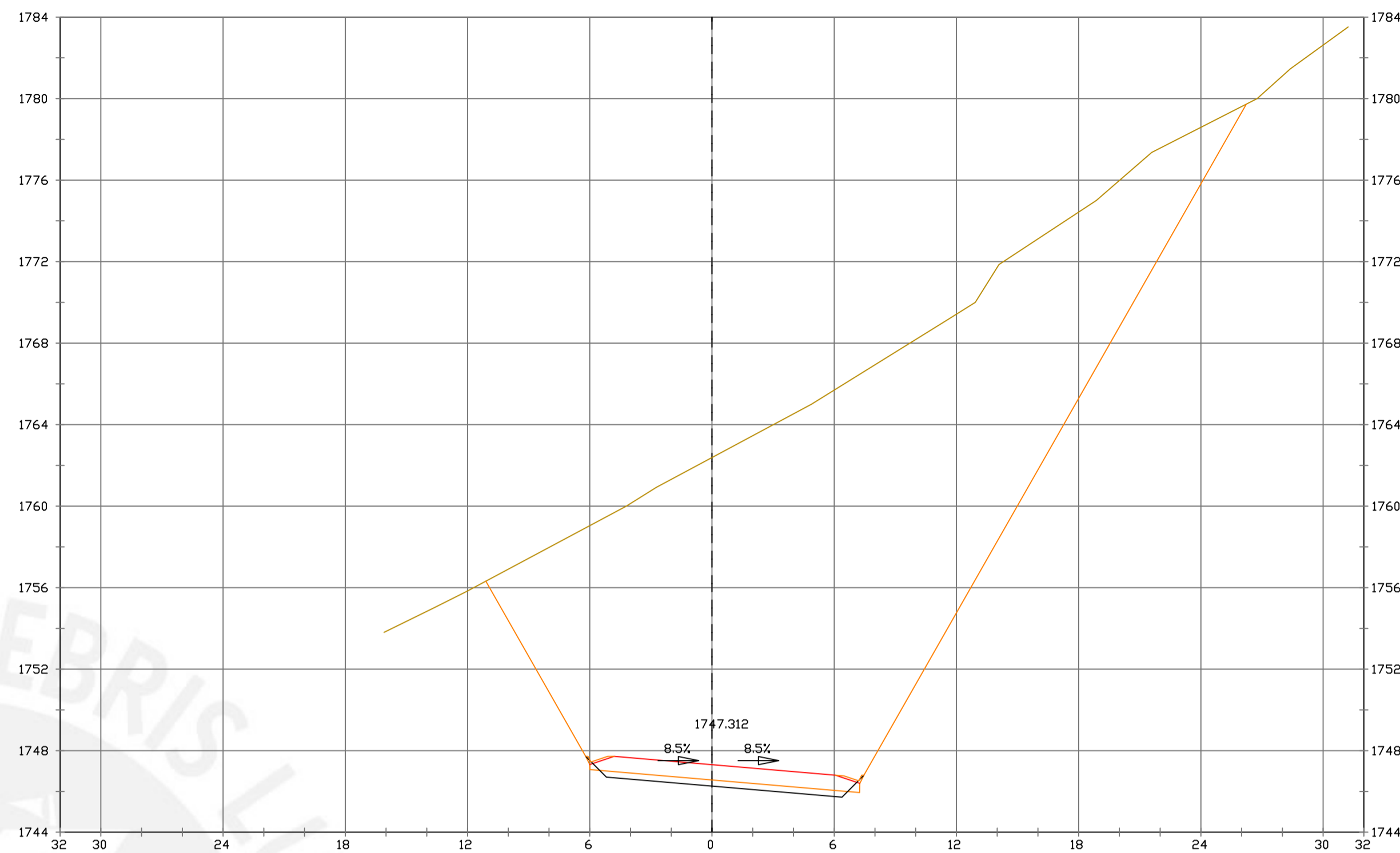
NOMBRE PLANO :
SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
06/12/2021

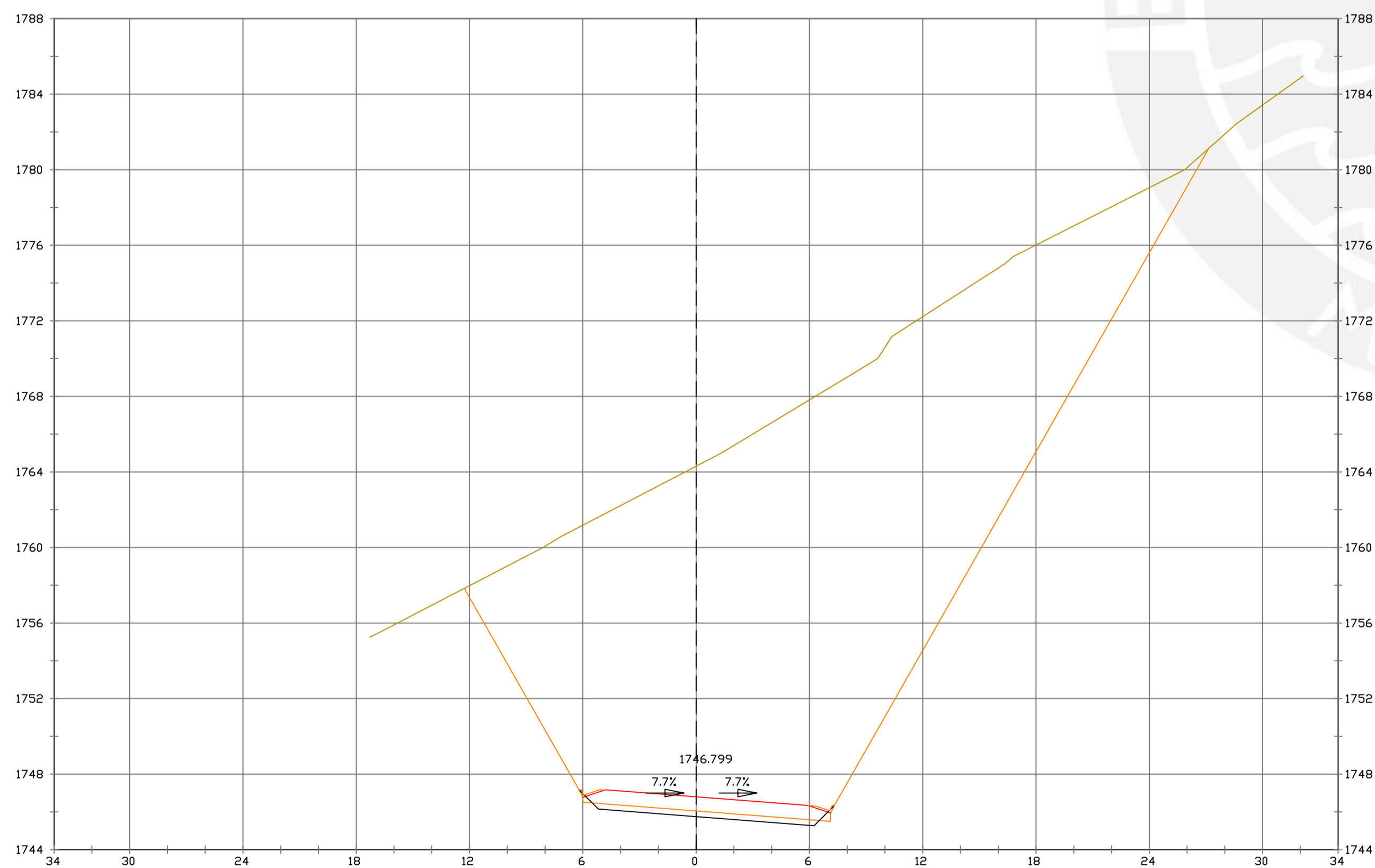
TESIS DE
PREGRADO 17



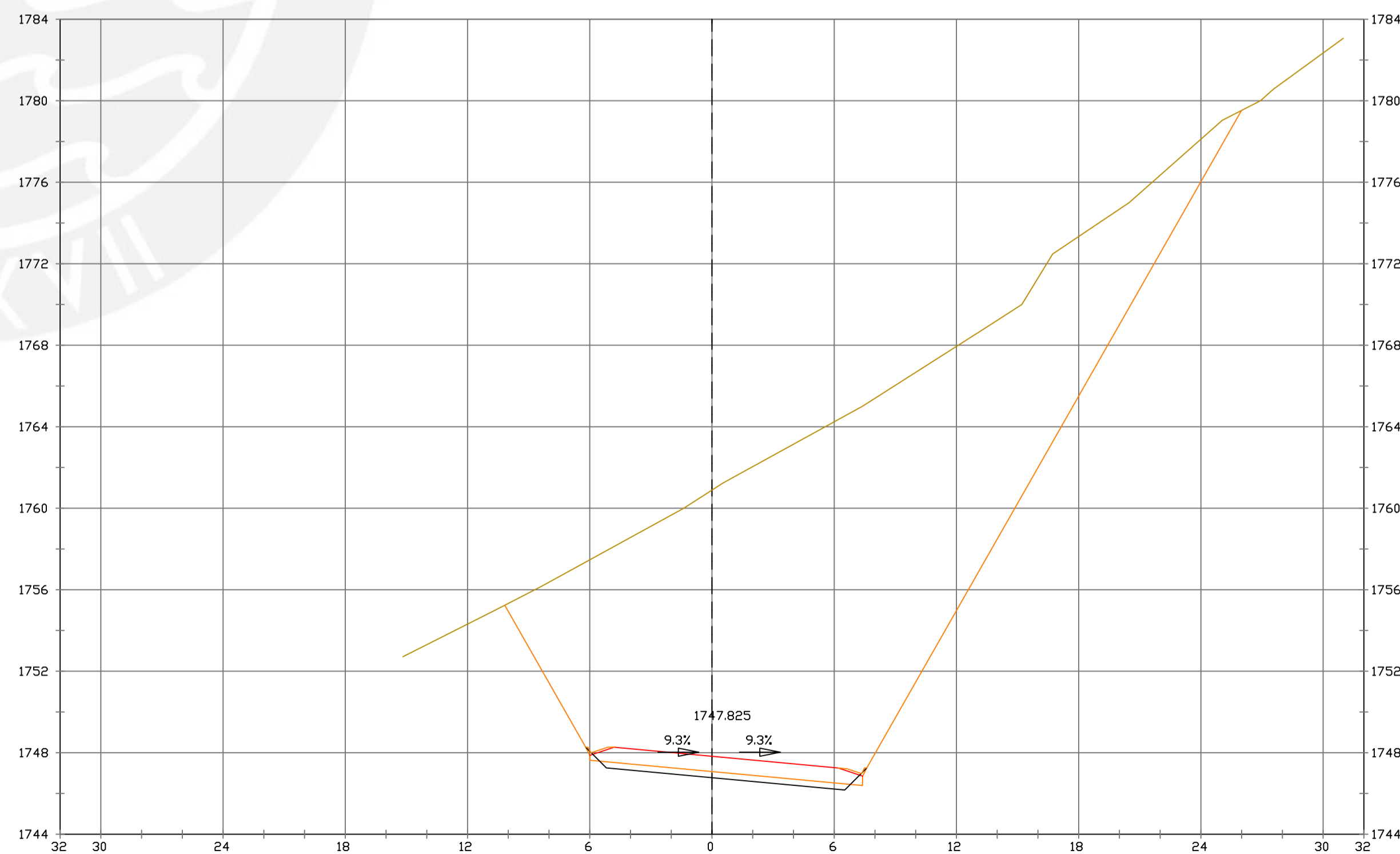
Pk=1+480
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.86 m³. VP FIRME = 92.03 m³.
 S. D TIERRA = 616.72 m². VP D TIERRA = 6610.03 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.48 m². VP SUELO SEL 1 = 34.56 m³.
 S. FIRME = 9.25 m².



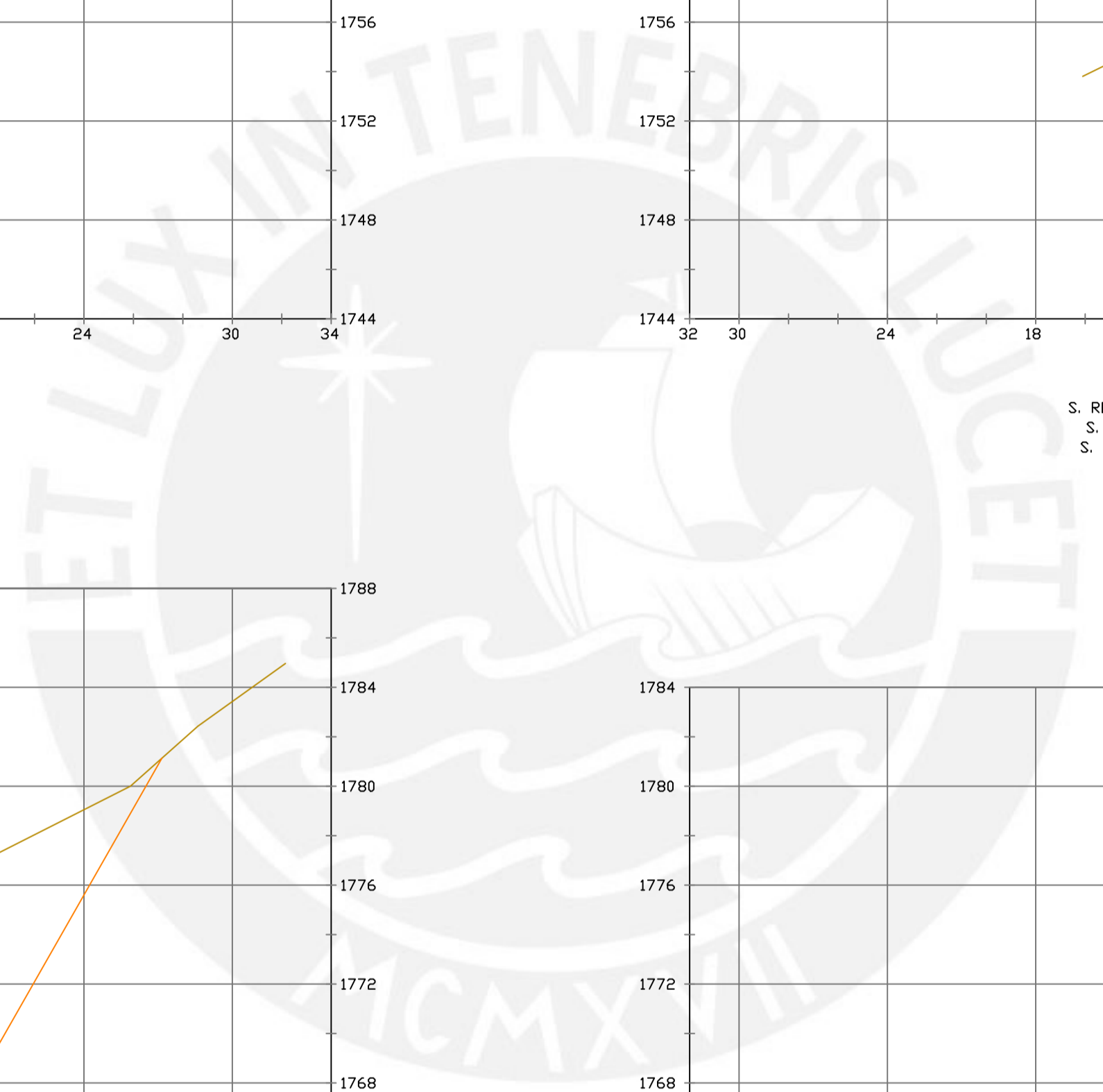
Pk=1+500
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.85 m³. VP FIRME = 94.09 m³.
 S. D TIERRA = 442.98 m². VP D TIERRA = 4832.17 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.56 m². VP SUELO SEL 1 = 35.40 m³.
 S. FIRME = 9.46 m².



Pk=1+490
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.85 m³. VP FIRME = 93.06 m³.
 S. D TIERRA = 525.17 m². VP D TIERRA = 5707.64 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.52 m². VP SUELO SEL 1 = 34.98 m³.
 S. FIRME = 9.36 m².



Pk=1+510
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.84 m³. VP FIRME = 95.12 m³.
 S. D TIERRA = 377.37 m². VP D TIERRA = 4089.32 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.60 m². VP SUELO SEL 1 = 35.81 m³.
 S. FIRME = 9.56 m².



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

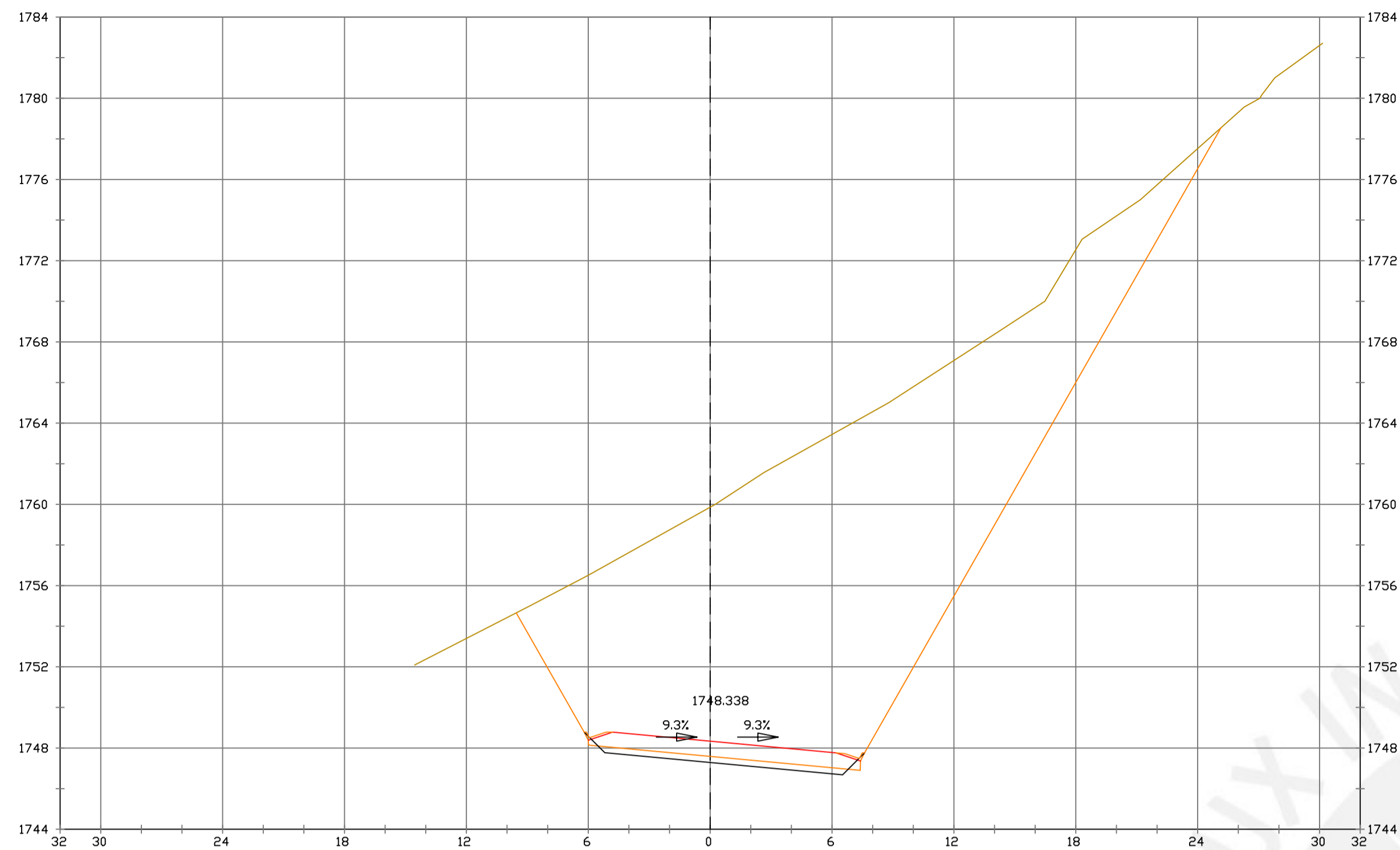
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA DE CACLIC A LUYA AMAZONAS

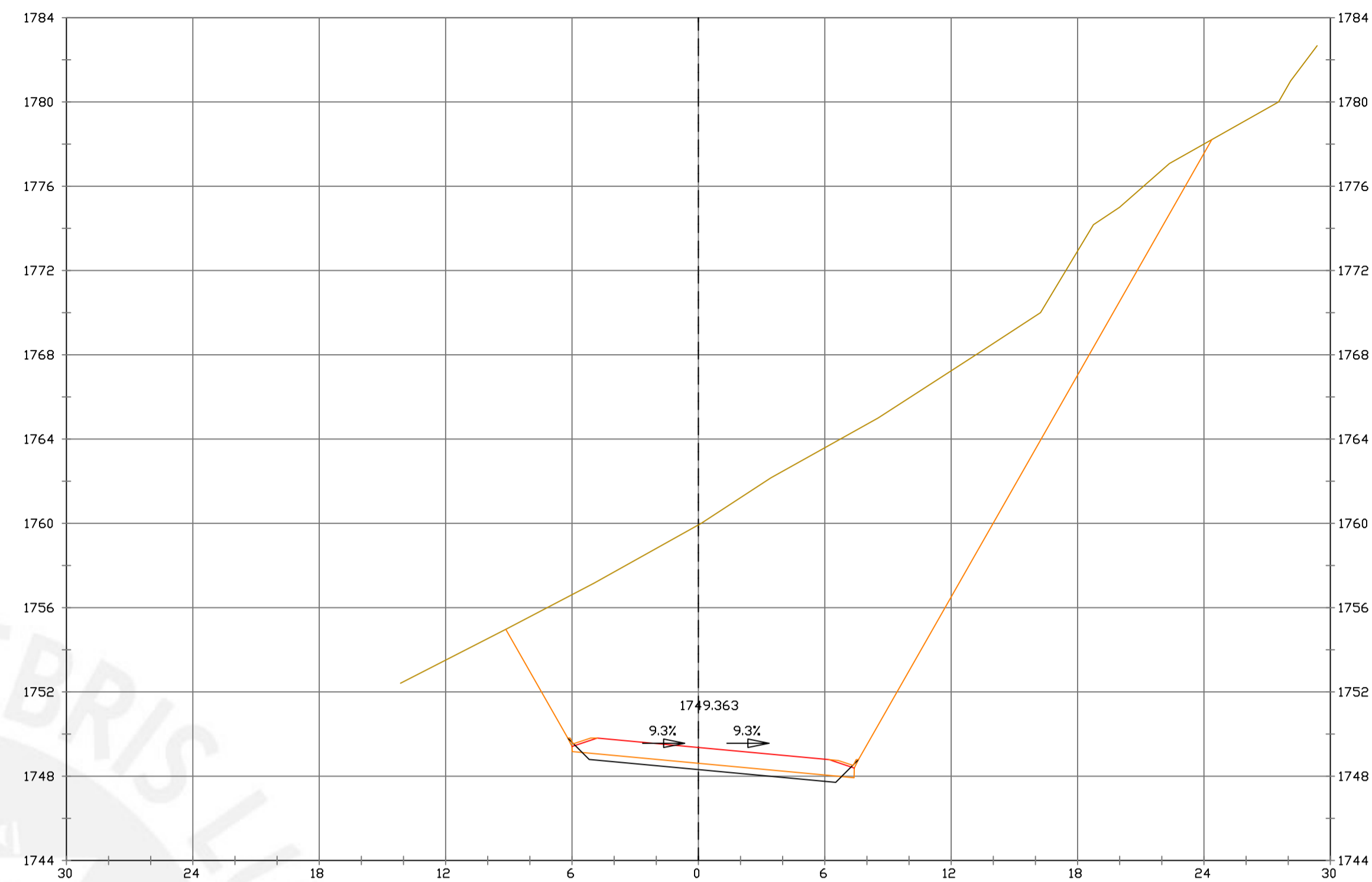
NOMBRE PLANO : SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 06/12/2021

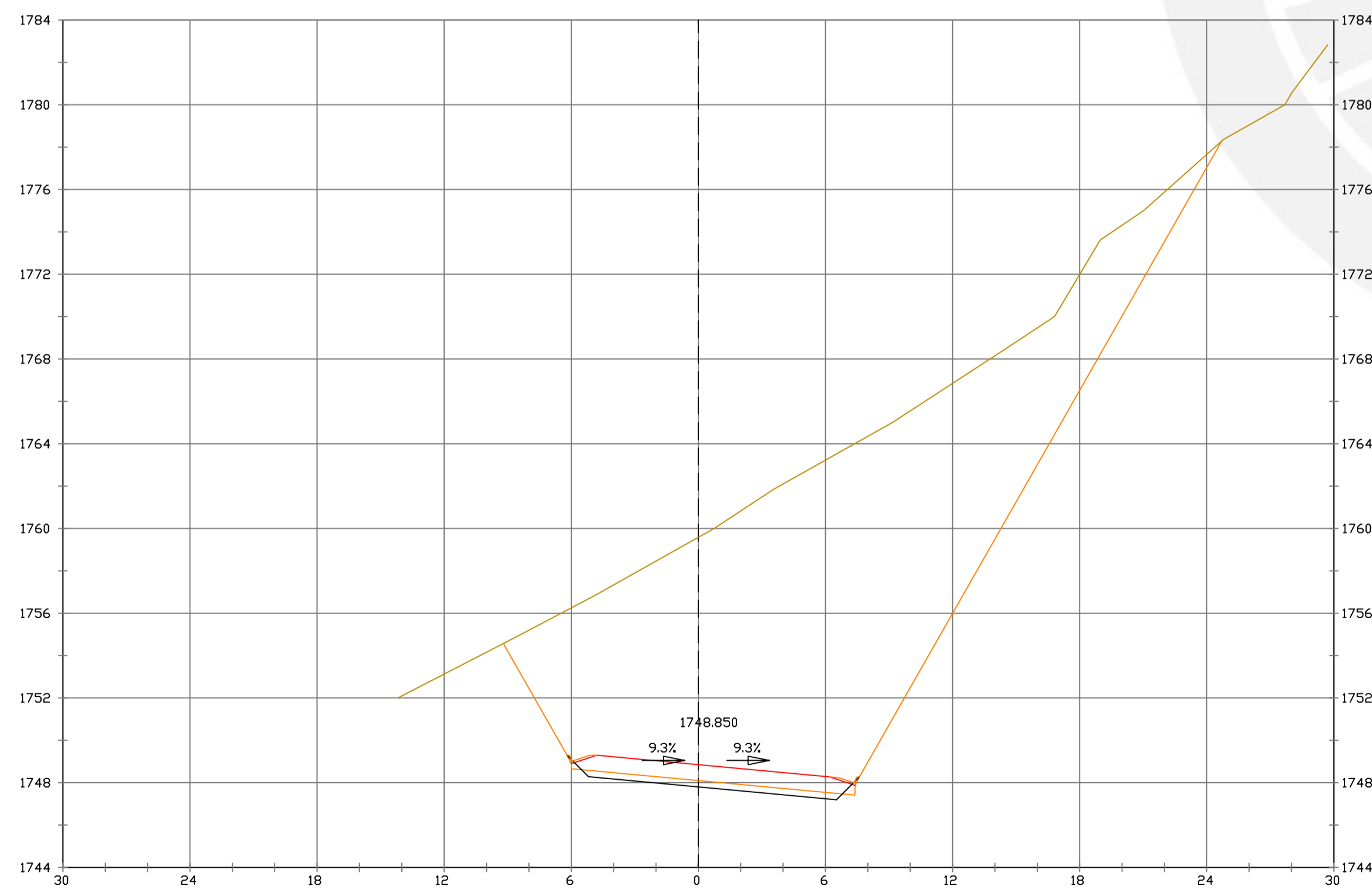
TESIS DE PREGRADO 18



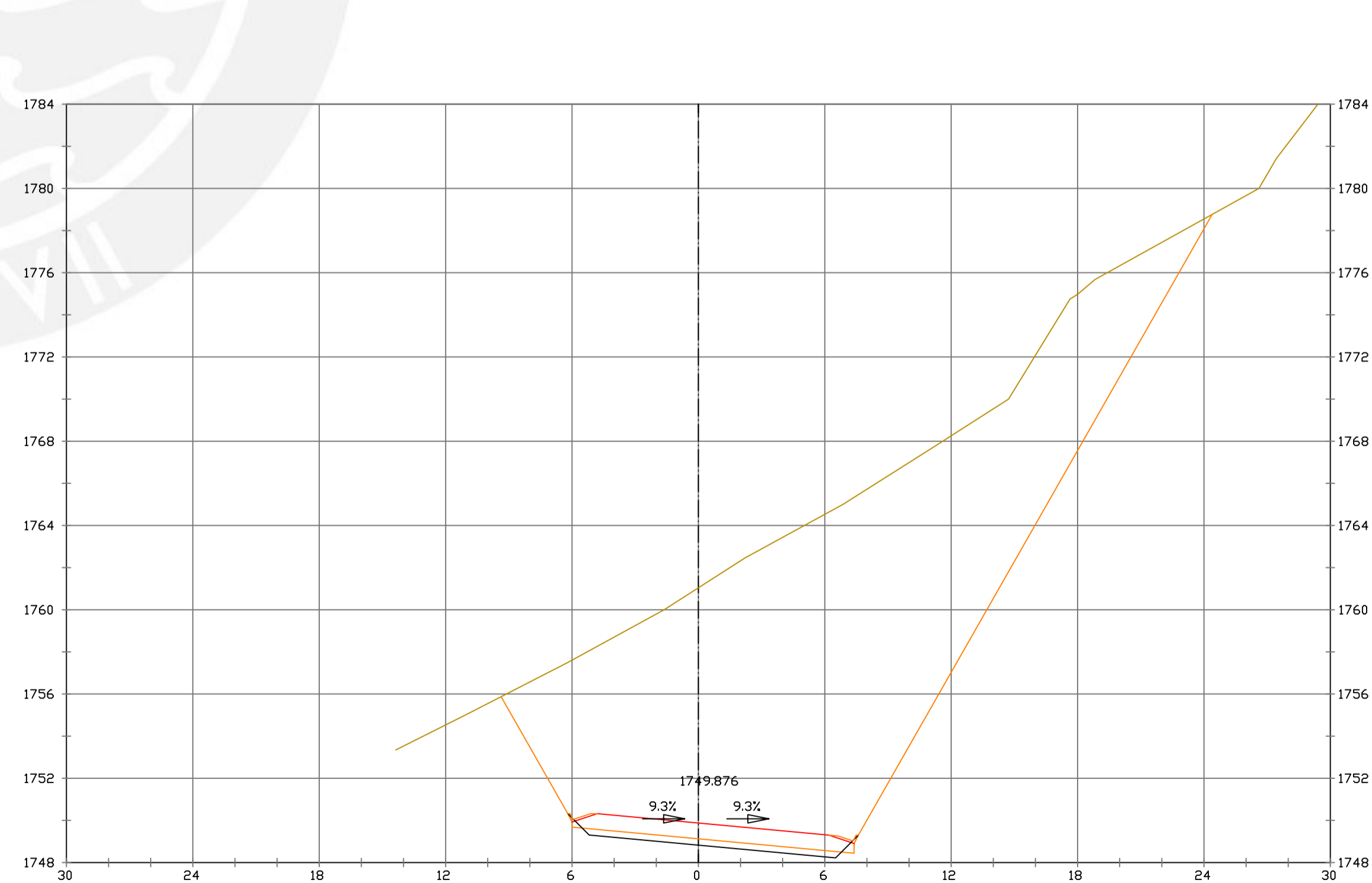
Pk=1+520 EHI/200 EV1/200
 S. REVES CUNETAS = 0.28 m². VP REVES CUNETAS = 2.84 m³. VP FIRME = 95.66 m³.
 S. D TIERRA = 328.67 m². VP D TIERRA = 3515.00 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.60 m². VP SUELO SEL 1 = 36.03 m³.
 S. FIRME = 9.57 m².



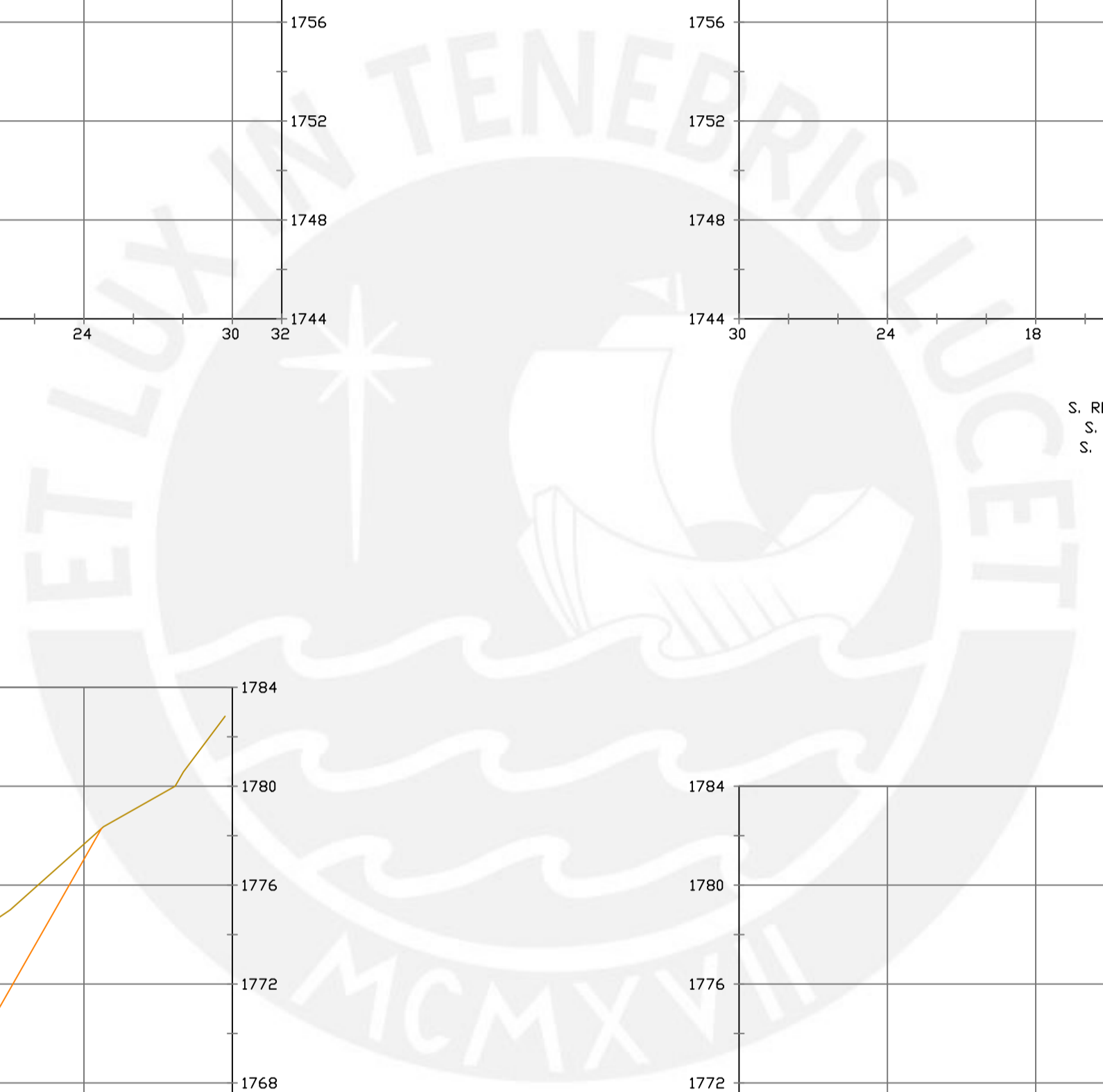
Pk=1+540 EHI/200 EV1/200
 S. REVES CUNETAS = 0.28 m². VP REVES CUNETAS = 2.84 m³. VP FIRME = 95.66 m³.
 S. D TIERRA = 302.60 m². VP D TIERRA = 3019.83 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.60 m². VP SUELO SEL 1 = 36.03 m³.
 S. FIRME = 9.57 m².



Pk=1+530 EHI/200 EV1/200
 S. REVES CUNETAS = 0.28 m². VP REVES CUNETAS = 2.84 m³. VP FIRME = 95.66 m³.
 S. D TIERRA = 304.14 m². VP D TIERRA = 3149.26 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.60 m². VP SUELO SEL 1 = 36.03 m³.
 S. FIRME = 9.57 m².



Pk=1+550 EHI/200 EV1/200
 S. REVES CUNETAS = 0.28 m². VP REVES CUNETAS = 2.84 m³. VP FIRME = 95.66 m³.
 S. D TIERRA = 322.73 m². VP D TIERRA = 3113.57 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.60 m². VP SUELO SEL 1 = 36.03 m³.
 S. FIRME = 9.56 m².



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

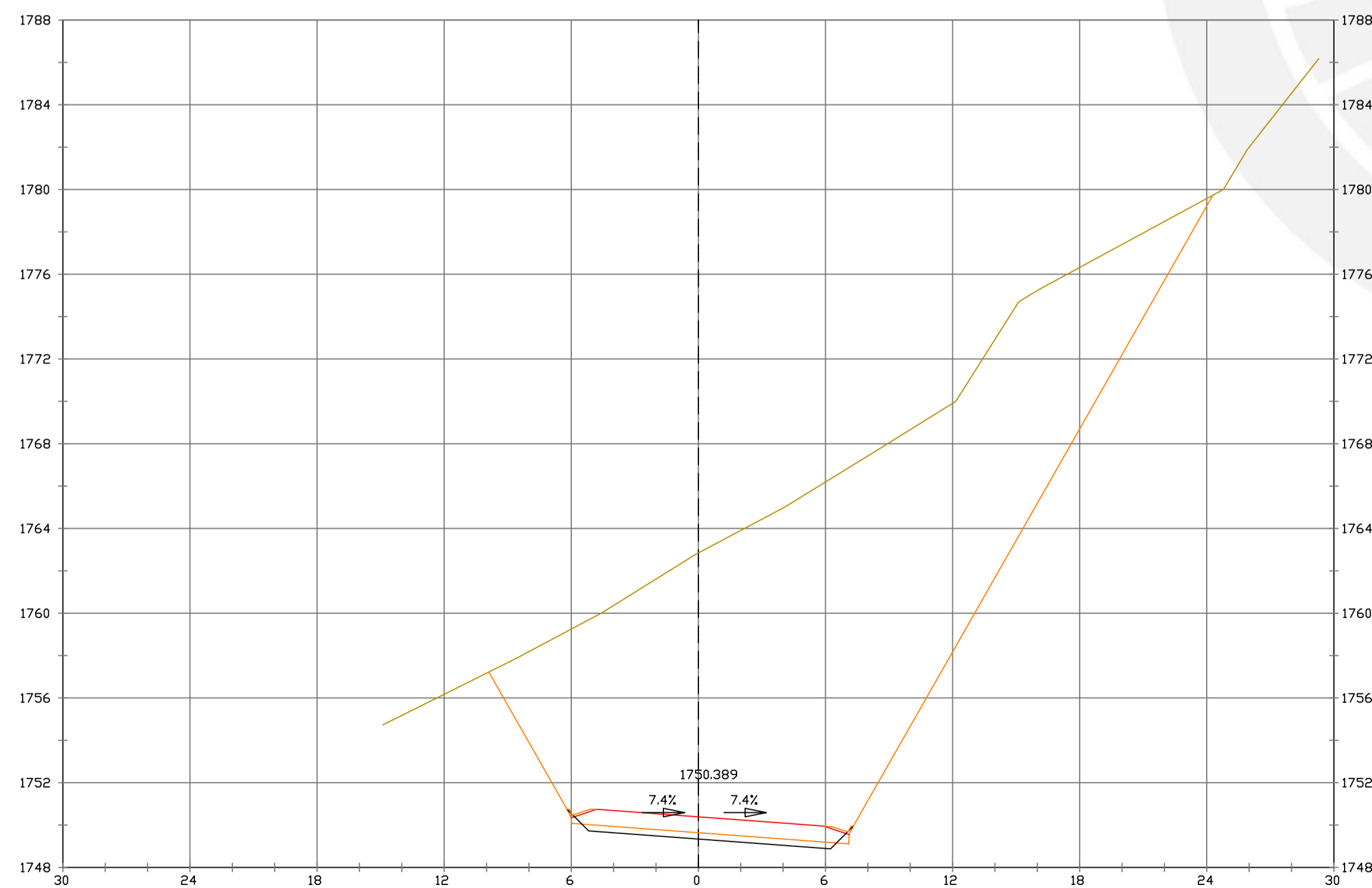
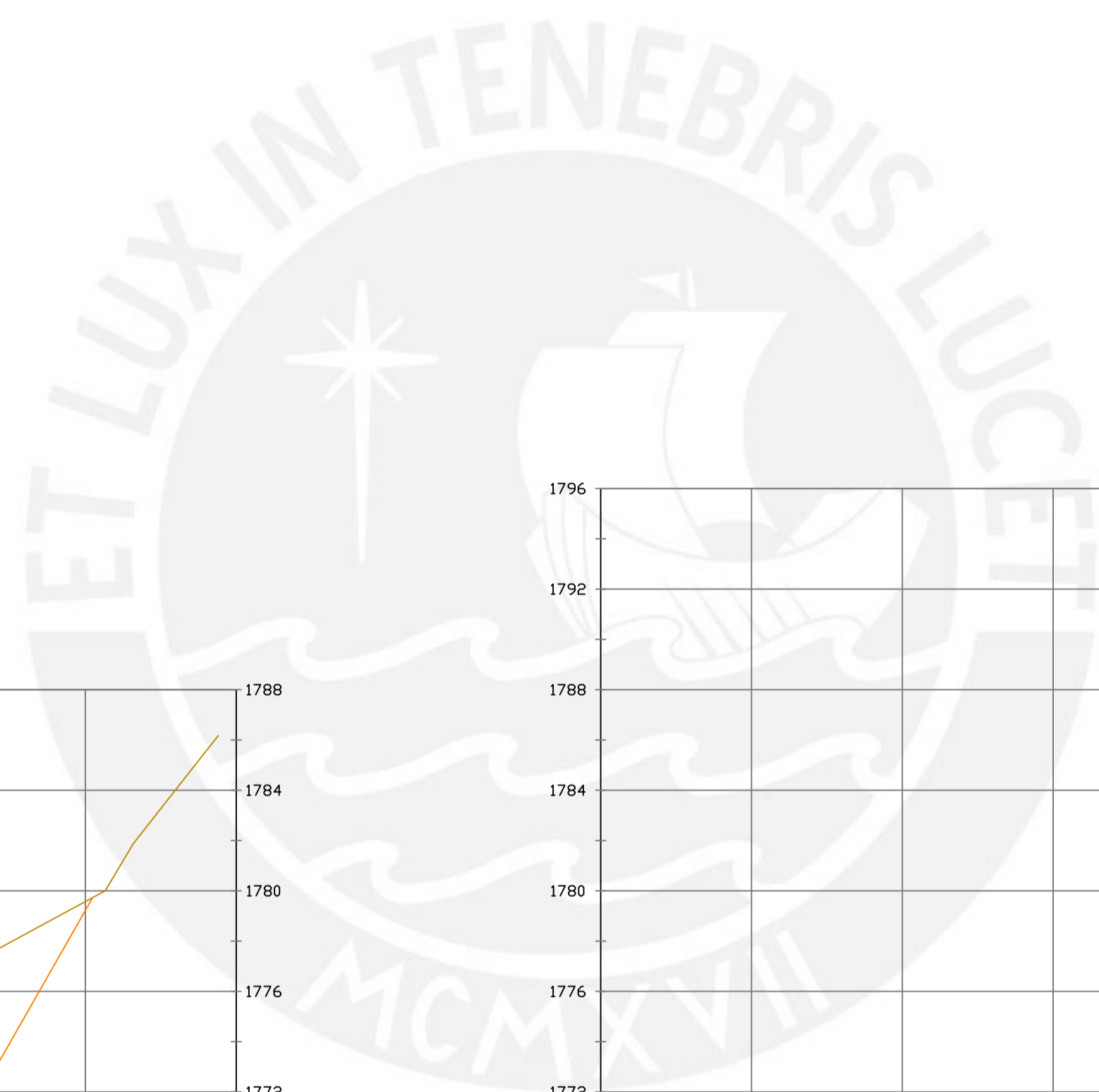
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA DE CACLIC A LUYA AMAZONAS

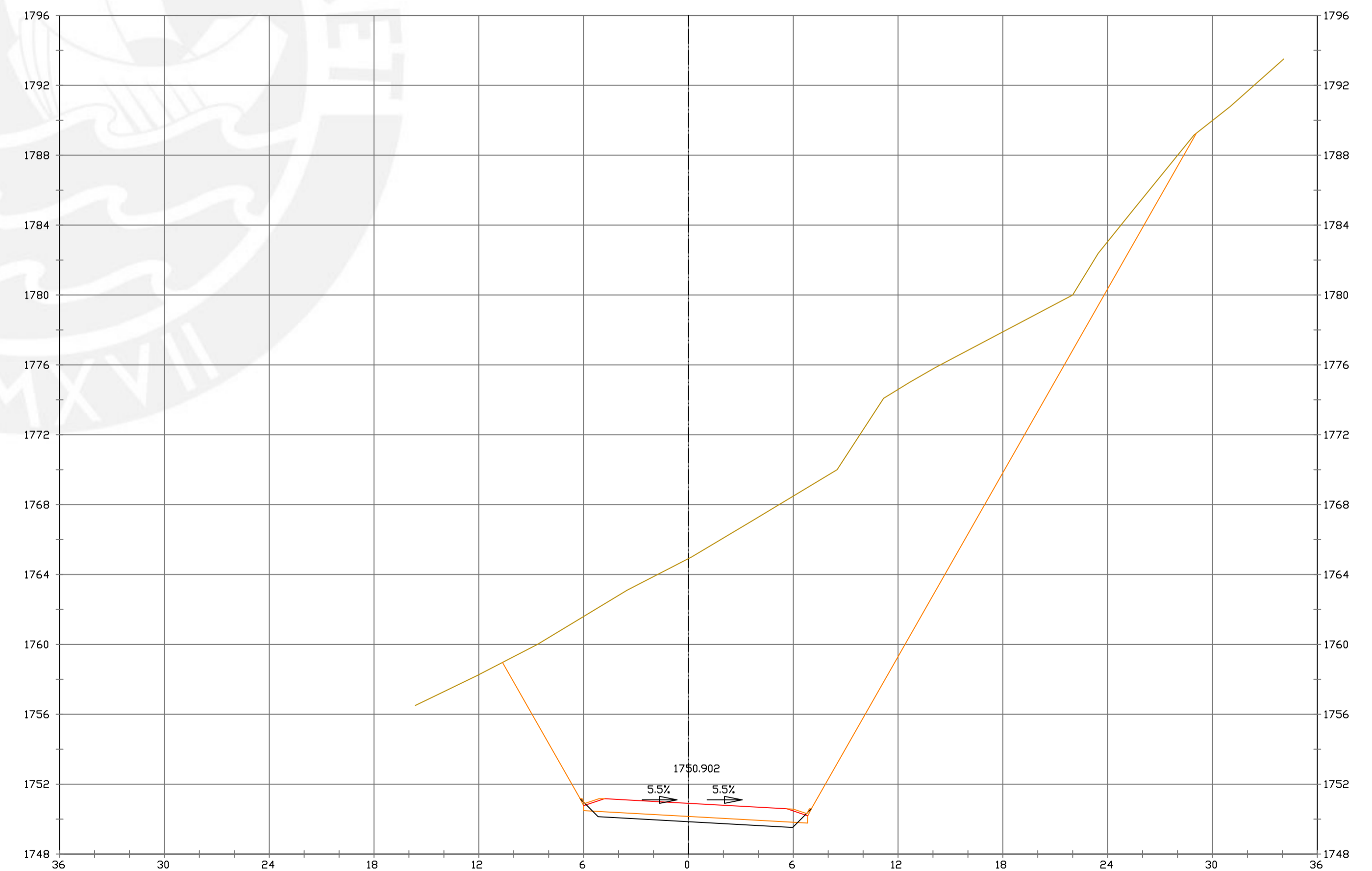
NOMBRE PLANO : SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 06/12/2021

TESIS DE PREGRADO 19



Pk=1+560
 EHI/200
 EVI/200
 S. REVES CUNETAS = 0.29 m². VP REVES CUNETAS = 2.85 m³. VP FIRME = 94.58 m³.
 S. D TIERRA = 354.01 m². VP D TIERRA = 3370.11 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.52 m². VP SUELO SEL 1 = 35.59 m³.
 S. FIRME = 9.35 m².



Pk=1+570
 EHI/200
 EVI/200
 S. REVES CUNETAS = 0.29 m². VP REVES CUNETAS = 2.86 m³. VP FIRME = 92.48 m³.
 S. D TIERRA = 414.65 m². VP D TIERRA = 3817.70 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.43 m². VP SUELO SEL 1 = 34.75 m³.
 S. FIRME = 9.14 m².



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

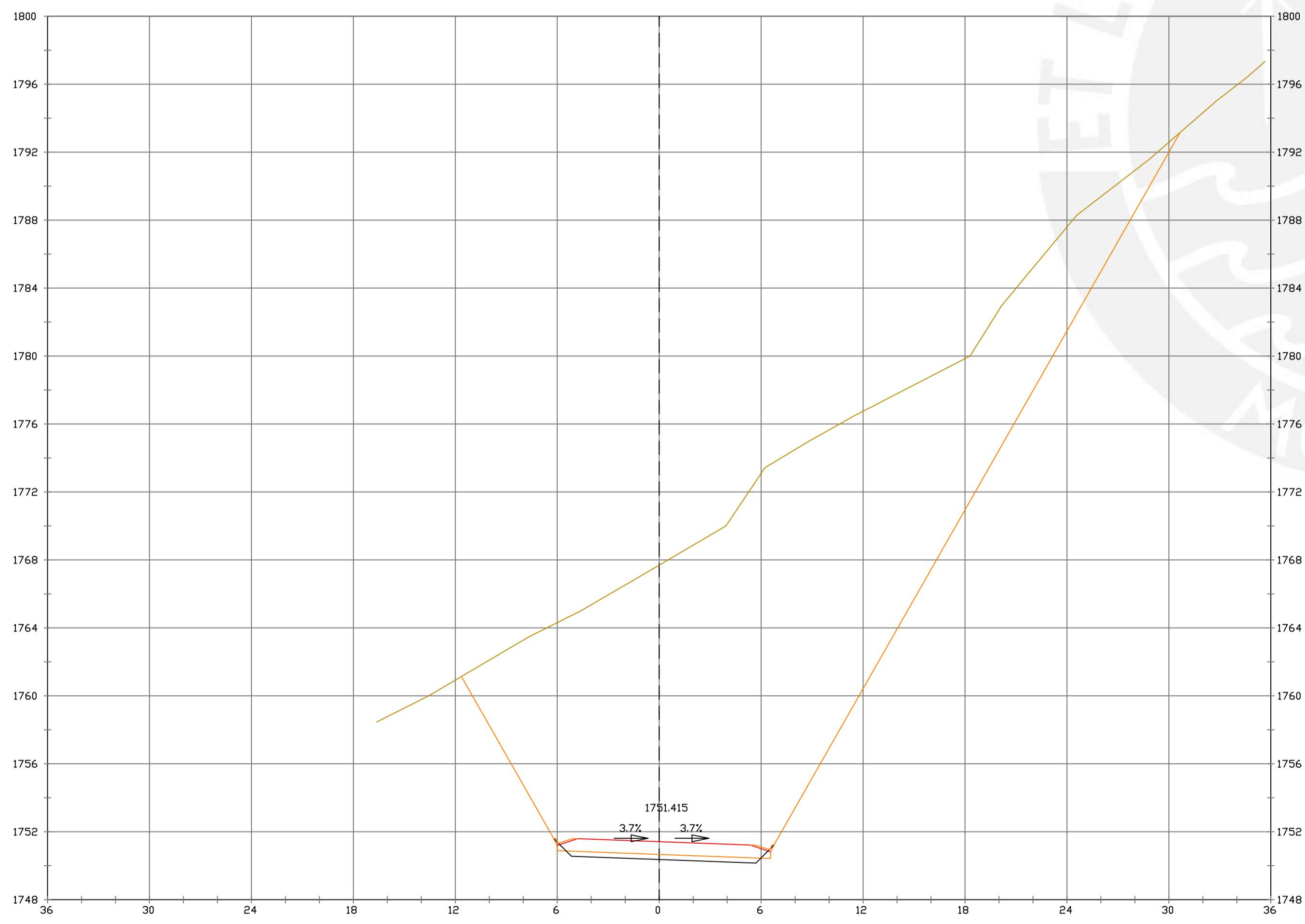
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

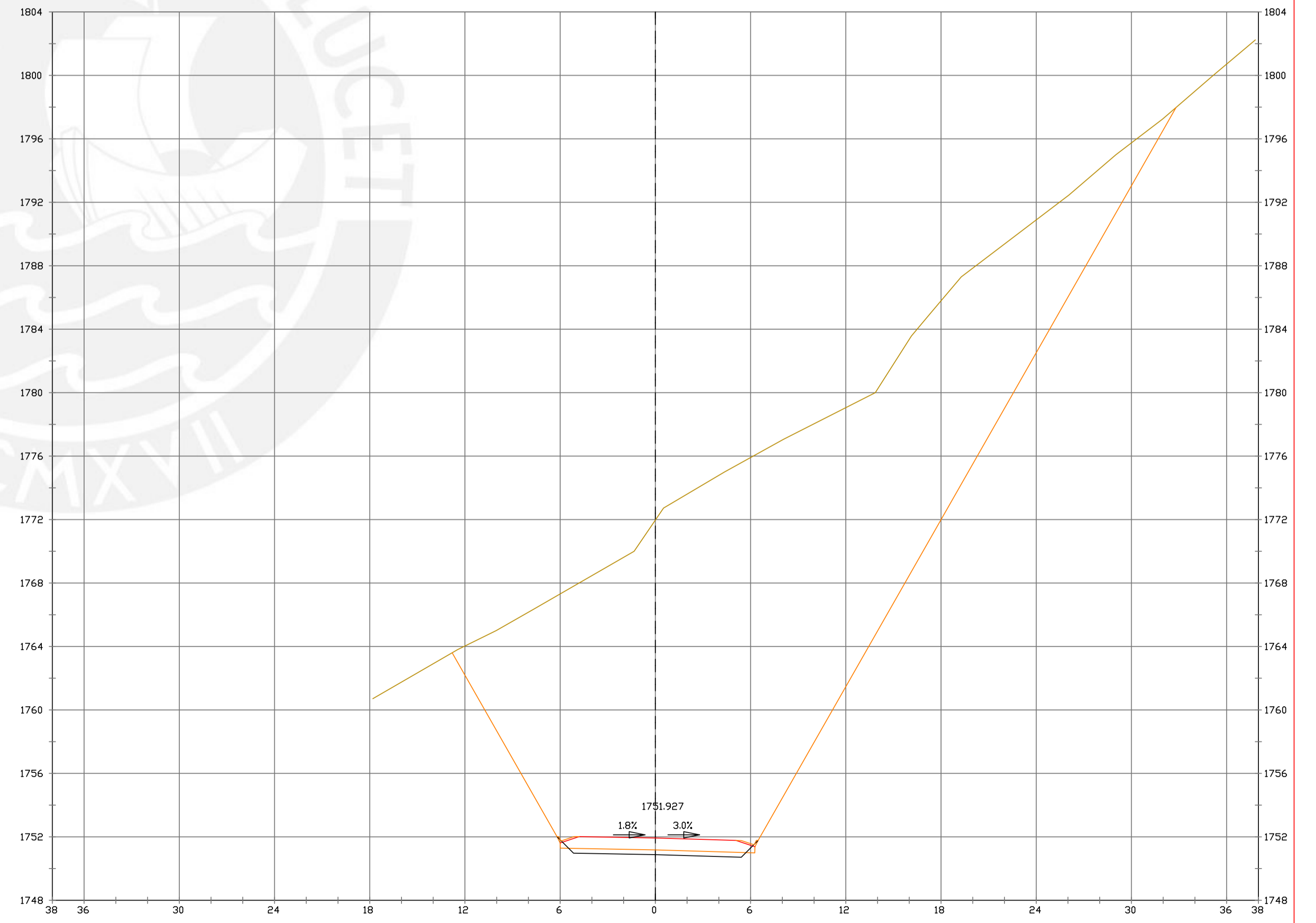
NOMBRE PLANO :
 SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
 06/12/2021

TESIS DE
 PREGRADO 20



Pk=1+580
 EHI/200
 EVI/200
 S. REYES CUNETAS = 0.29 m². VP REYES CUNETAS = 2.88 m³. VP FIRME = 90.38 m³.
 S. D TIERRA = 508.18 m². VP D TIERRA = 4599.09 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.35 m². VP SUELO SEL 1 = 33.90 m³.
 S. FIRME = 8.93 m².



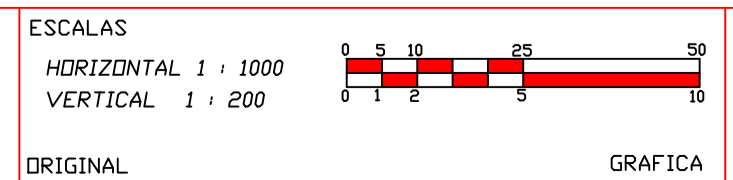
Pk=1+590
 EHI/200
 EVI/200
 S. REYES CUNETAS = 0.29 m². VP REYES CUNETAS = 2.88 m³. VP FIRME = 88.31 m³.
 S. D TIERRA = 625.94 m². VP D TIERRA = 5655.82 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.26 m². VP SUELO SEL 1 = 33.05 m³.
 S. FIRME = 8.73 m².



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ



PROYECTO : CARRETERA
DE CACLIC A LUYA
AMAZONAS

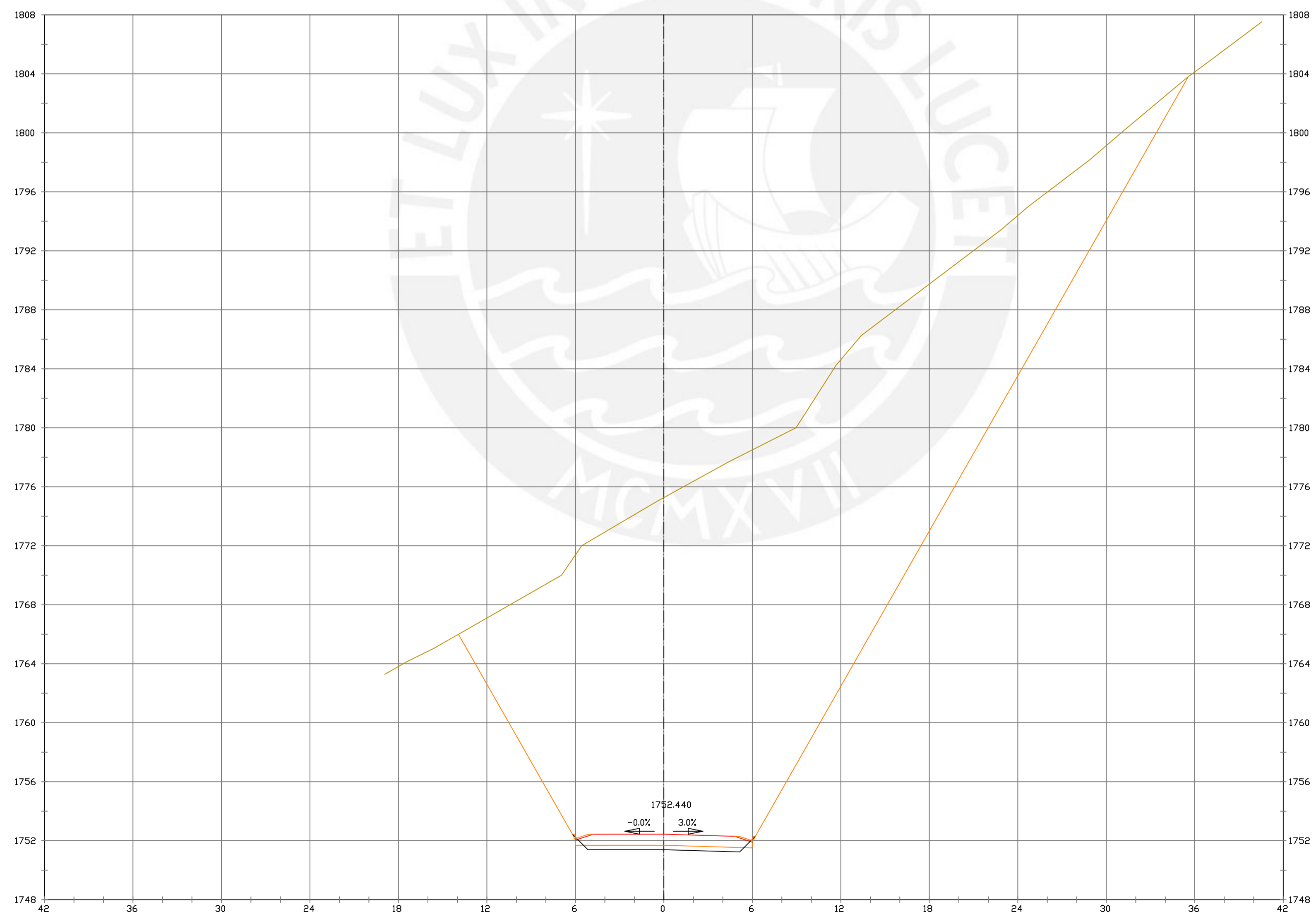
NOMBRE PLANO :
SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
06/12/2021

TESIS DE
PREGRADO 21

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



S. REVES CUNETAS = 0.29 m². VP REVES CUNETAS = 2.89 m³. VP FIRME = 86.34 m³.
 S. D TIERRA = 763.27 m². VP D TIERRA = 6935.18 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.18 m². VP SUELO SEL 1 = 32.18 m³.
 S. FIRME = 8.54 m².



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

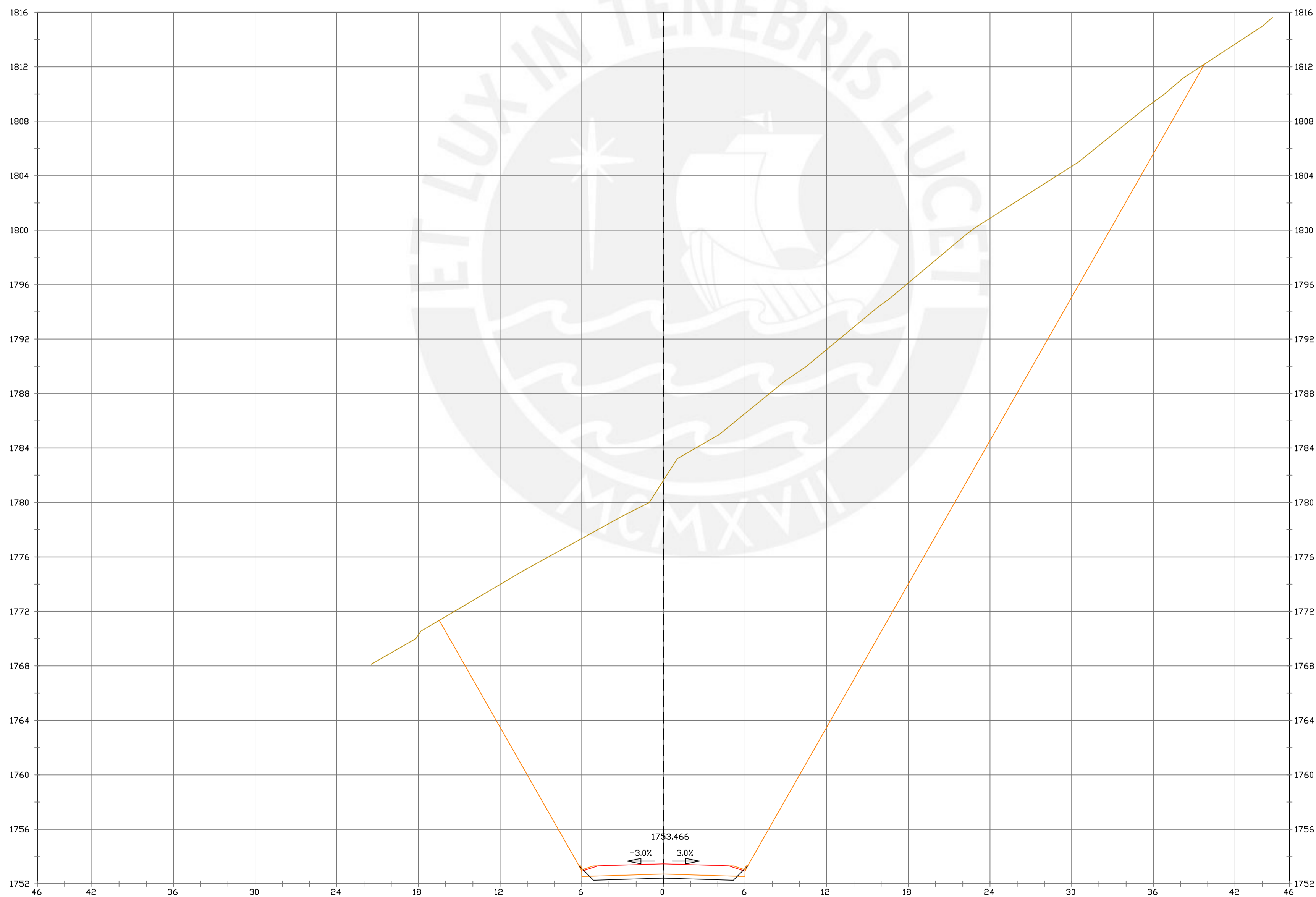
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

NOMBRE PLANO :
 SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
 06/12/2021

TESIS DE
 PREGRADO 22



S. REYES CUNETAS = 0.29 m² VP REYES CUNETAS = 5.75 m³ VP FIRME = 170.97 m³.
 S. D TIERRA = 1054.81 m² VP D TIERRA = 18180.76 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m² VP SUELO SEL 1 = 63.48 m³.
 S. FIRME = 8.56 m².

Pk=1+620

EH1/200
EV1/200

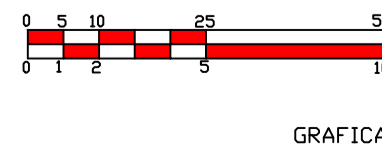


PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS
DE LA CRUZ

ESCALAS
HORIZONTAL 1 : 1000
VERTICAL 1 : 200
ORIGINAL



PROYECTO : CARRETERA
DE CACLIC A LUYA
AMAZONAS

NOMBRE PLANO :

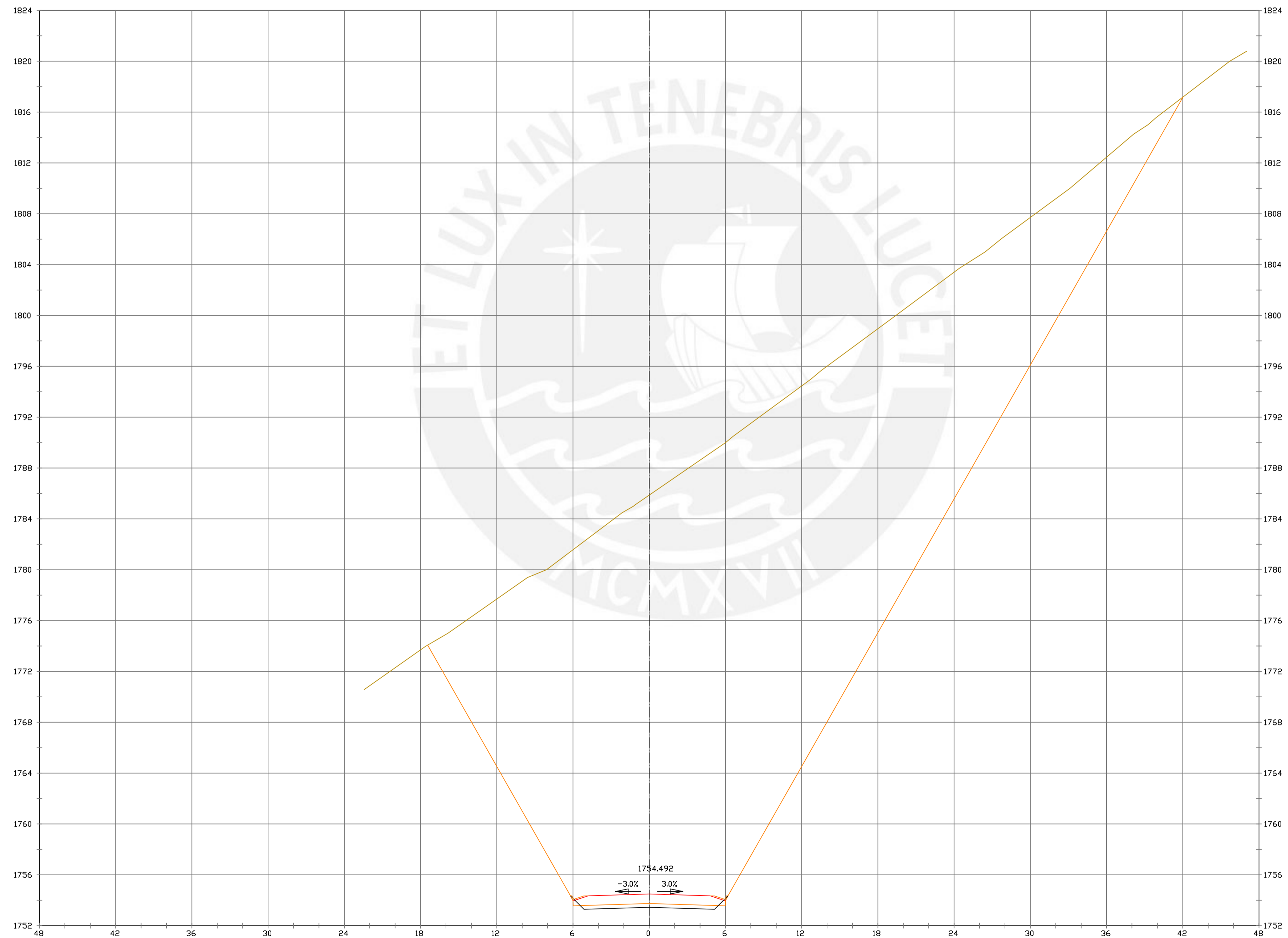
SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:

06/12/2021

TESIS DE
PREGRADO

23



Pk=1+640
 EHI/200
 EVI/200
 S. REVES CUNETAS = 0.29 m². VP REVES CUNETAS = 5.74 m³. VP FIRME = 17118 m³.
 S. D TIERRA = 1189.21 m². VP D TIERRA = 22440.18 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m². VP SUELO SEL 1 = 63.44 m³.
 S. FIRME = 8.56 m².

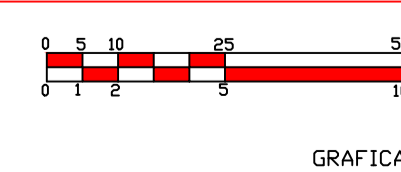


PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL



PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

NOMBRE PLANO :

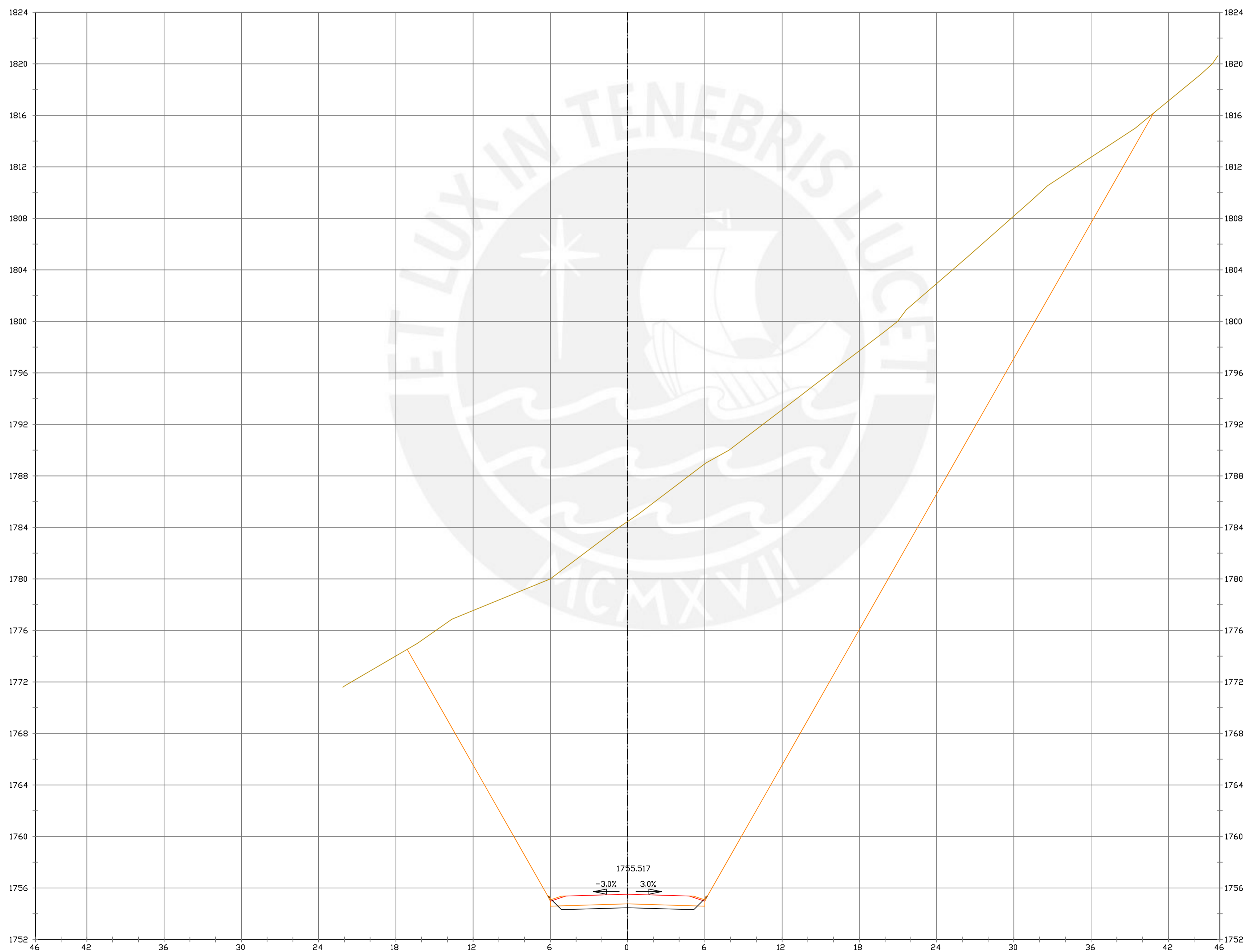
SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:

06/12/2021

TESIS DE
PREGRADO

24



Pk=1+660
 EHI/200
 EVI/200
 S. REYES CUNETAS = 0.29 m². VP REYES CUNETAS = 5.74 m³. VP FIRME = 171.18 m³.
 S. D TIERRA = 1090.98 m². VP D TIERRA = 22801.91 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m². VP SUELO SEL 1 = 63.44 m³.
 S. FIRME = 8.56 m².

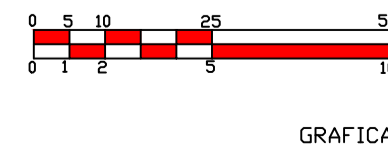


PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL



PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

NOMBRE PLANO :

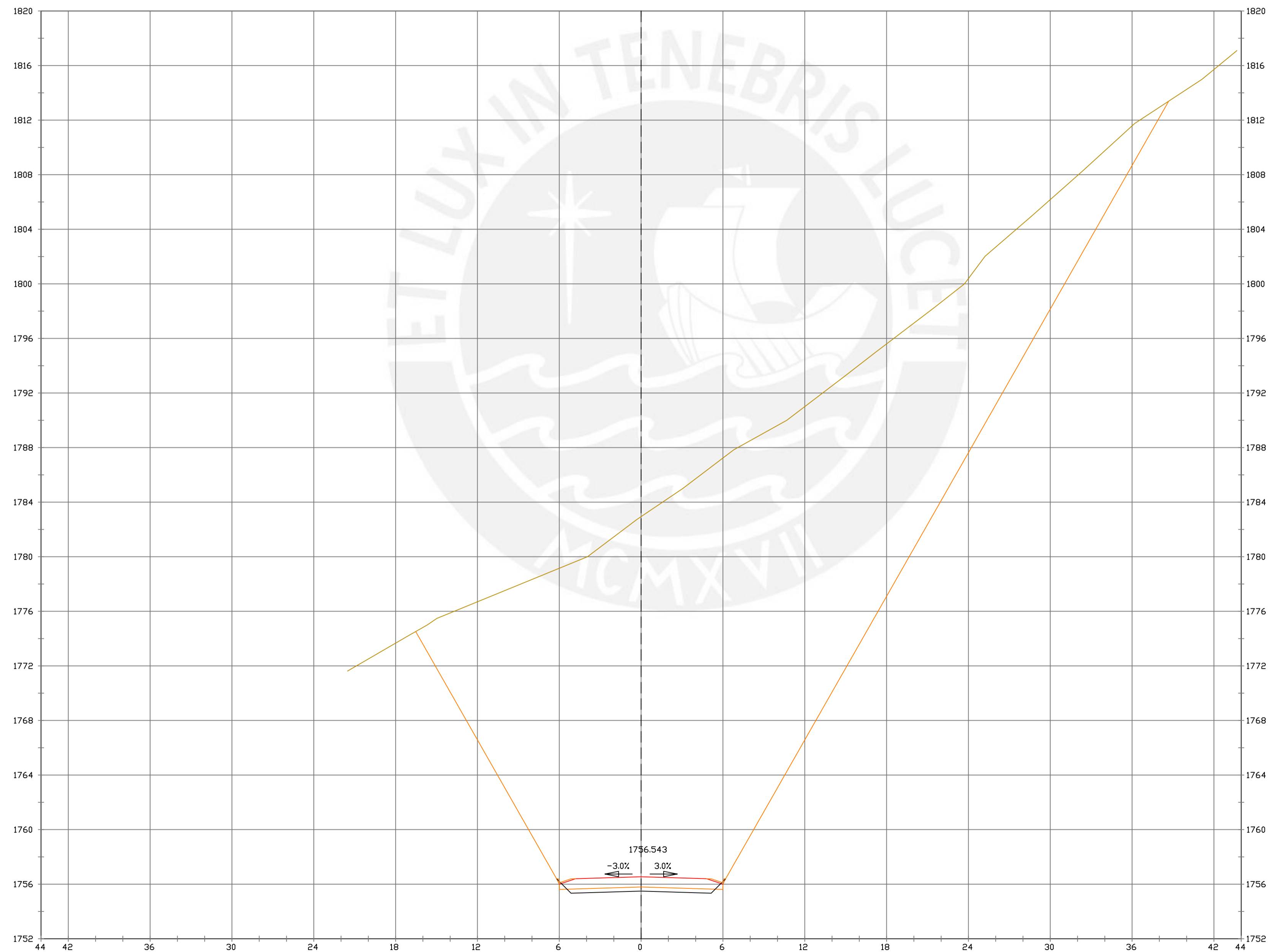
SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:

06/12/2021

TESIS DE
PREGRADO

25



Pk=1+680
 EHI/200
 EVI/200
 S. REYES CUNETA = 0.29 m2, VP REYES CUNETA = 5.74 m3, VP FIRME = 17118 m3.
 S. D TIERRA = 941.39 m2, VP D TIERRA = 20323.65 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m2, VP SUELO SEL 1 = 63.44 m3.
 S. FIRME = 8.56 m2.



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

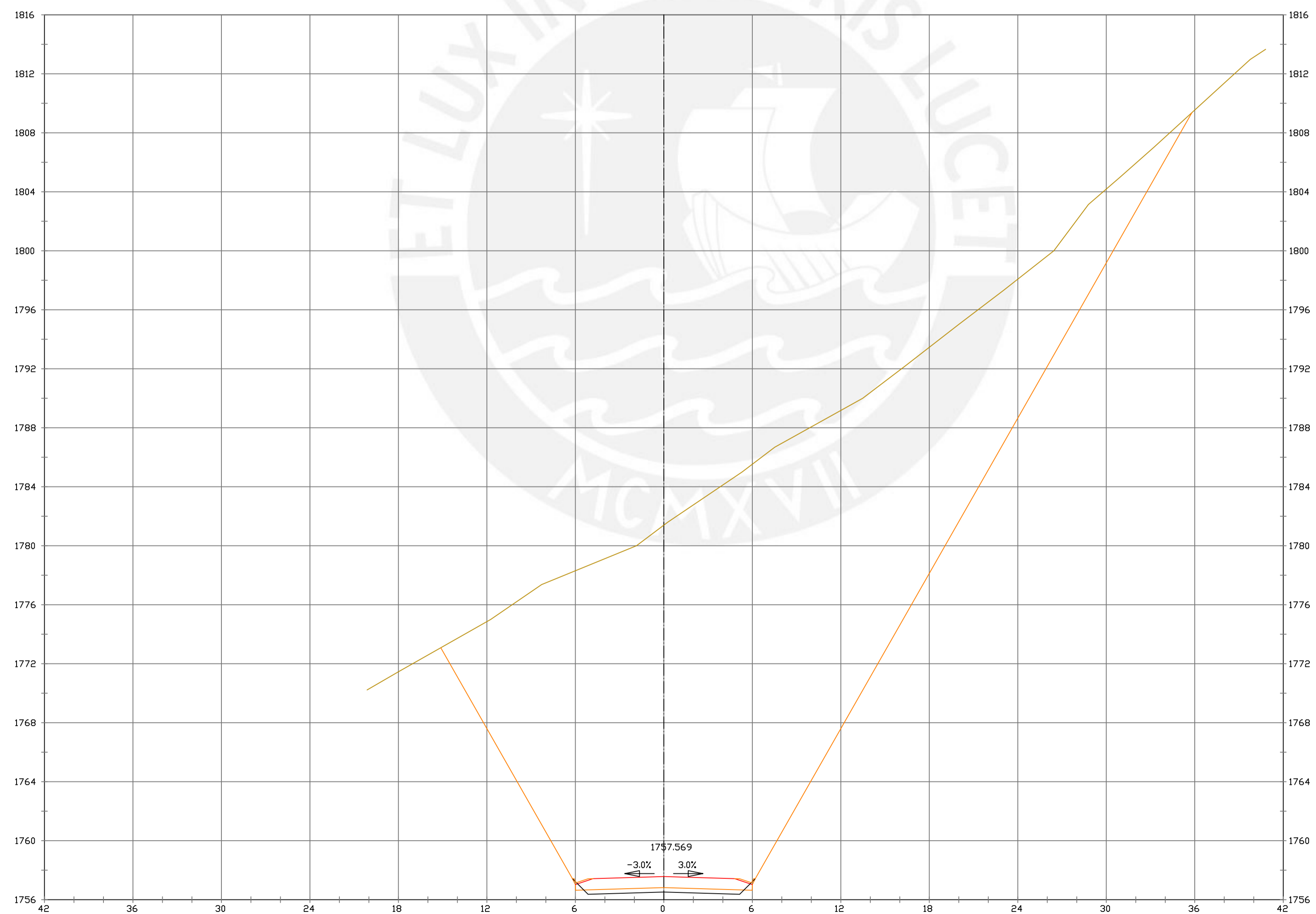
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

NOMBRE PLANO :
 SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
 06/12/2021

TESIS DE
 PREGRADO 26



S. REVES CUNETAS = 0.29 m². VP REVES CUNETAS = 5.74 m³. VP FIRME = 171.18 m³.
 S. D TIERRA = 790.04 m². VP D TIERRA = 17314.25 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m². VP SUELO SEL 1 = 63.44 m³.
 S. FIRME = 8.56 m².

Pk=1+700

EH1/200
EV1/200



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

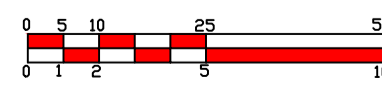
AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS
DE LA CRUZ

ESCALAS

HORIZONTAL 1 : 1000

VERTICAL 1 : 200

ORIGINAL



GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
DE CACLIC A LUYA
AMAZONAS

NOMBRE PLANO :

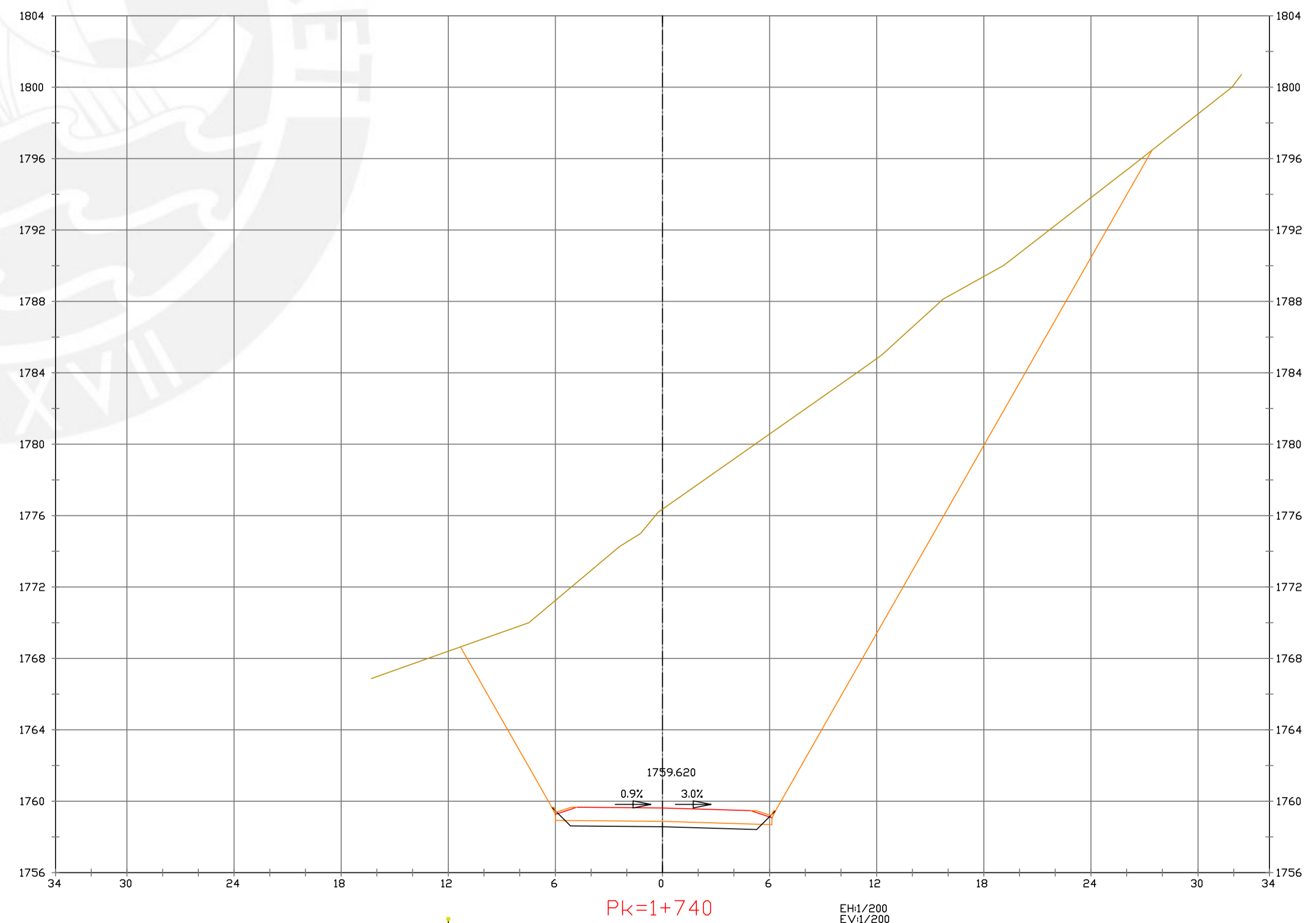
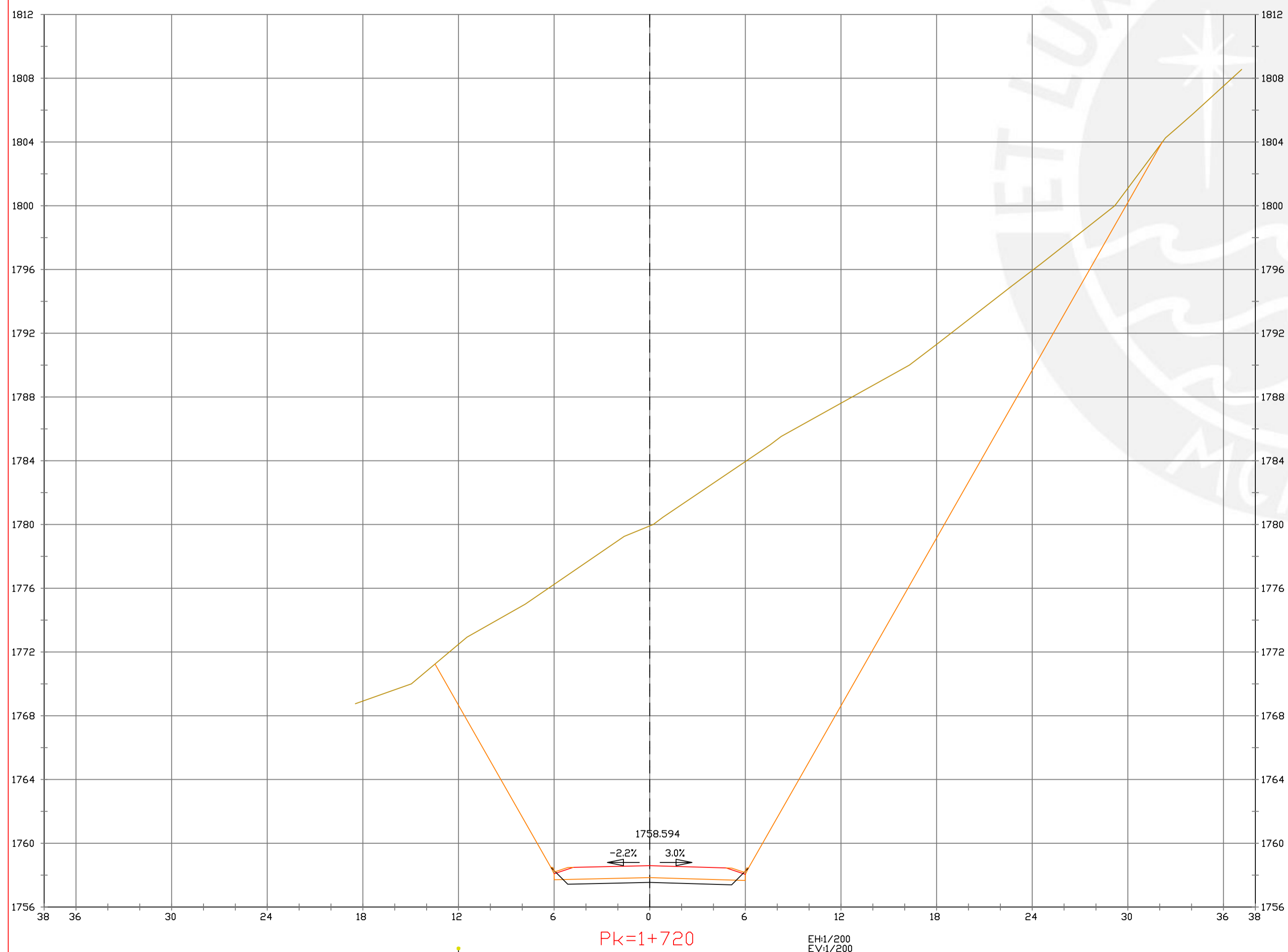
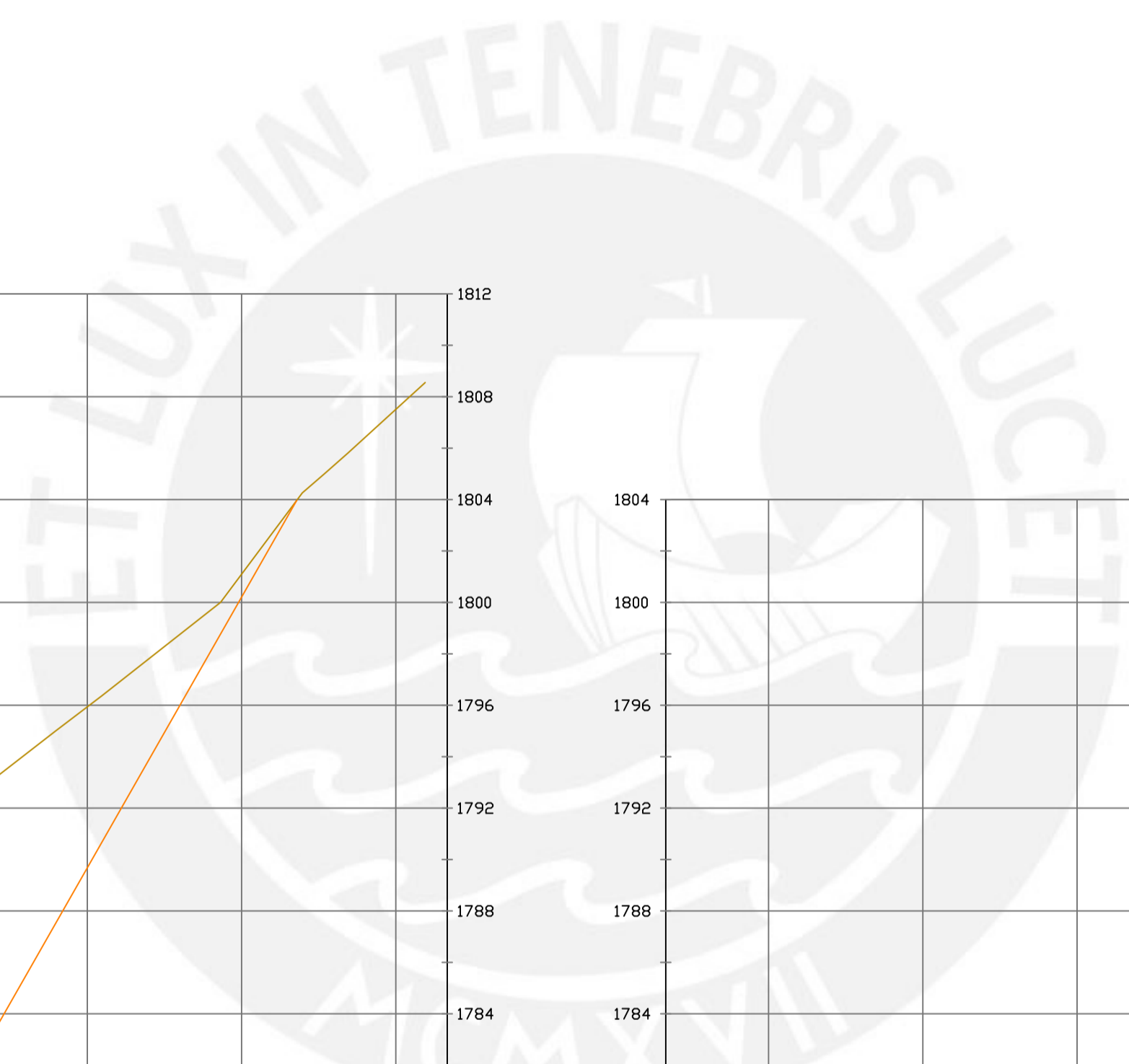
SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:

06/12/2021

TESIS DE
PREGRADO

27



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS
DE LA CRUZ

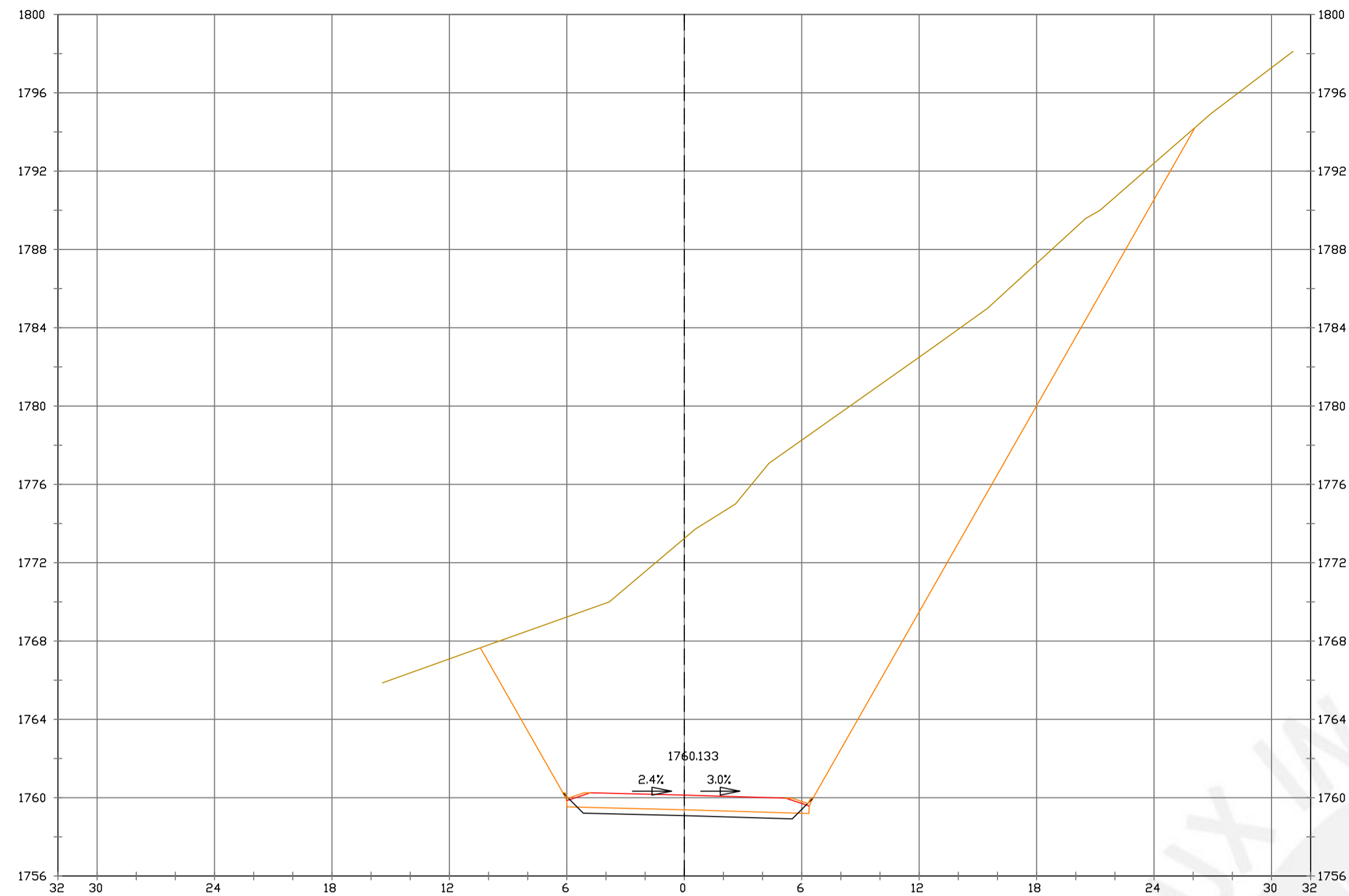
ESCALAS
HORIZONTAL 1 : 1000
VERTICAL 1 : 200
ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
DE CACLIC A LUYA
AMAZONAS

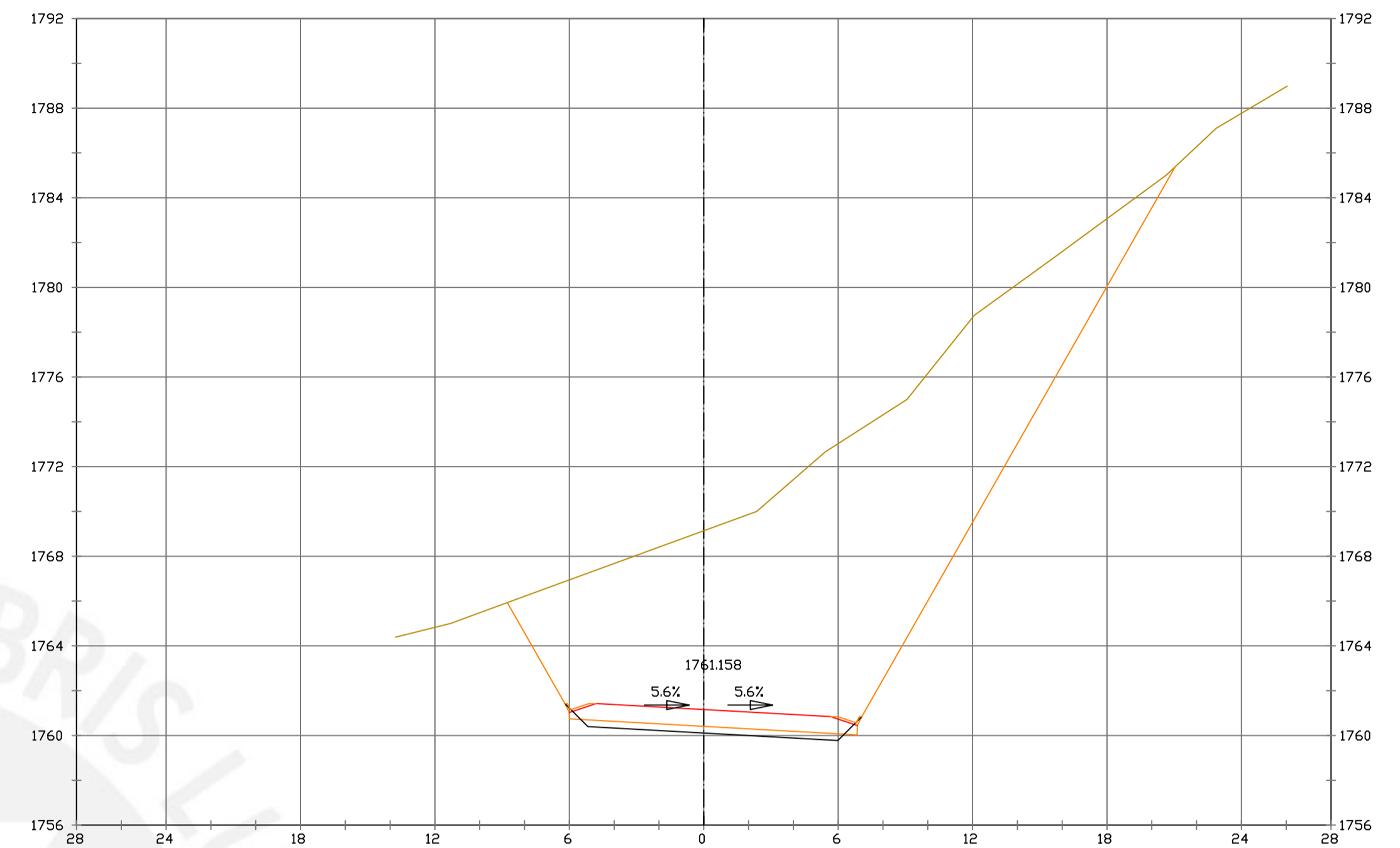
NOMBRE PLANO :
SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
06/12/2021

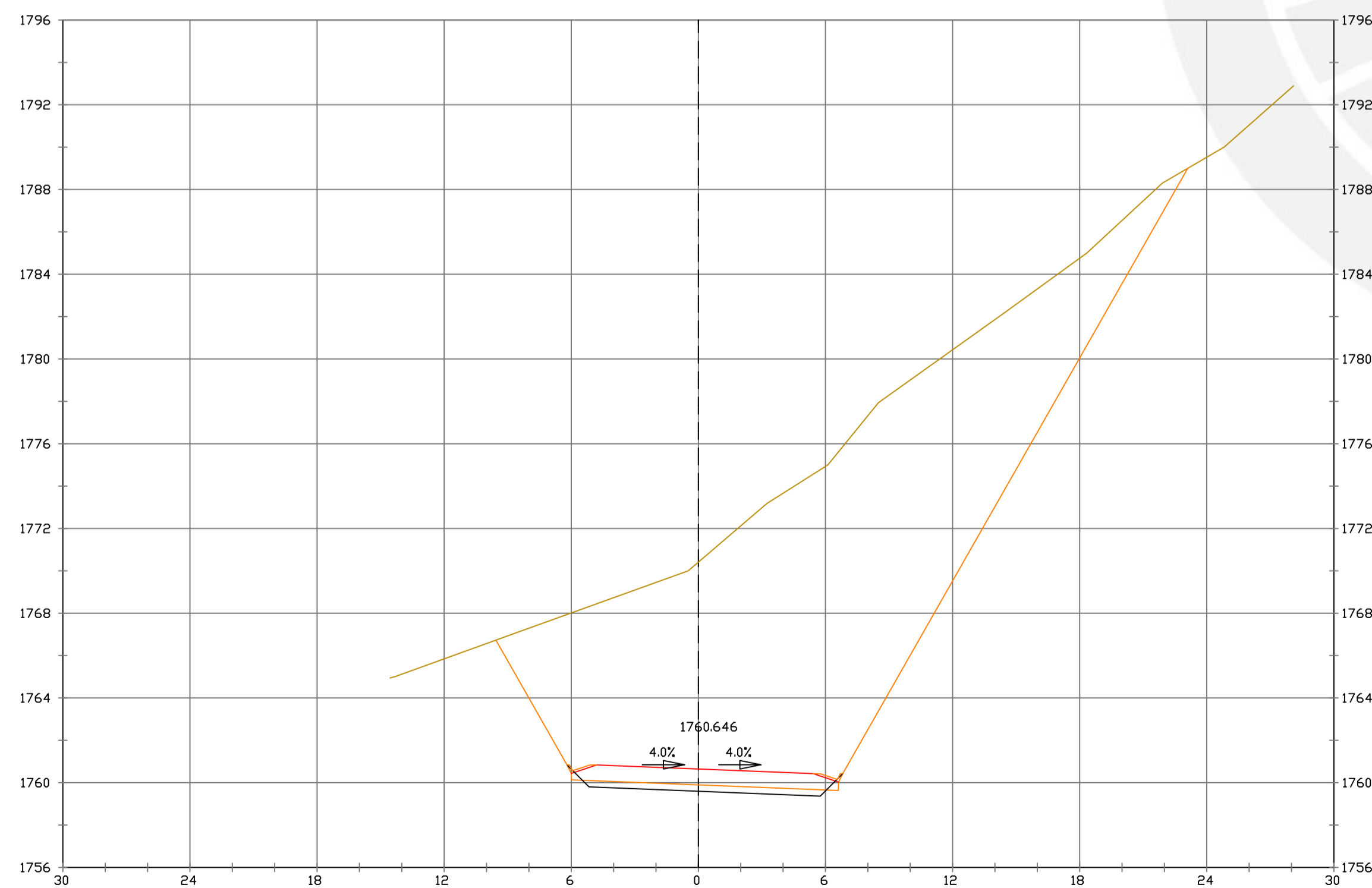
TESIS DE
PREGRADO 28



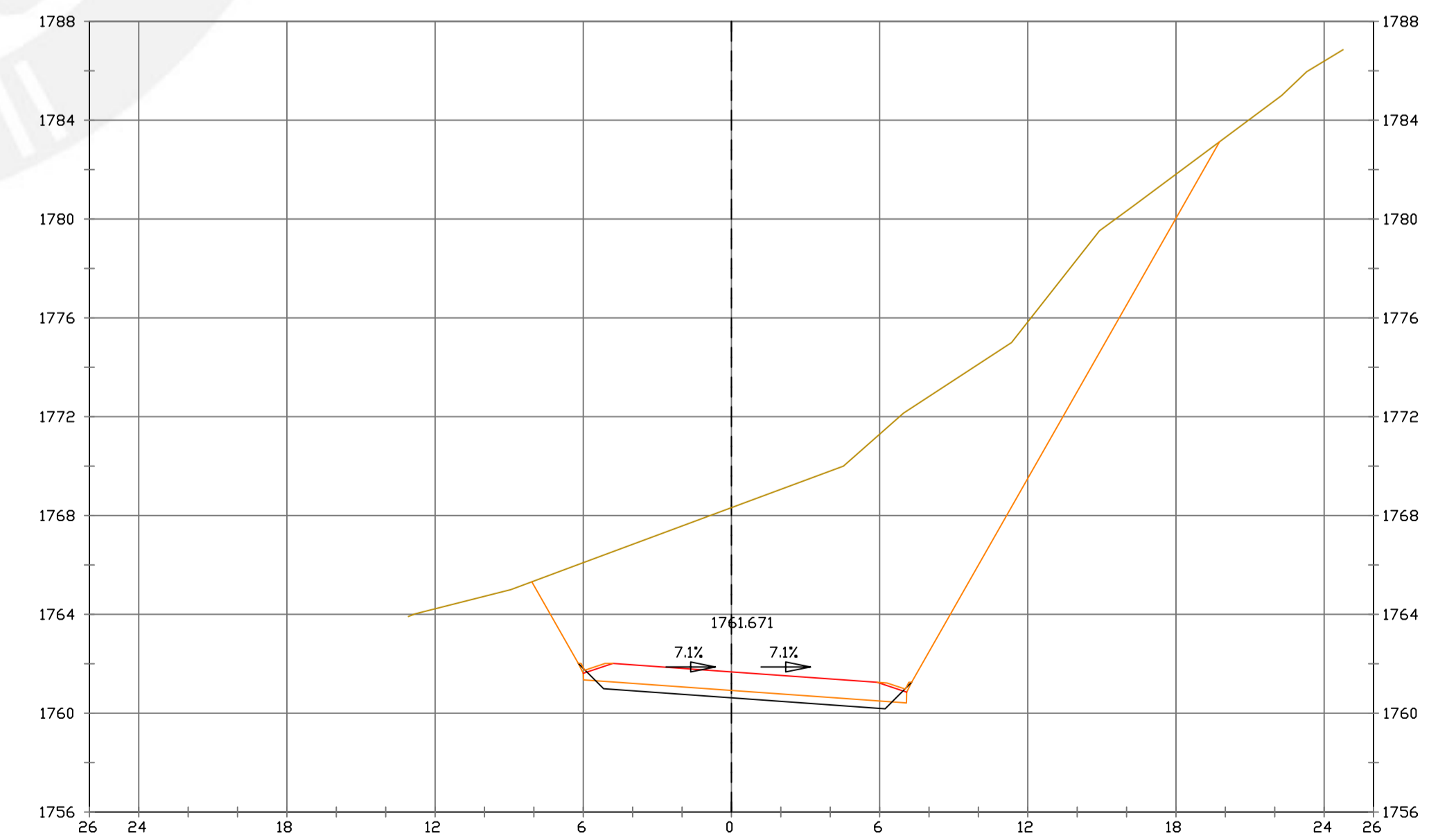
Pk=1+750
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETAS = 0.29 m². VP REVES CUNETAS = 2.89 m³. VP FIRME = 87.18 m³.
 S. D TIERRA = 376.87 m². VP D TIERRA = 4239.66 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.29 m². VP SUELO SEL 1 = 32.55 m³.
 S. FIRME = 8.80 m².



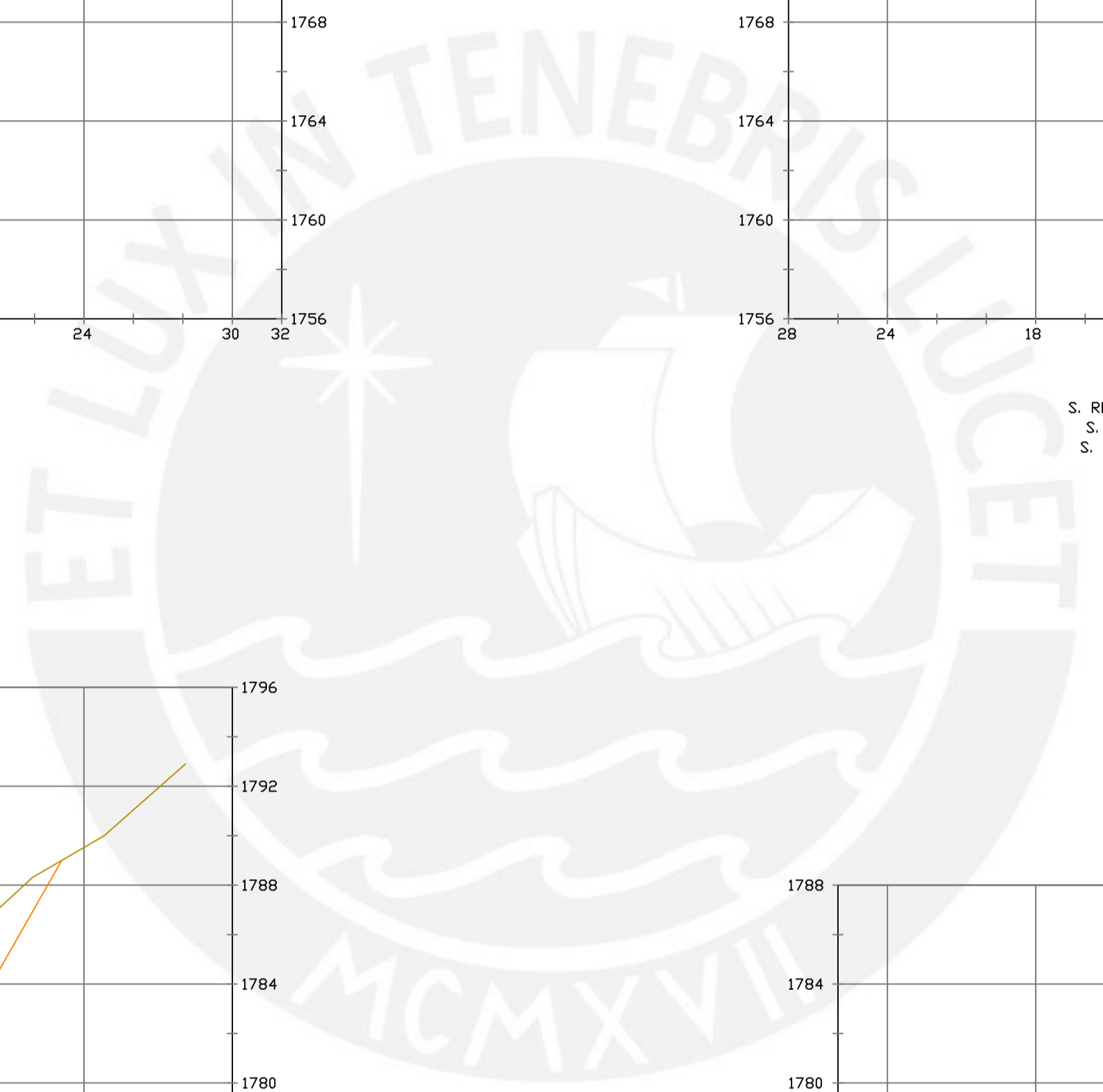
Pk=1+770
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETAS = 0.29 m². VP REVES CUNETAS = 2.87 m³. VP FIRME = 90.69 m³.
 S. D TIERRA = 226.85 m². VP D TIERRA = 2590.59 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.44 m². VP SUELO SEL 1 = 34.02 m³.
 S. FIRME = 9.16 m².



Pk=1+760
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETAS = 0.29 m². VP REVES CUNETAS = 2.88 m³. VP FIRME = 88.91 m³.
 S. D TIERRA = 291.27 m². VP D TIERRA = 3340.68 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.37 m². VP SUELO SEL 1 = 33.30 m³.
 S. FIRME = 8.98 m².



Pk=1+780
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETAS = 0.29 m². VP REVES CUNETAS = 2.86 m³. VP FIRME = 92.49 m³.
 S. D TIERRA = 180.24 m². VP D TIERRA = 2035.45 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.51 m². VP SUELO SEL 1 = 34.75 m³.
 S. FIRME = 9.34 m².



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
 E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

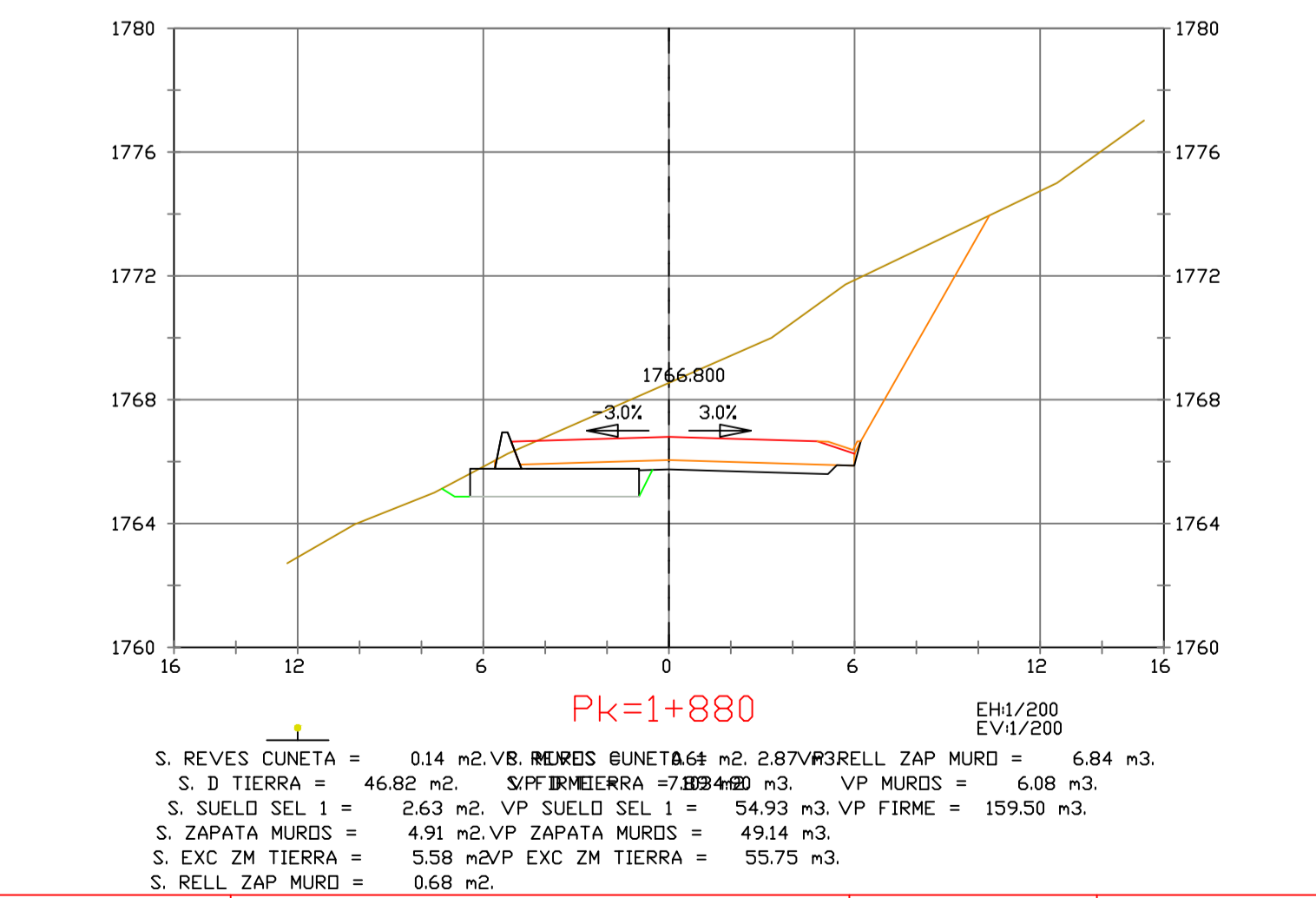
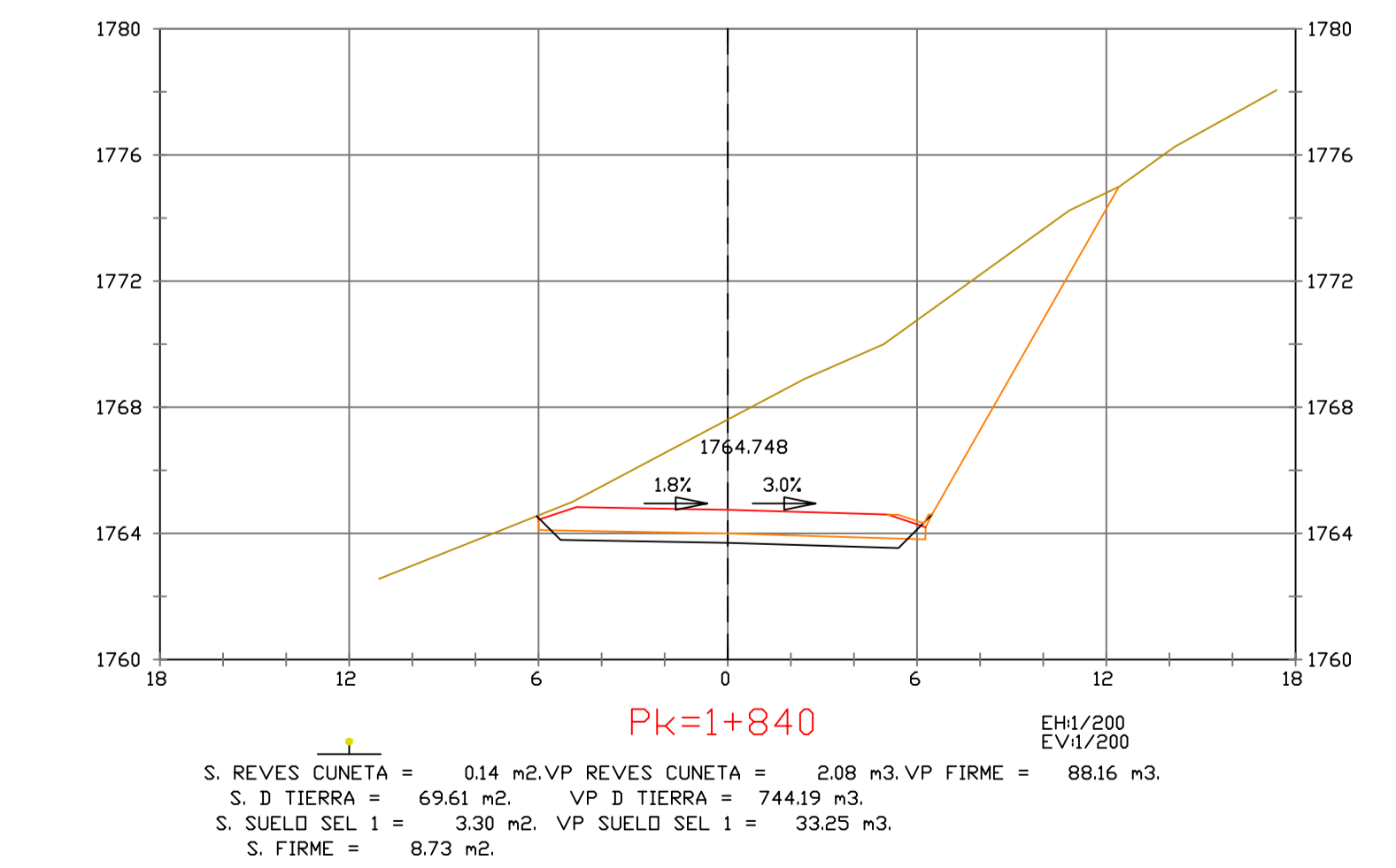
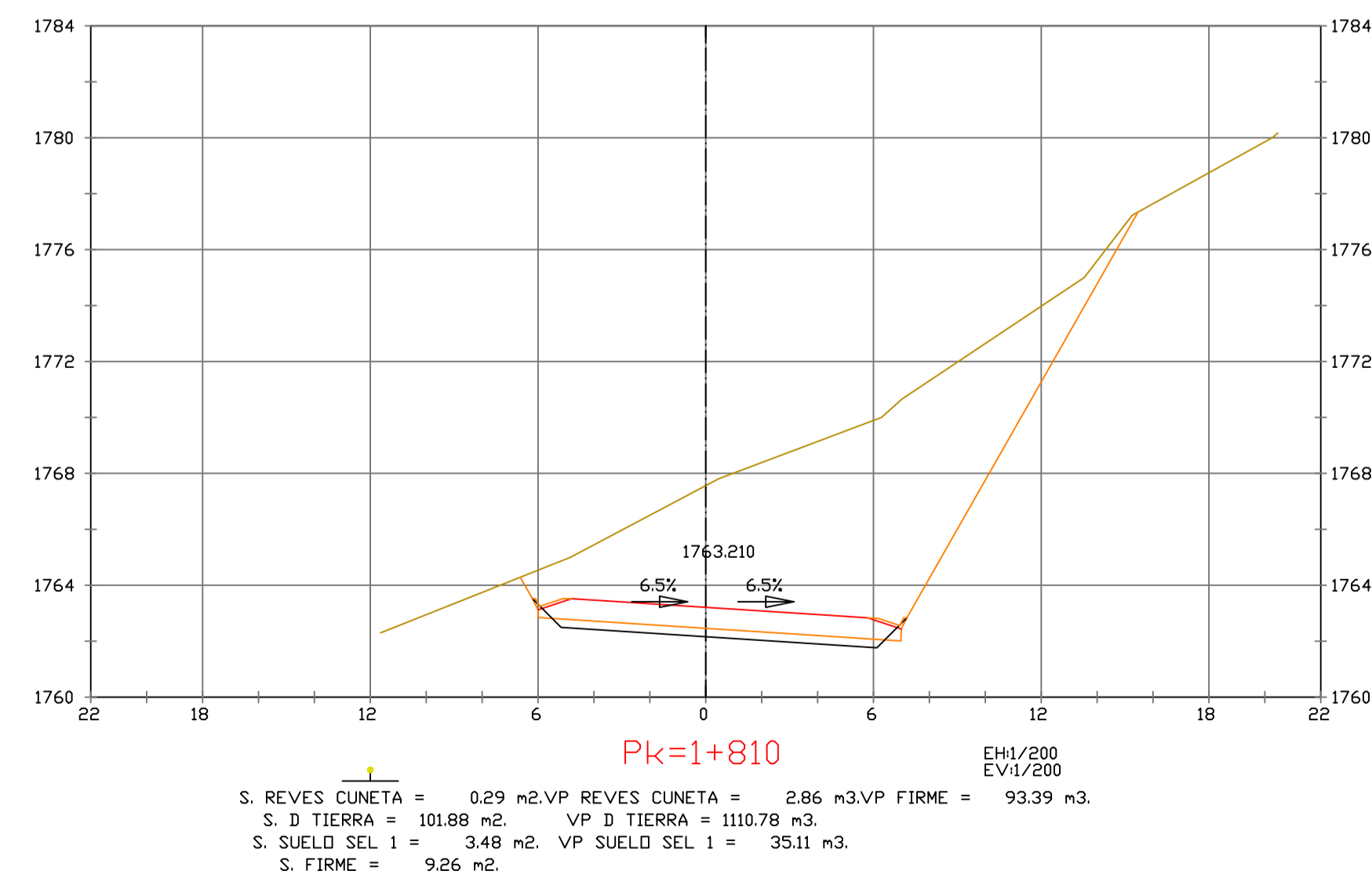
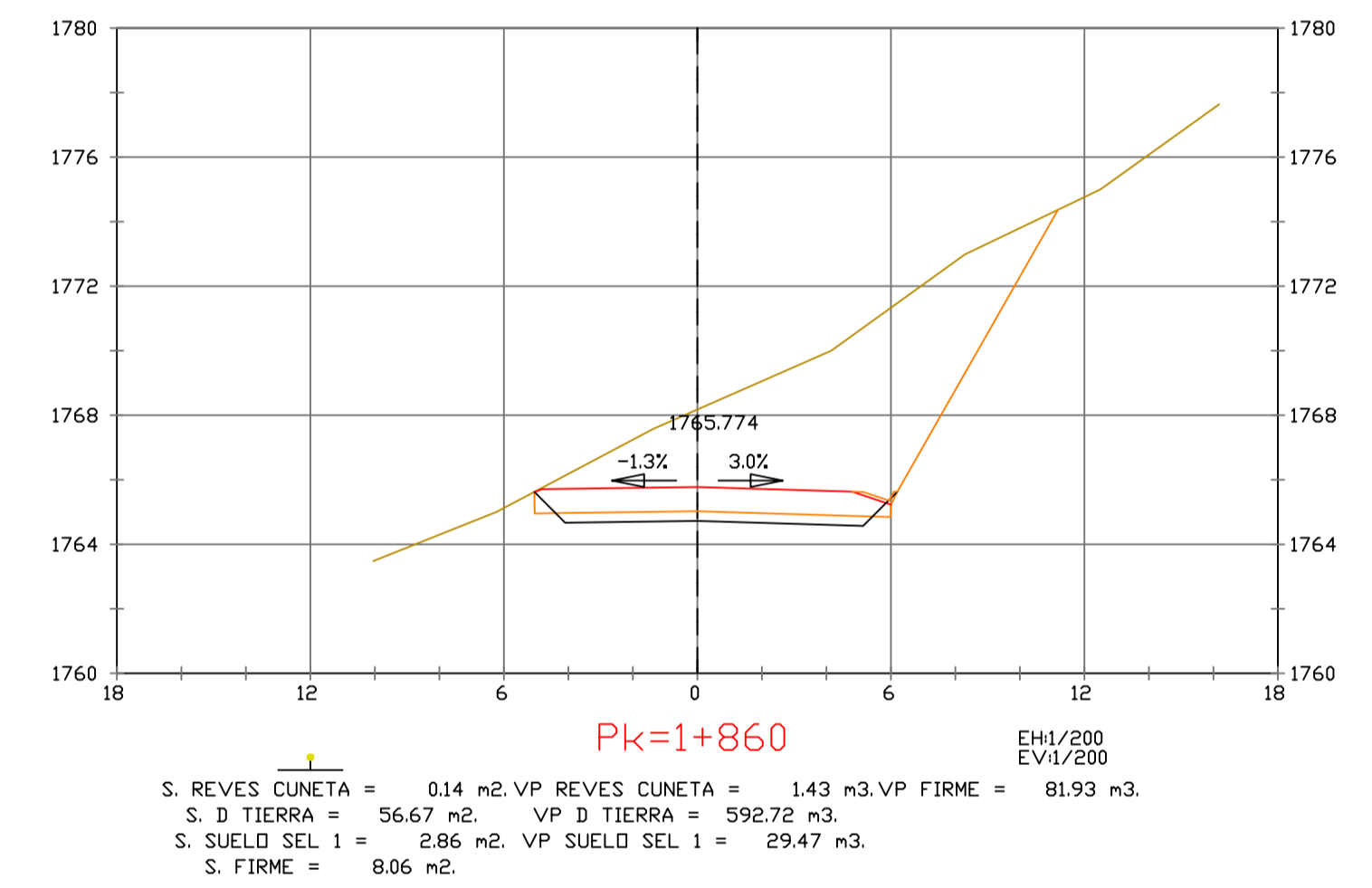
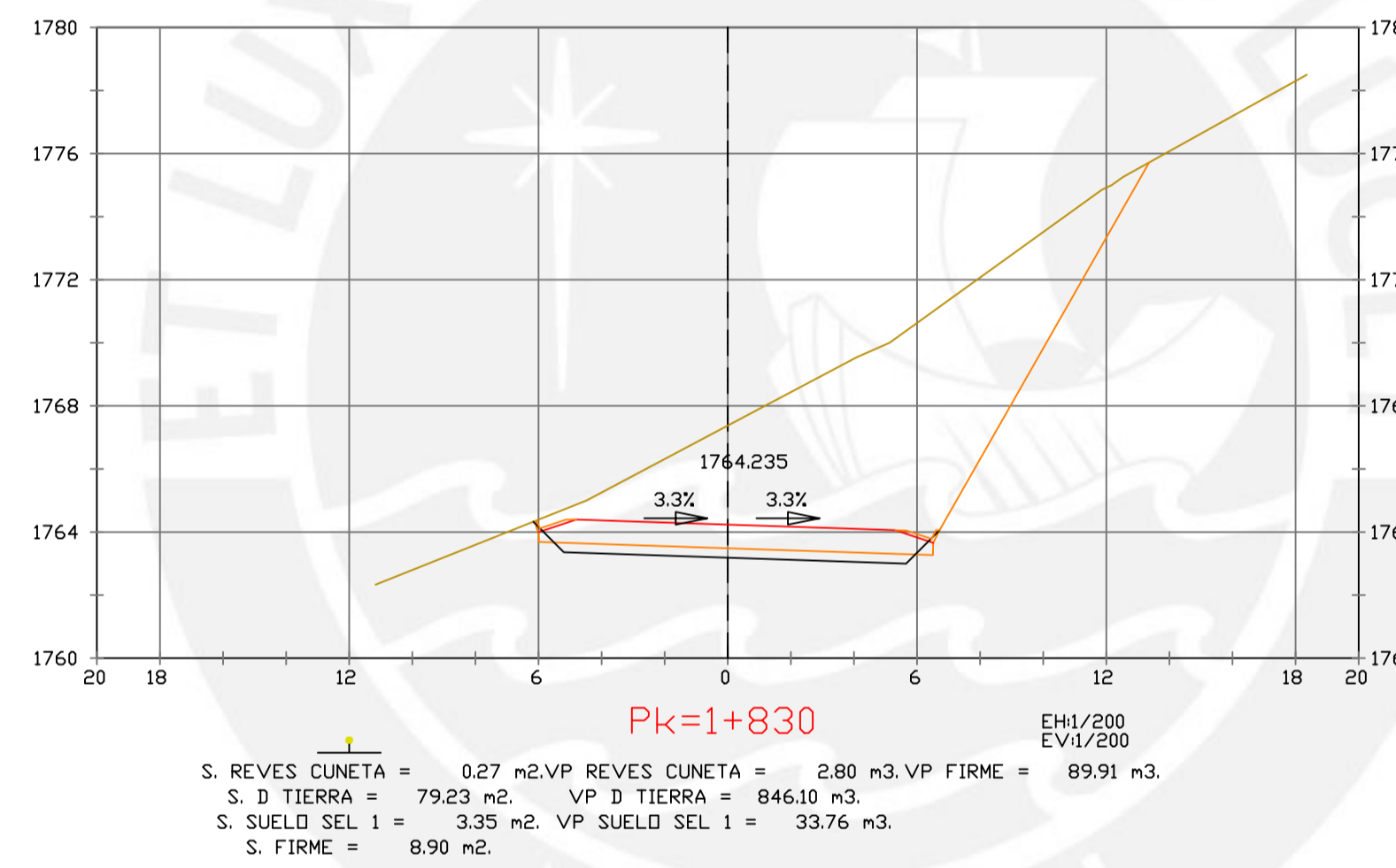
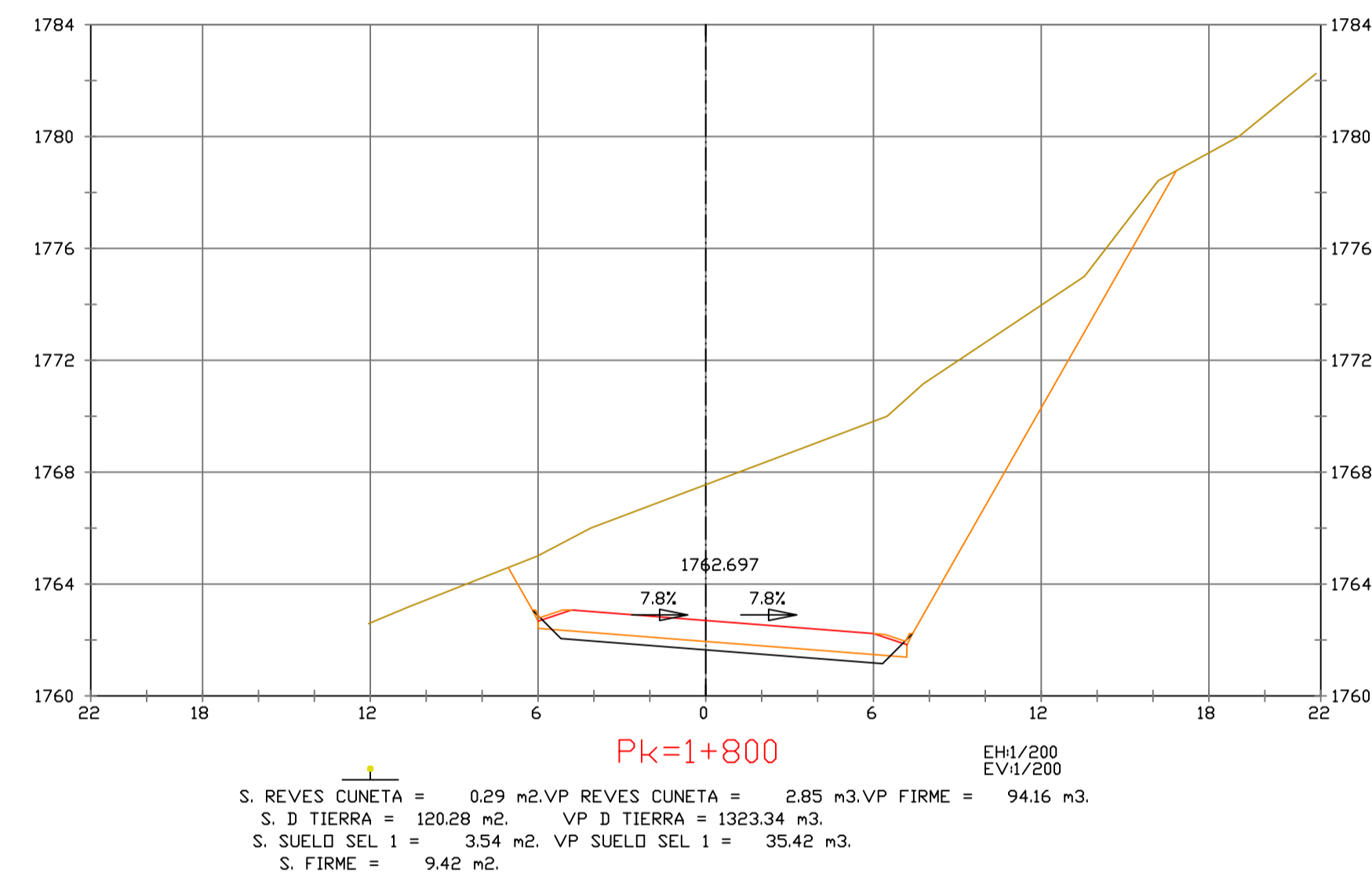
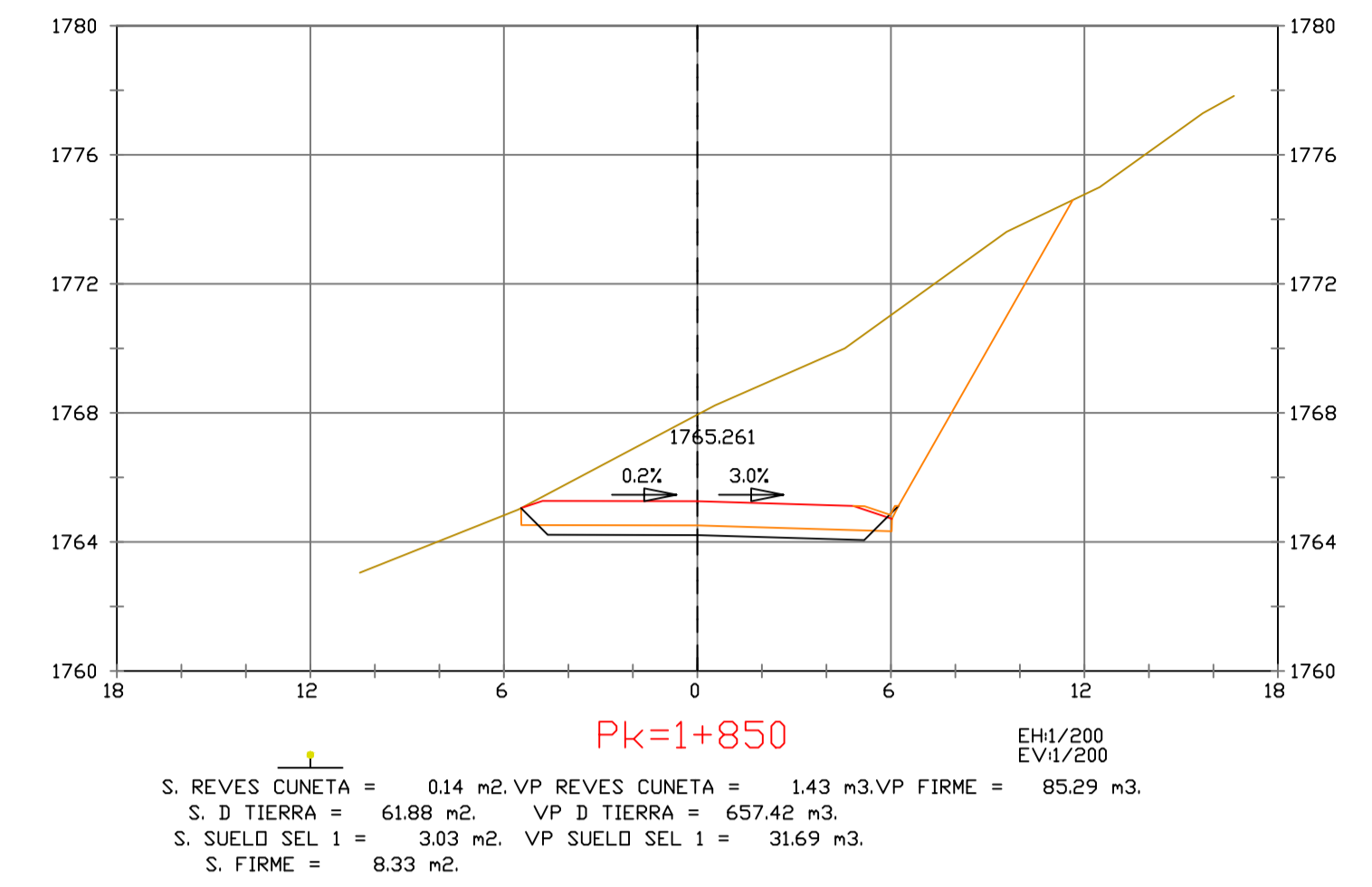
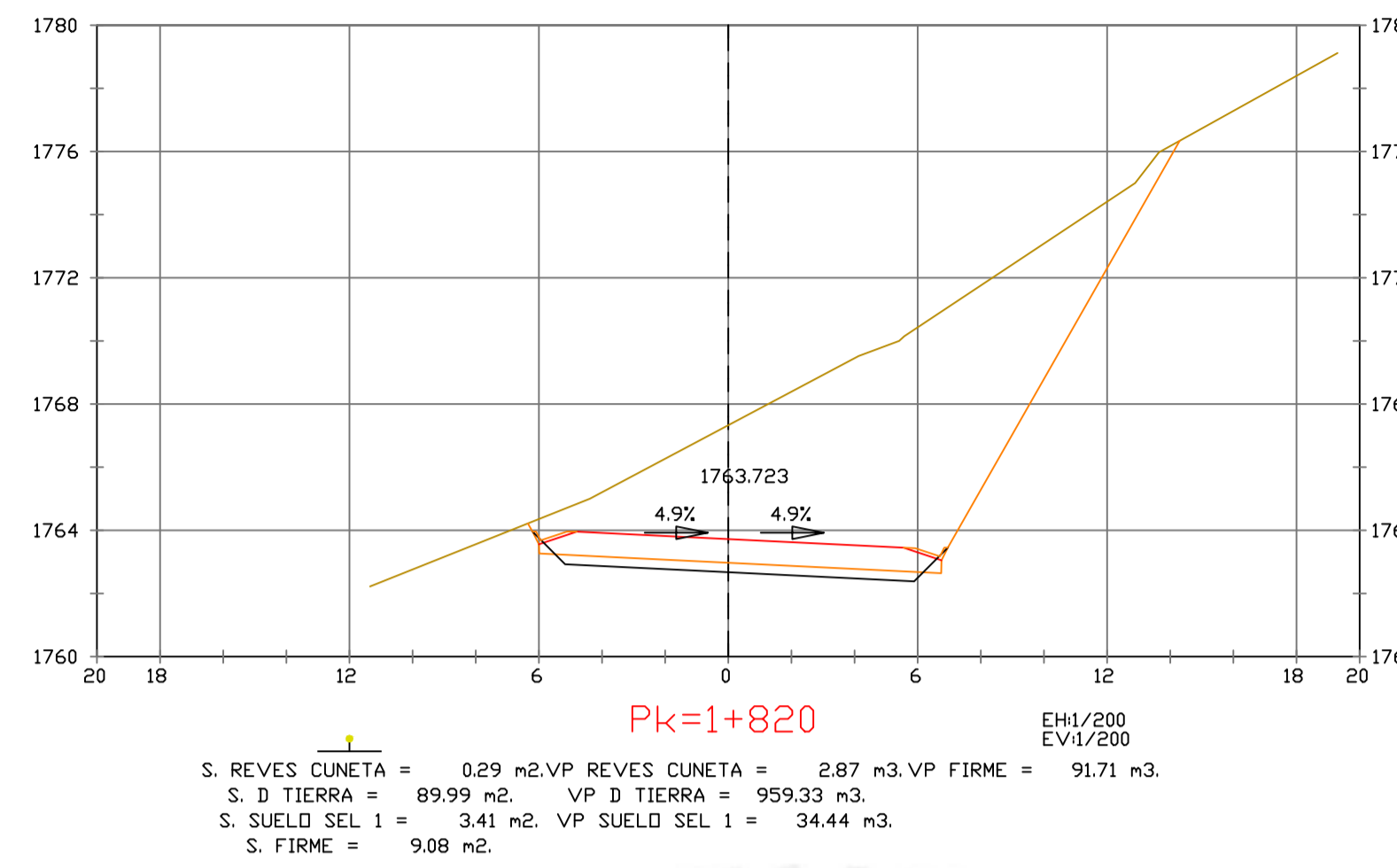
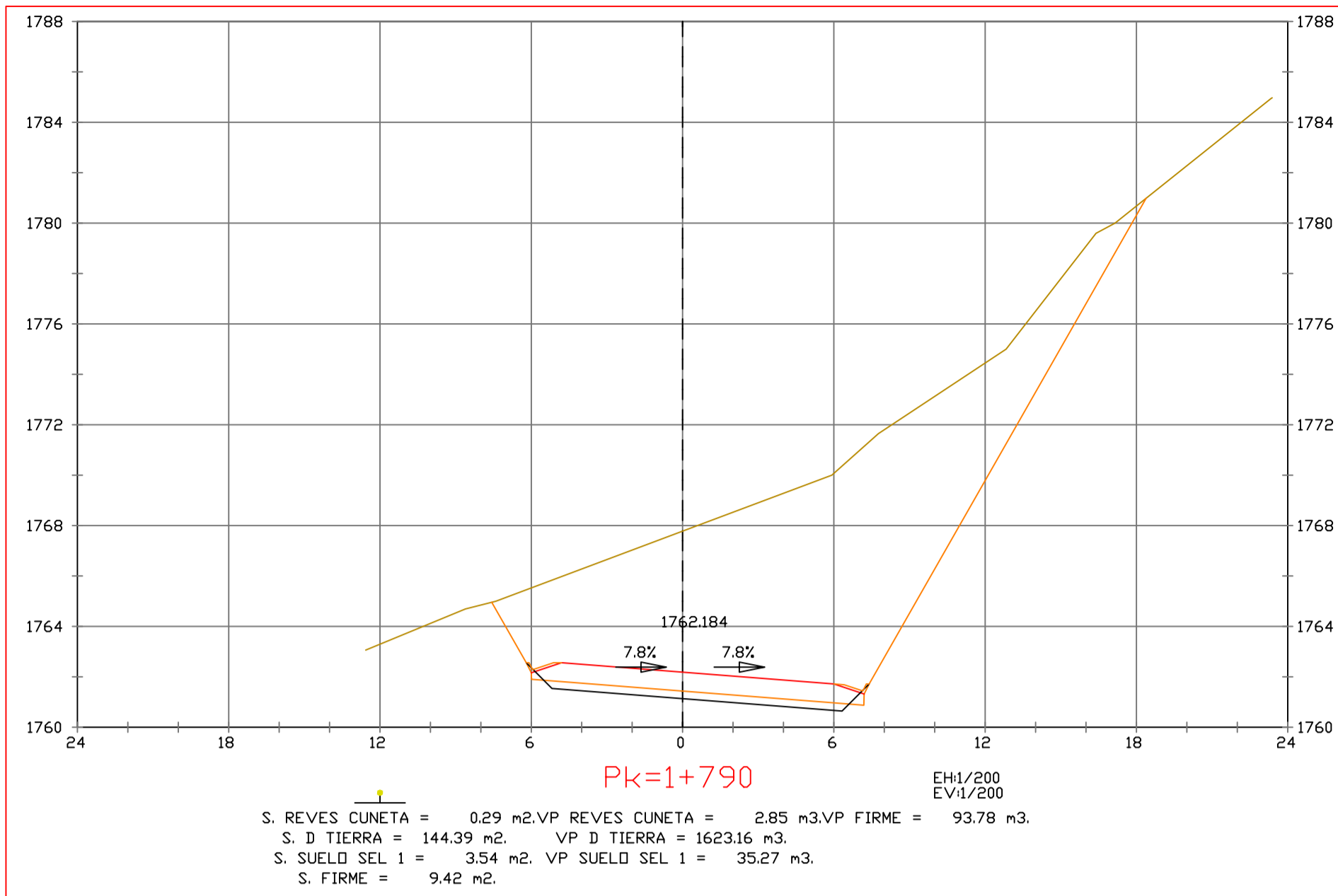
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

NOMBRE PLANO :
 SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
 06/12/2021

TESIS DE
 PREGRADO 29



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

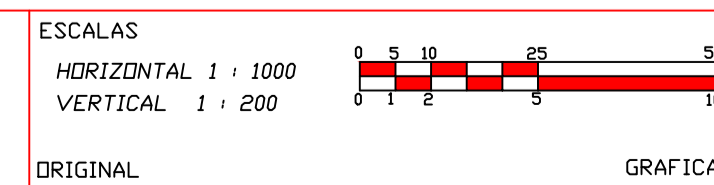
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

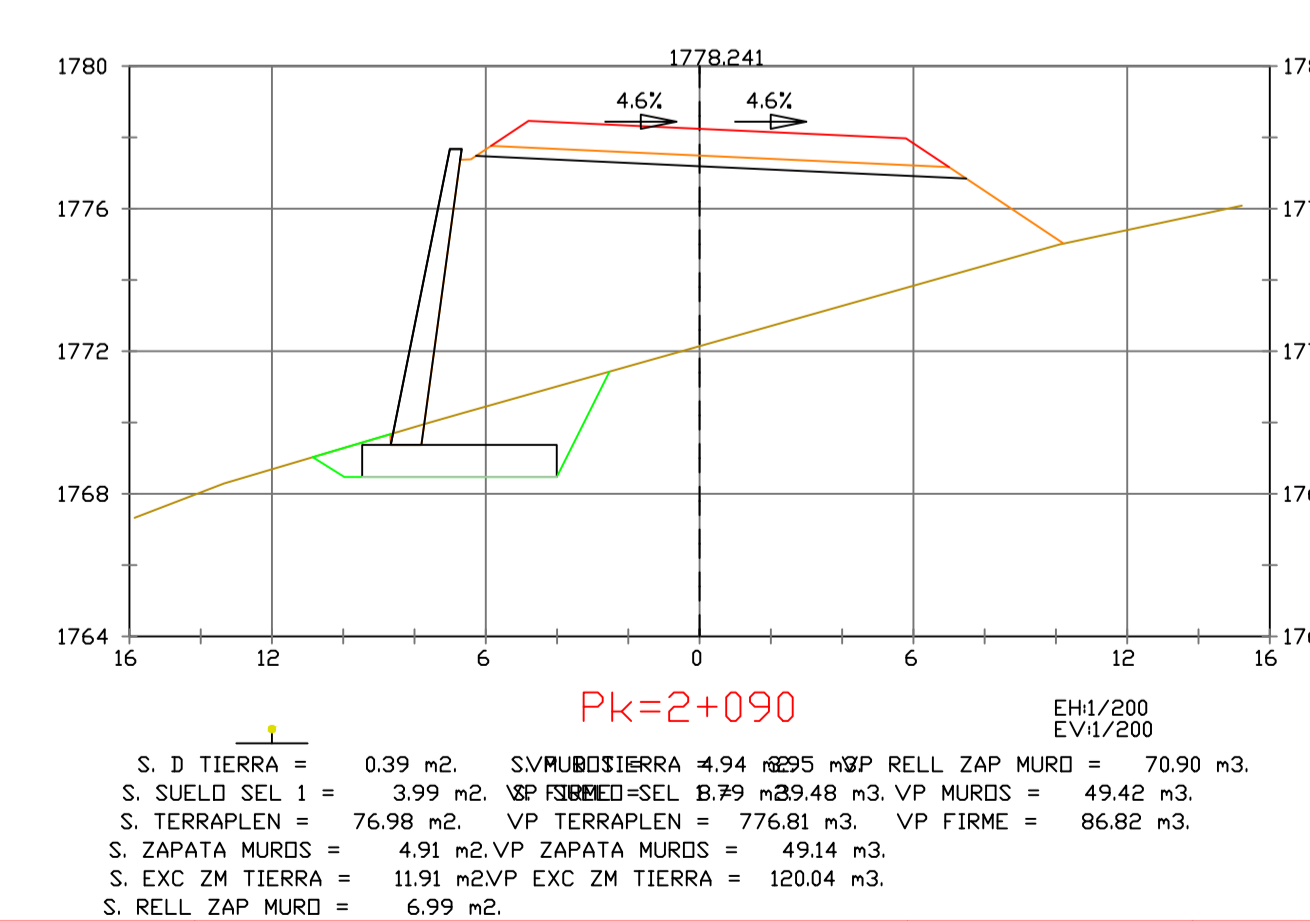
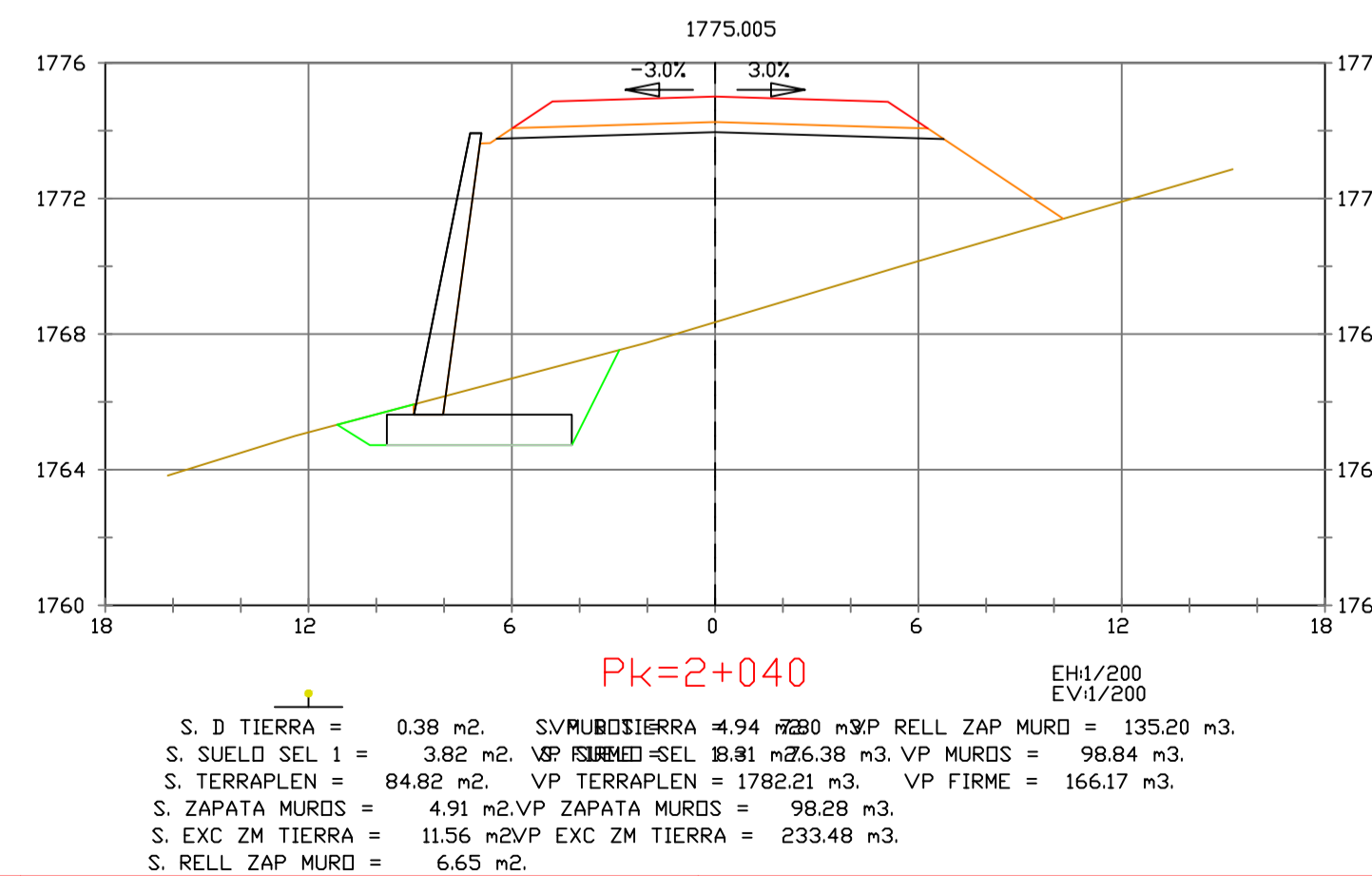
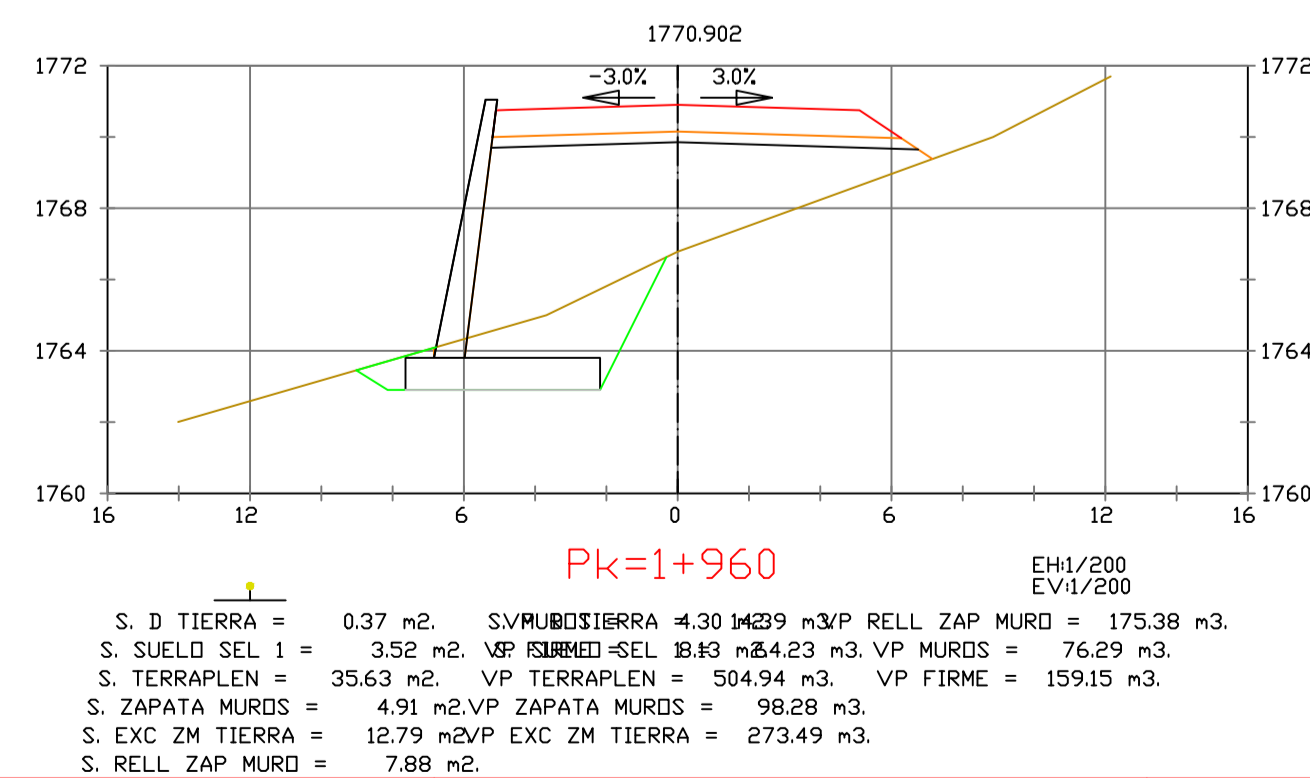
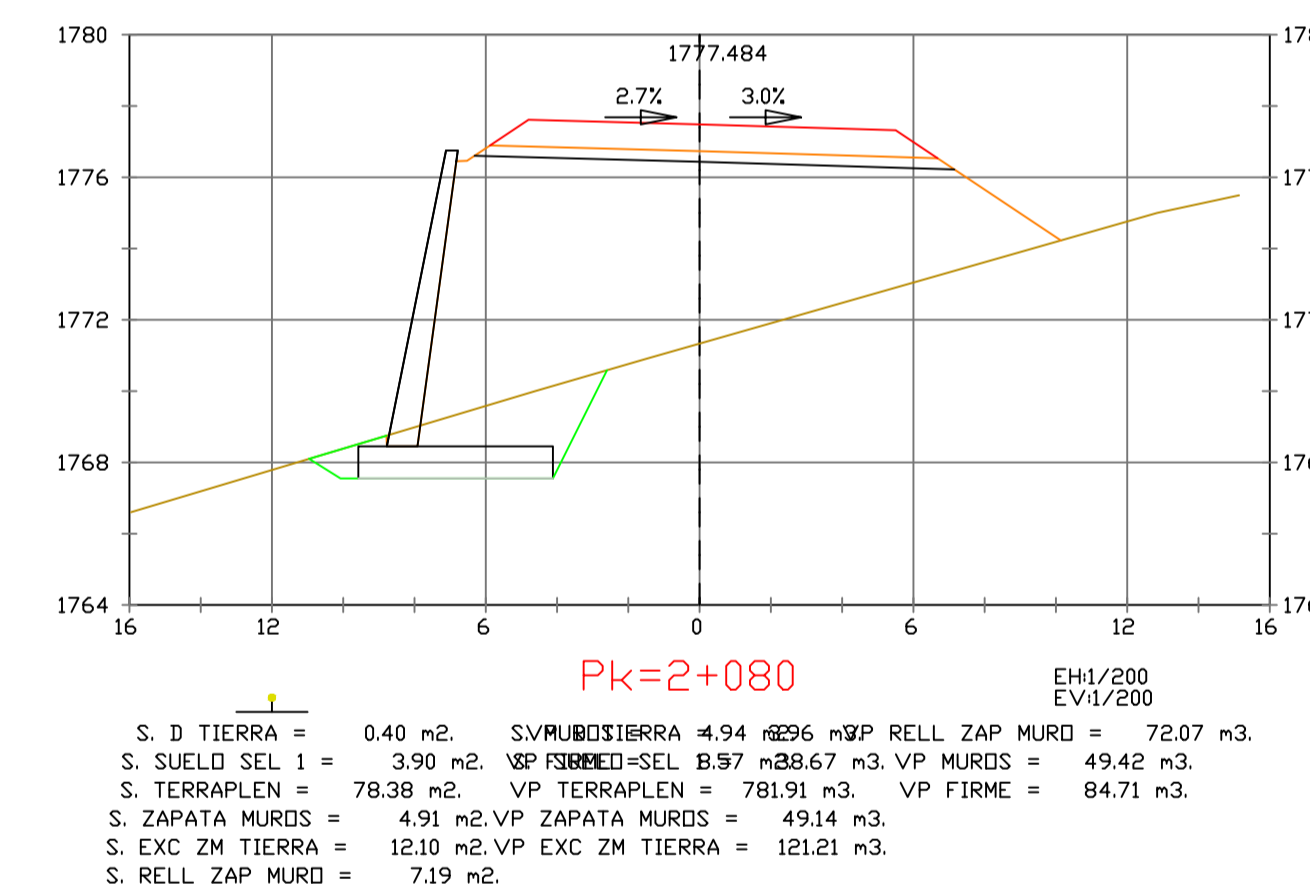
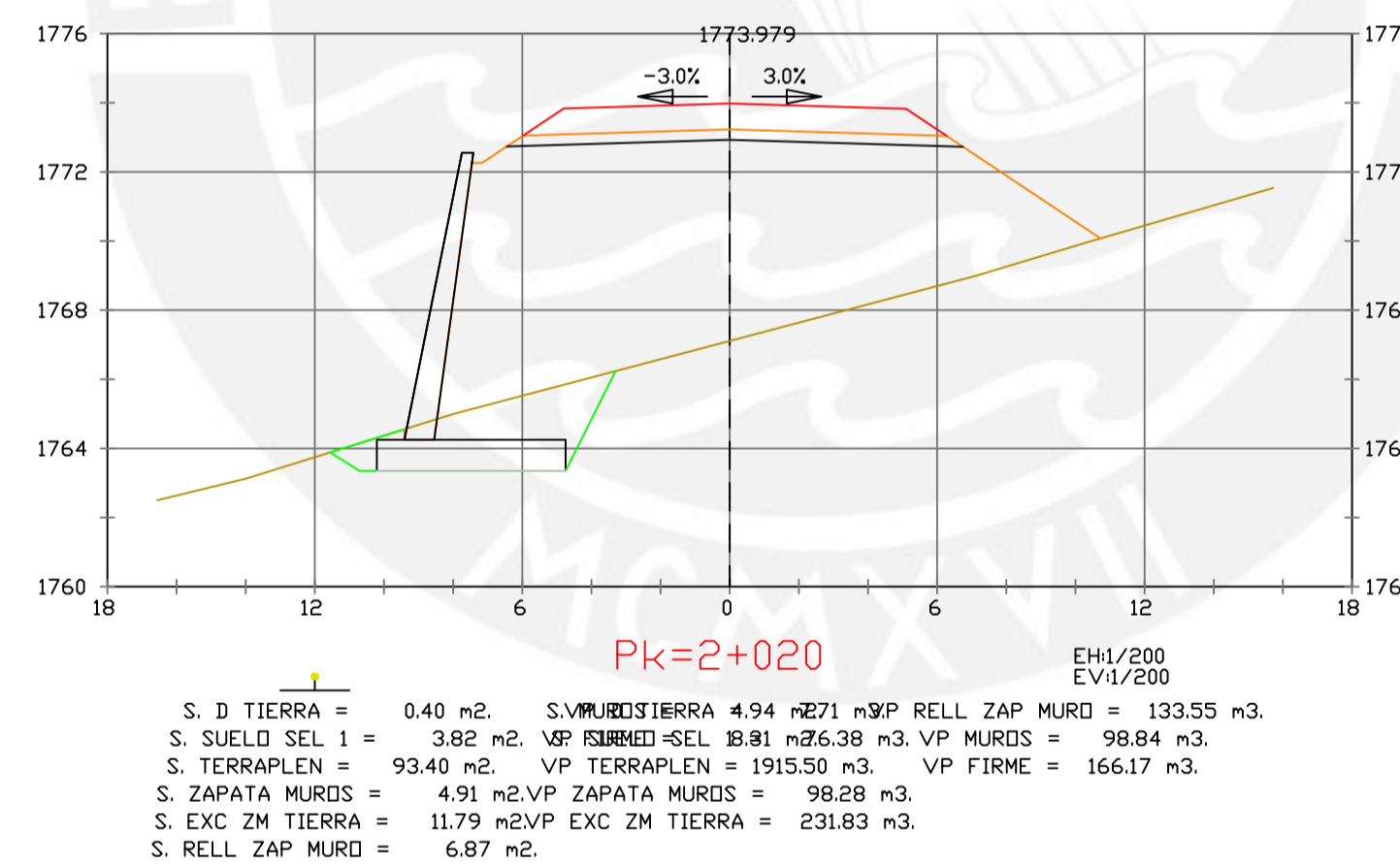
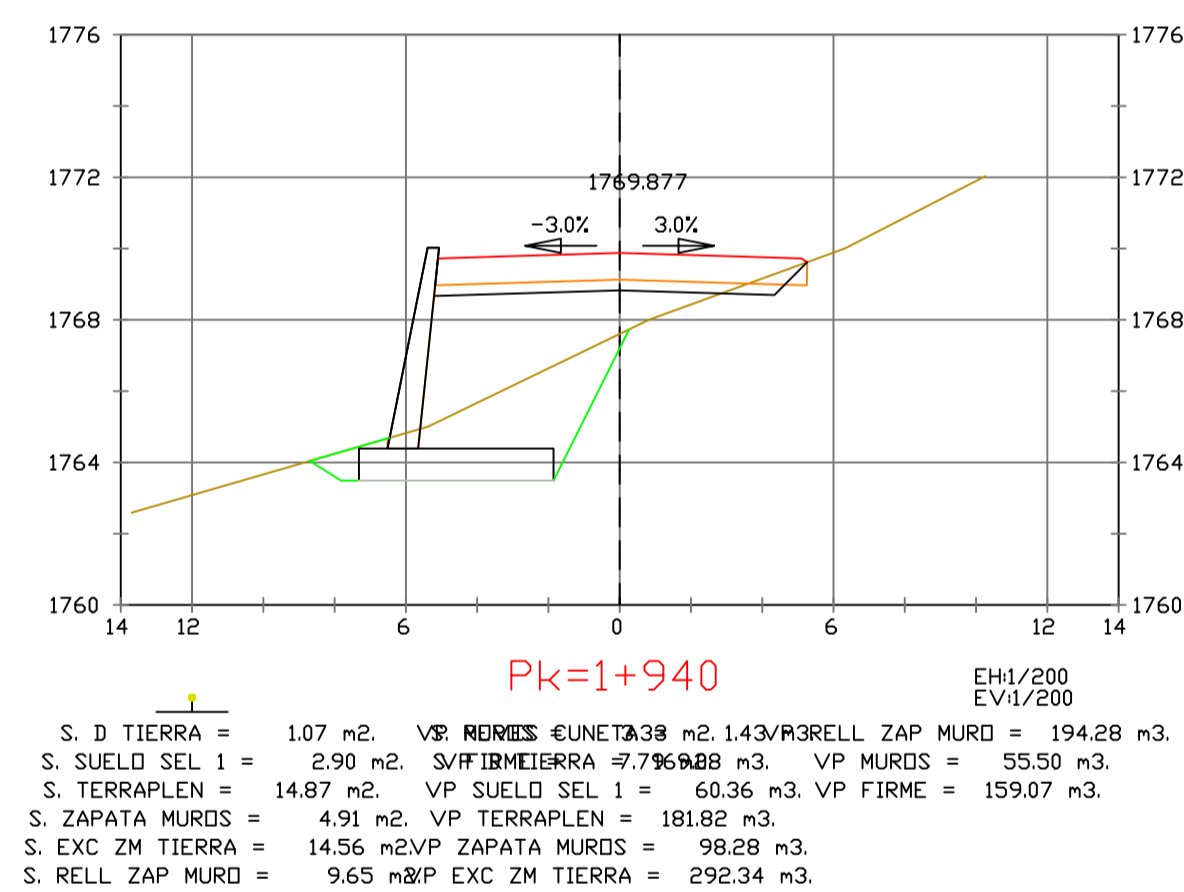
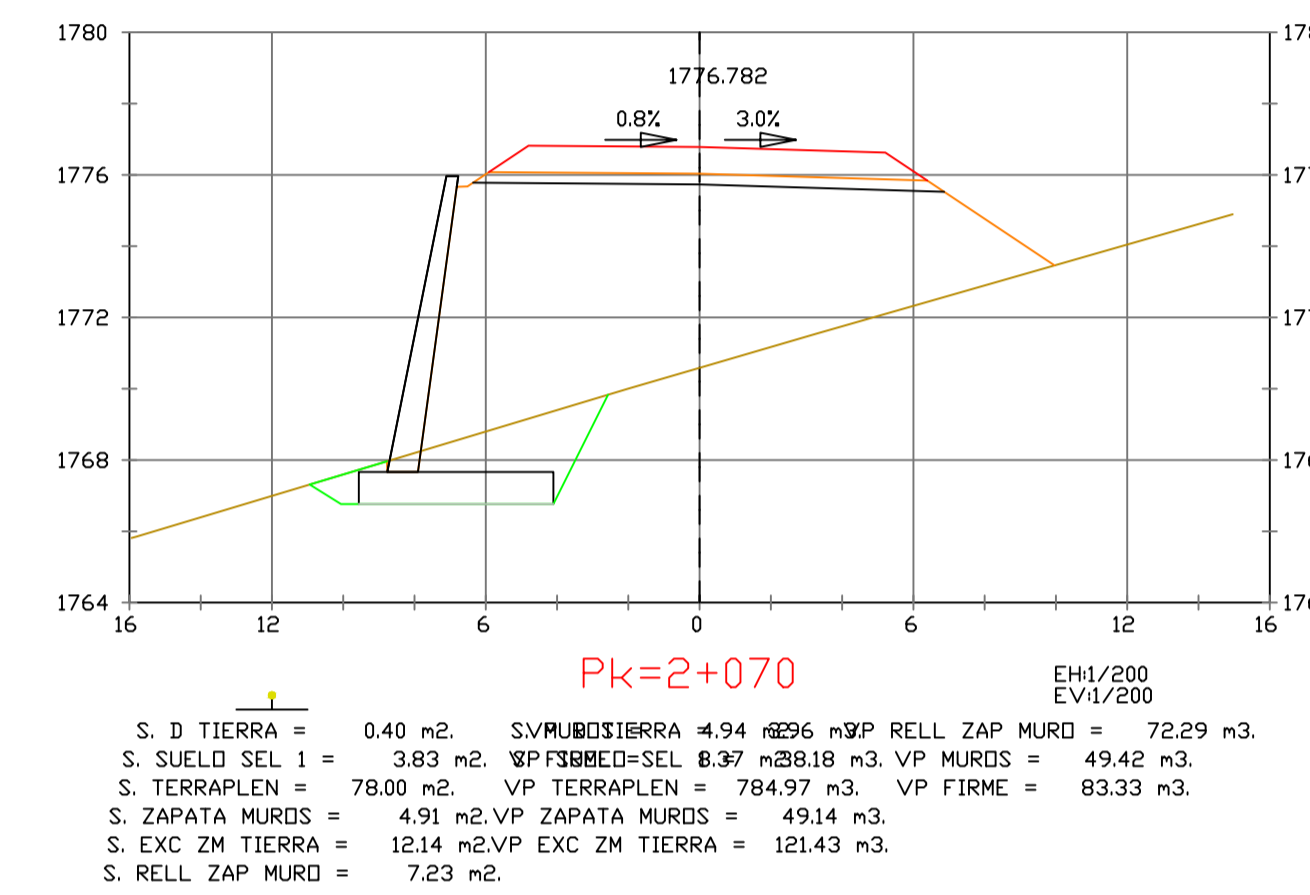
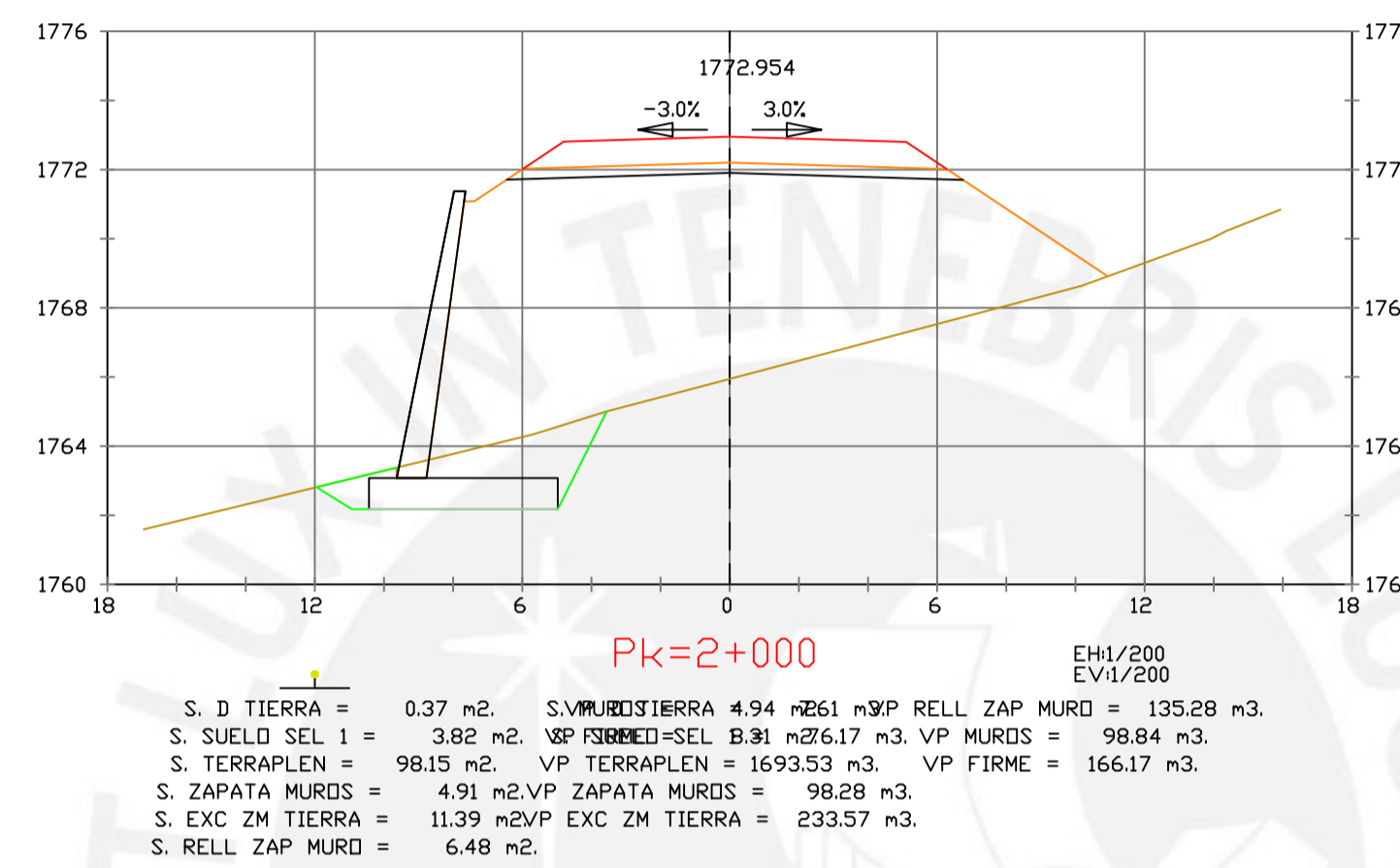
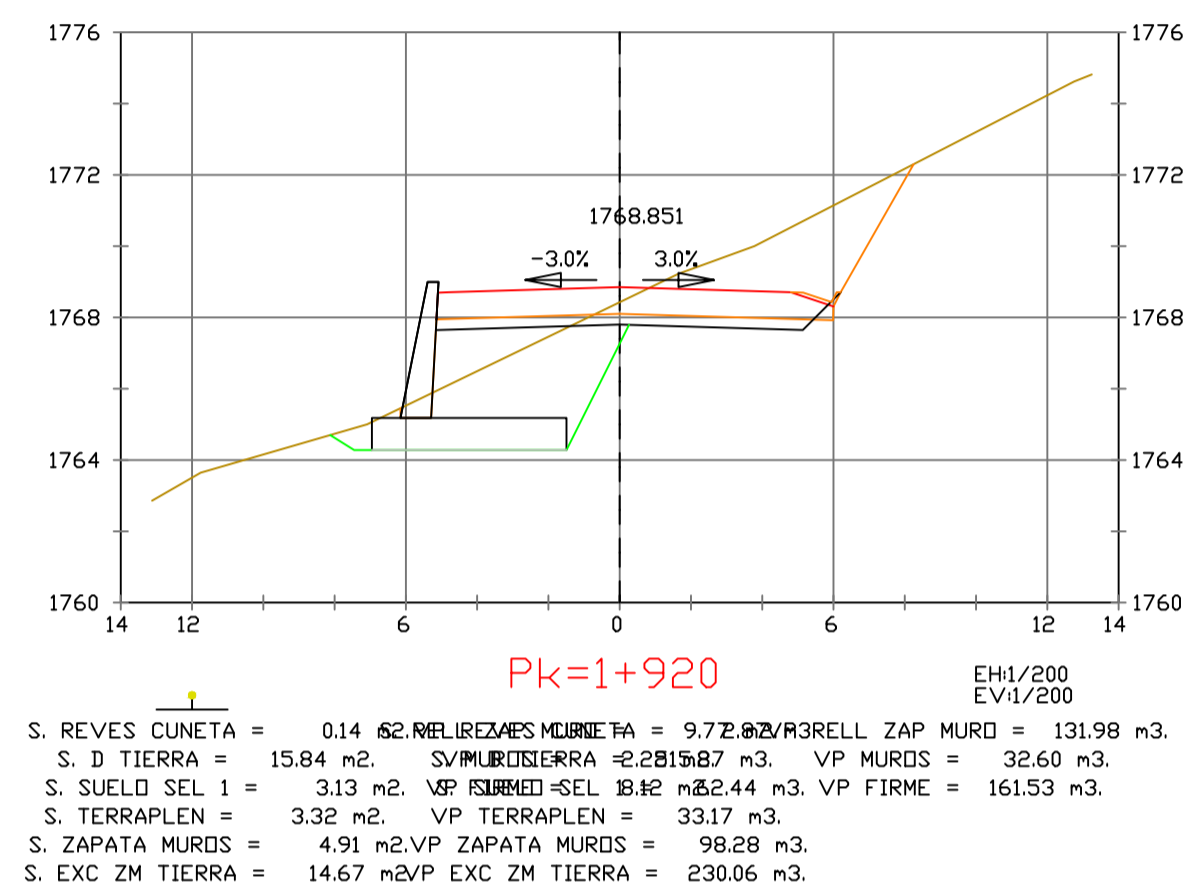
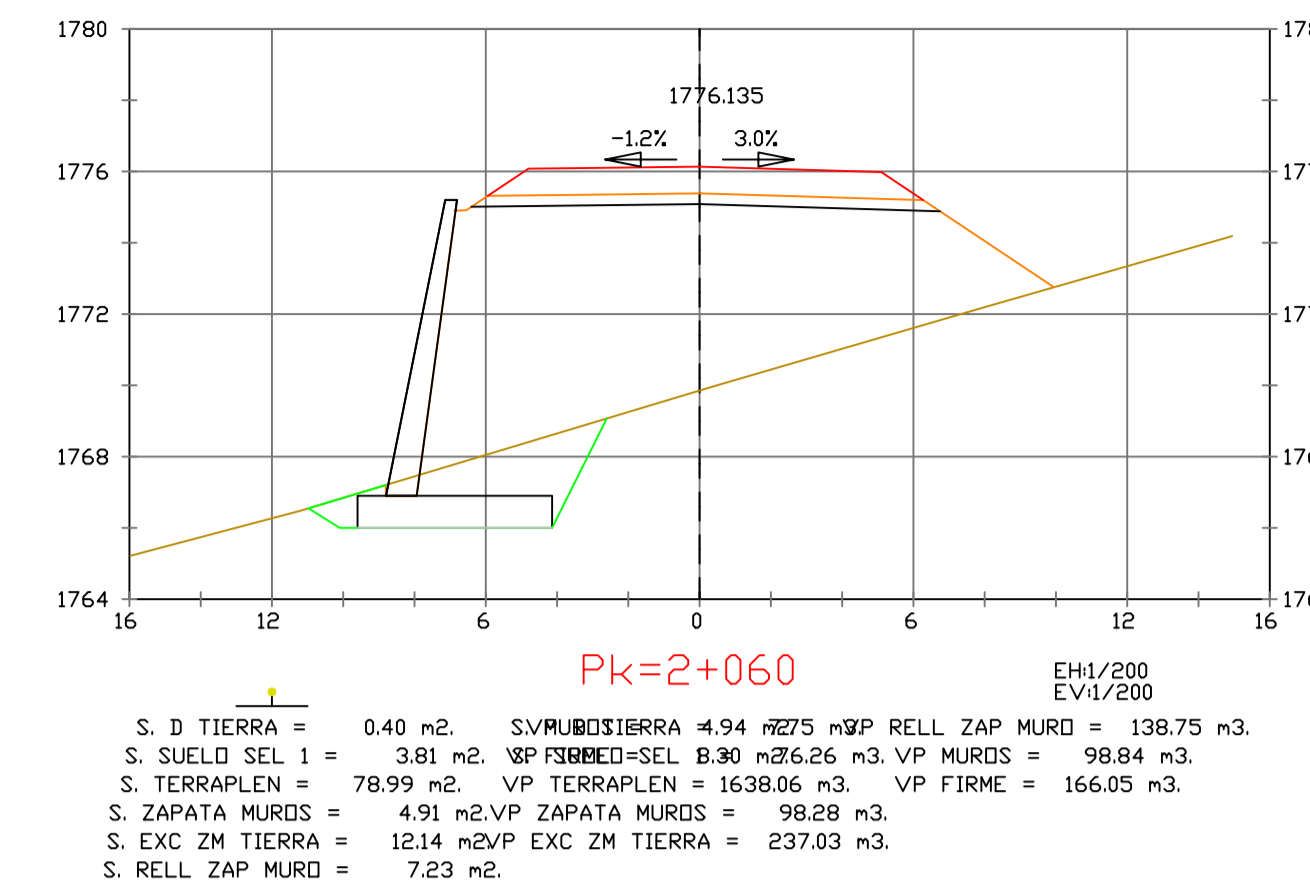
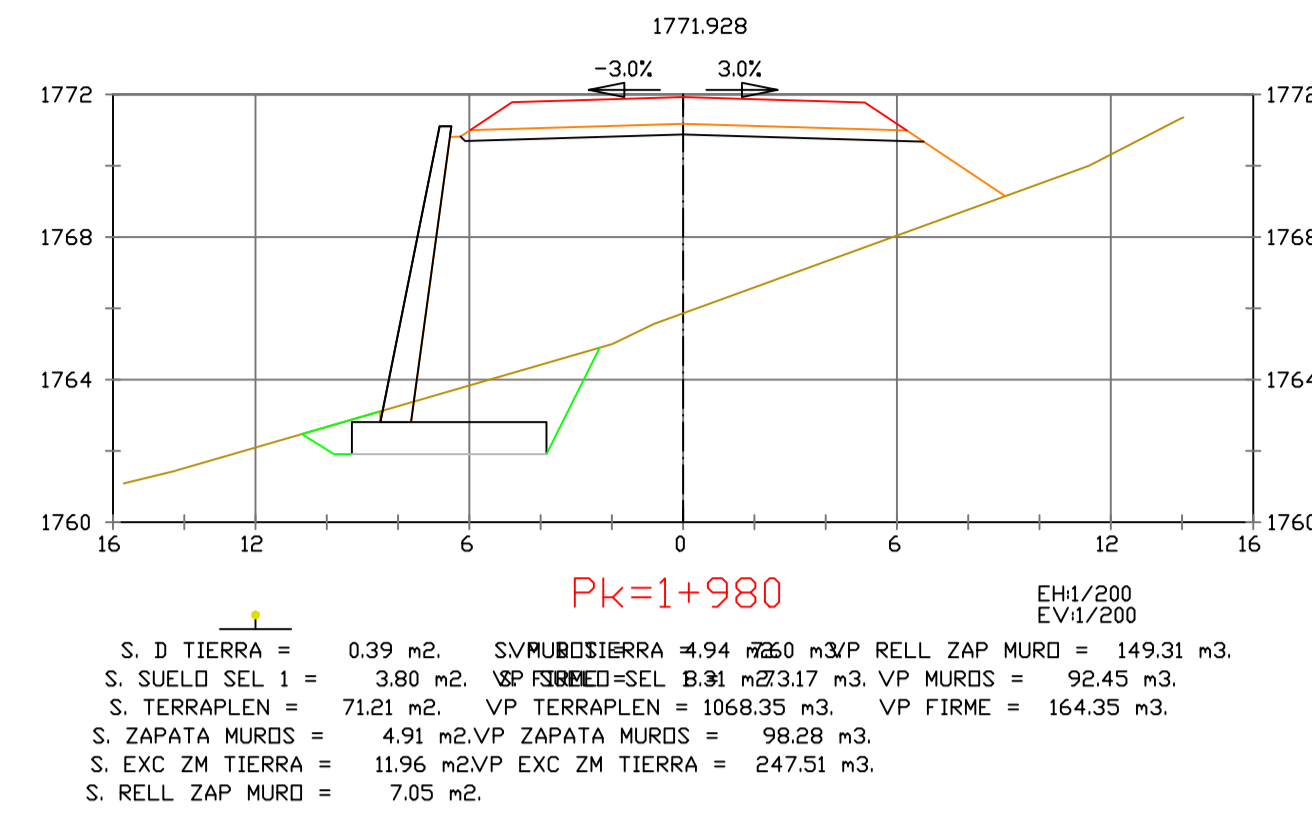
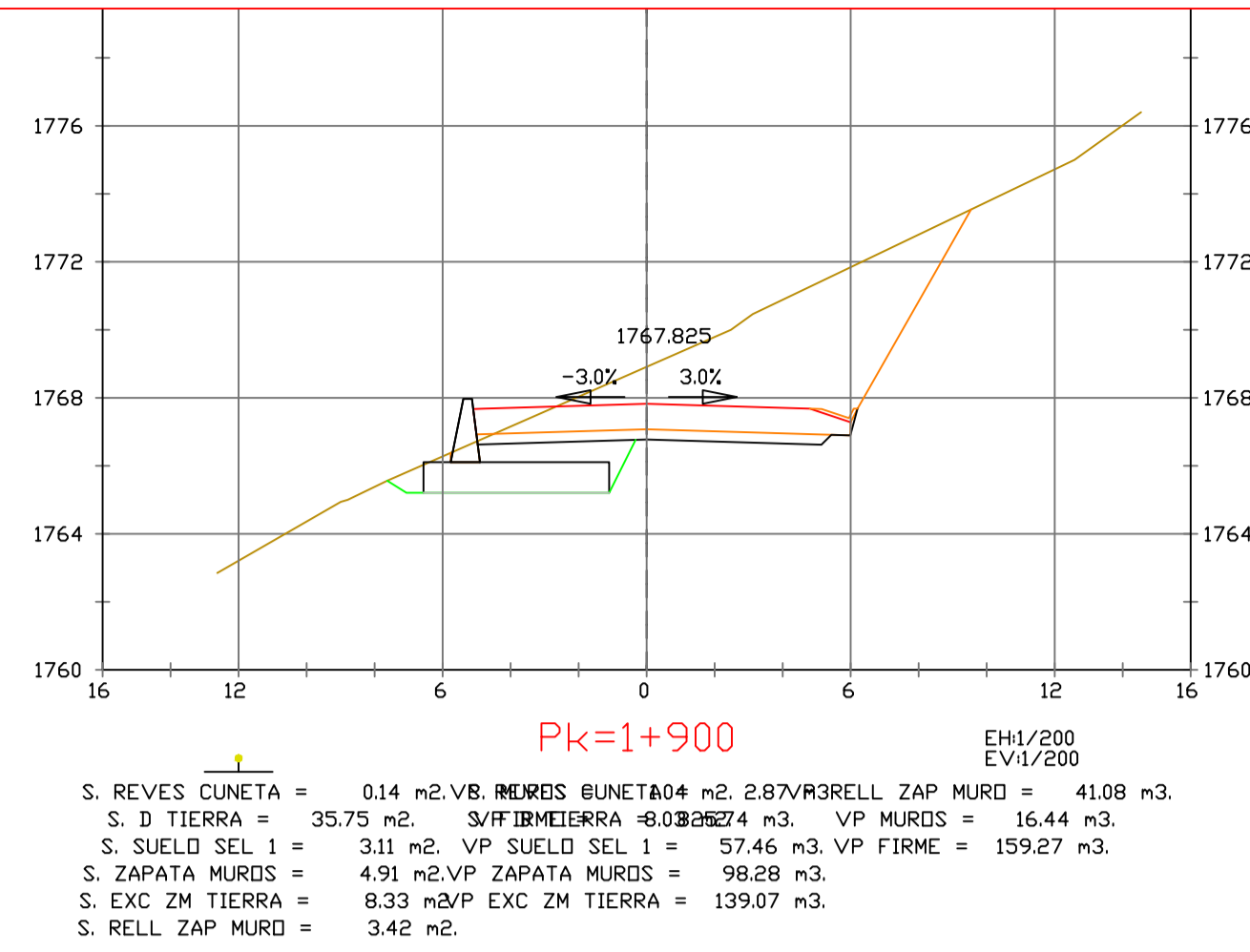


PROYECTO : CARRETERA DE CACLIC A LUYA AMAZONAS

SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 06/12/2021

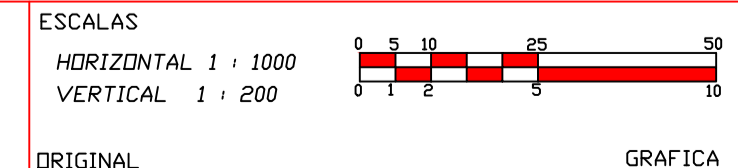
TESIS DE PREGRADO 30



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

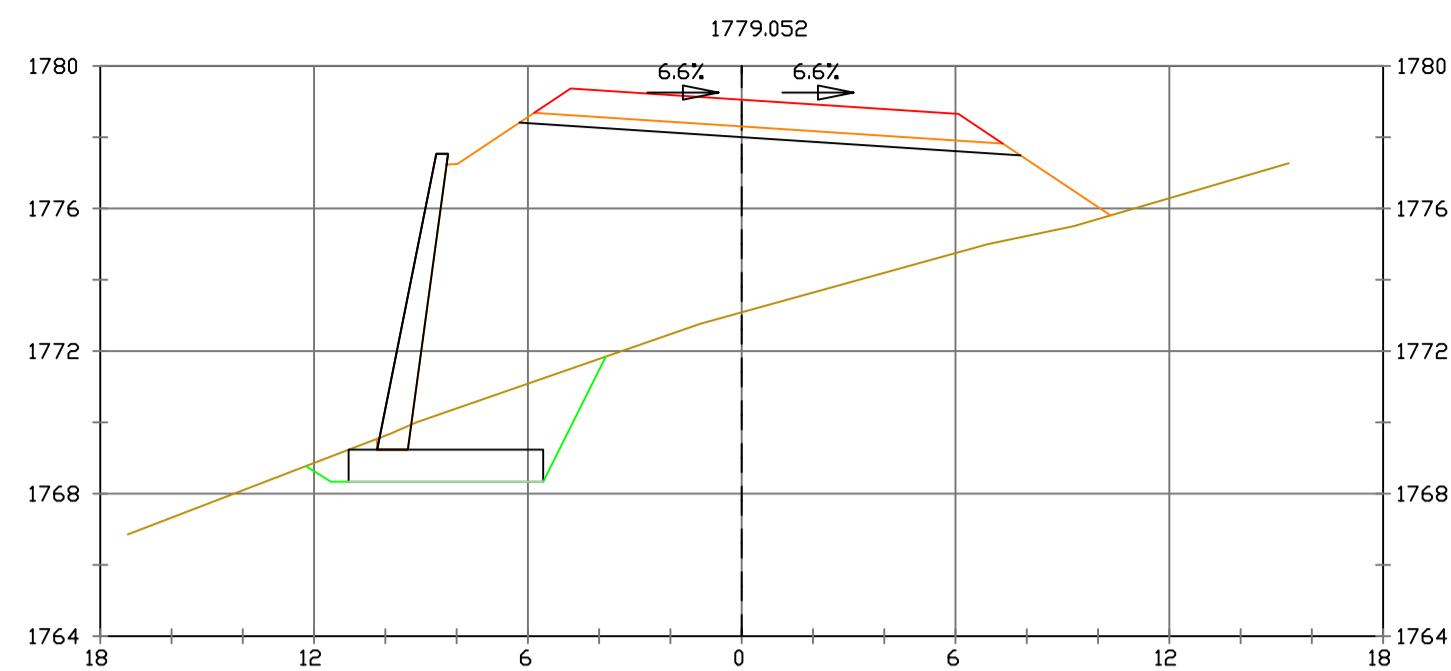


PROYECTO : CARRETERA DE CACLIC A LUYA AMAZONAS

SECCIONES TRANSVERSALES

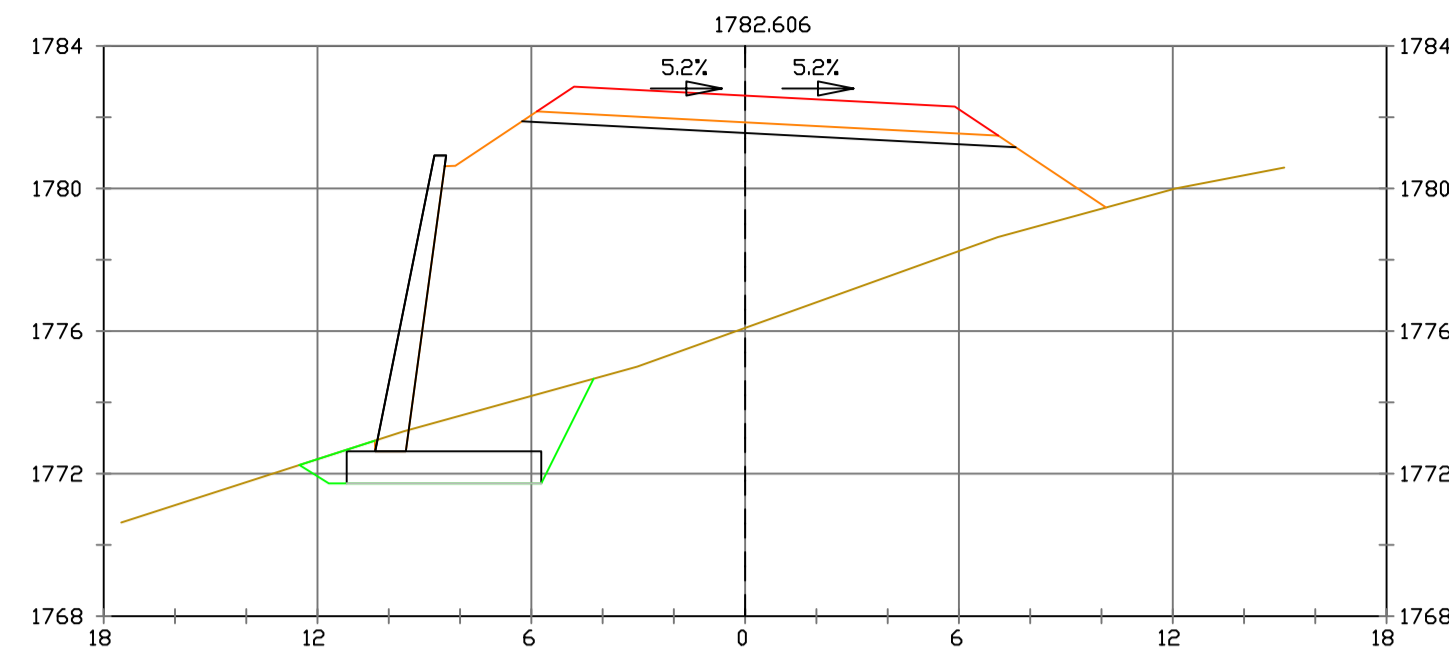
FECHA: 06/12/2021

TESIS DE PREGRADO 31



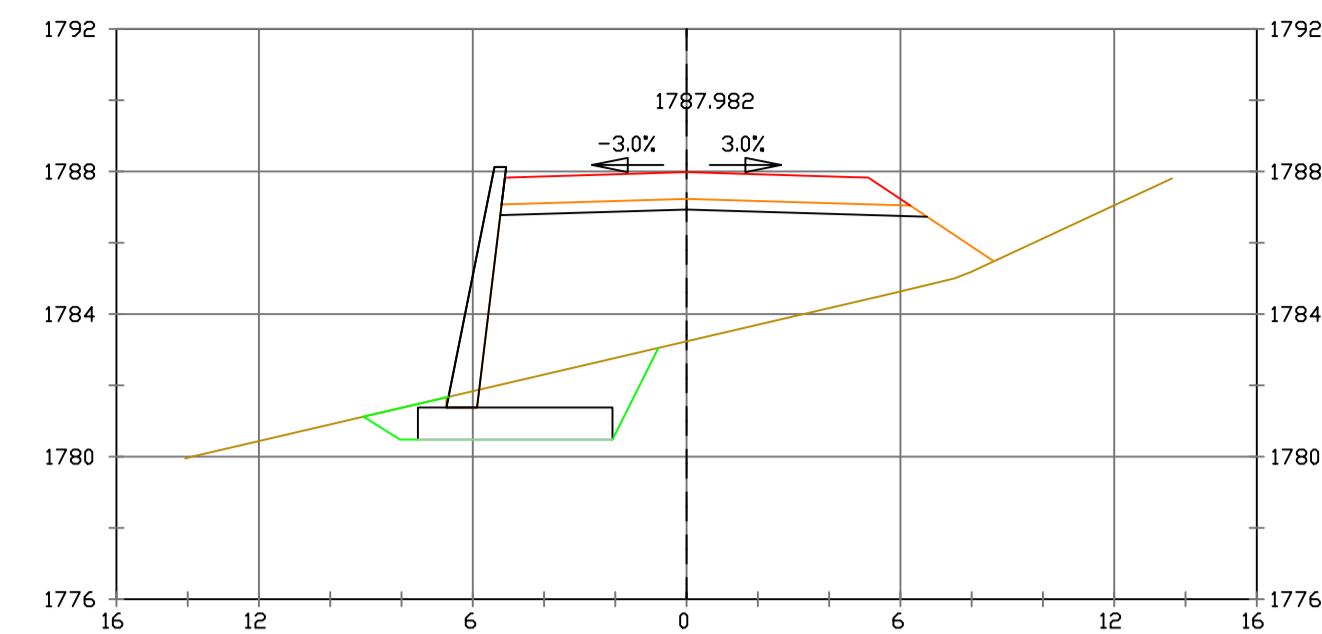
Pk=2+100

S. D TIERRA = 0.44 m². S.V.MURDOS TIERRA 4.94 m² RELL ZAP MURD = 76.81 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 4.08 m². VP FURRO=SEL B.86 m² 0.37 m³. VP MURDOS = 49.42 m³.
 S. TERRAPLEN = 87.13 m². VP TERRAPLEN = 820.55 m³. VP FIRME = 89.01 m³.
 S. ZAPATA MURDOS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDOS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 13.28 m². VP EXC ZM TIERRA = 125.96 m³.
 S. RELL ZAP MURD = 8.37 m².



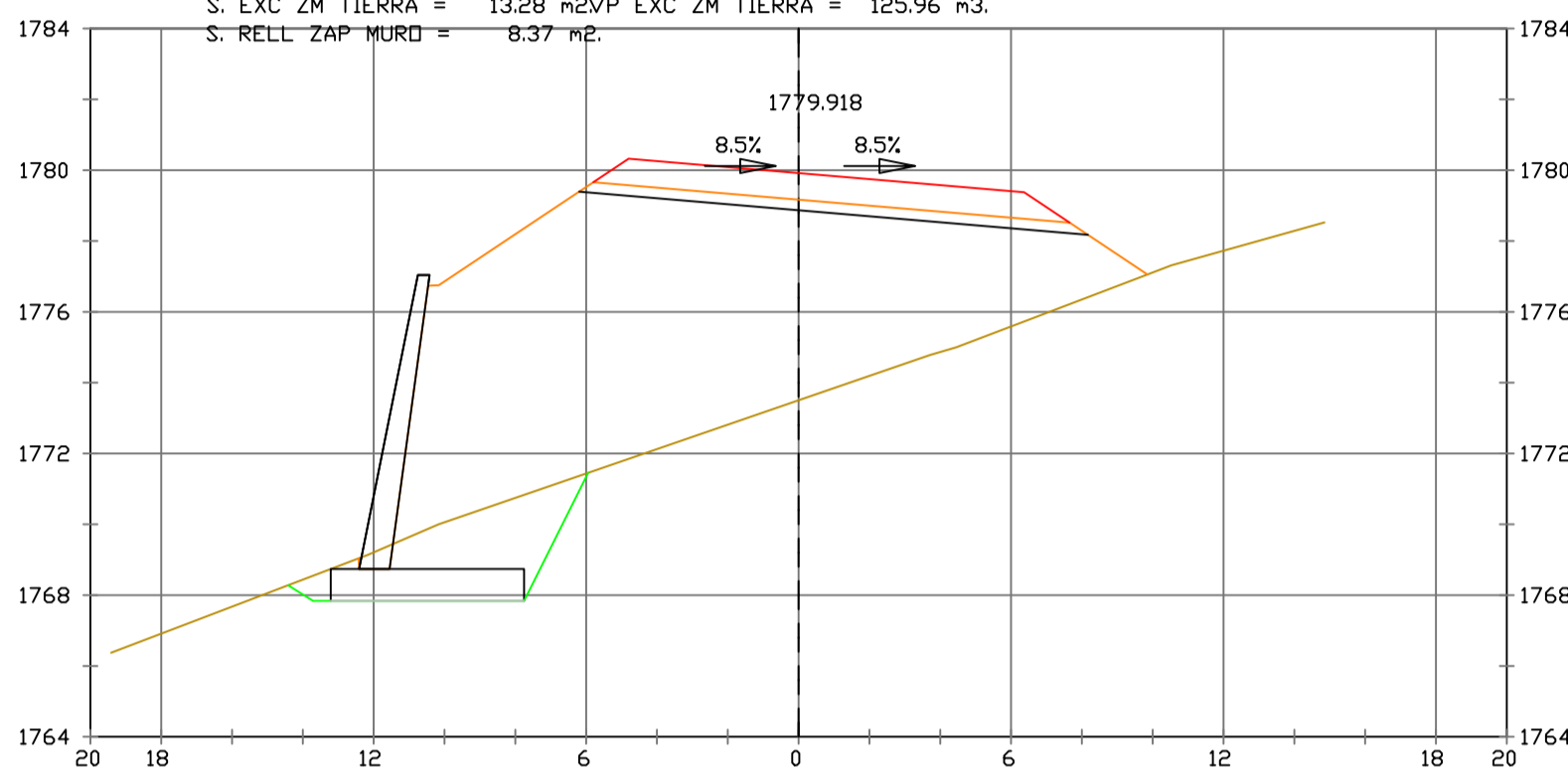
Pk=2+140

S. D TIERRA = 0.41 m². S.V.MURDOS TIERRA 4.94 m² RELL ZAP MURD = 73.24 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 4.02 m². VP FURRO=SEL B.86 m² 0.66 m³. VP MURDOS = 49.42 m³.
 S. TERRAPLEN = 94.14 m². VP TERRAPLEN = 1011.56 m³. VP FIRME = 89.73 m³.
 S. ZAPATA MURDOS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDOS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 11.84 m². VP EXC ZM TIERRA = 122.38 m³.
 S. RELL ZAP MURD = 6.92 m².



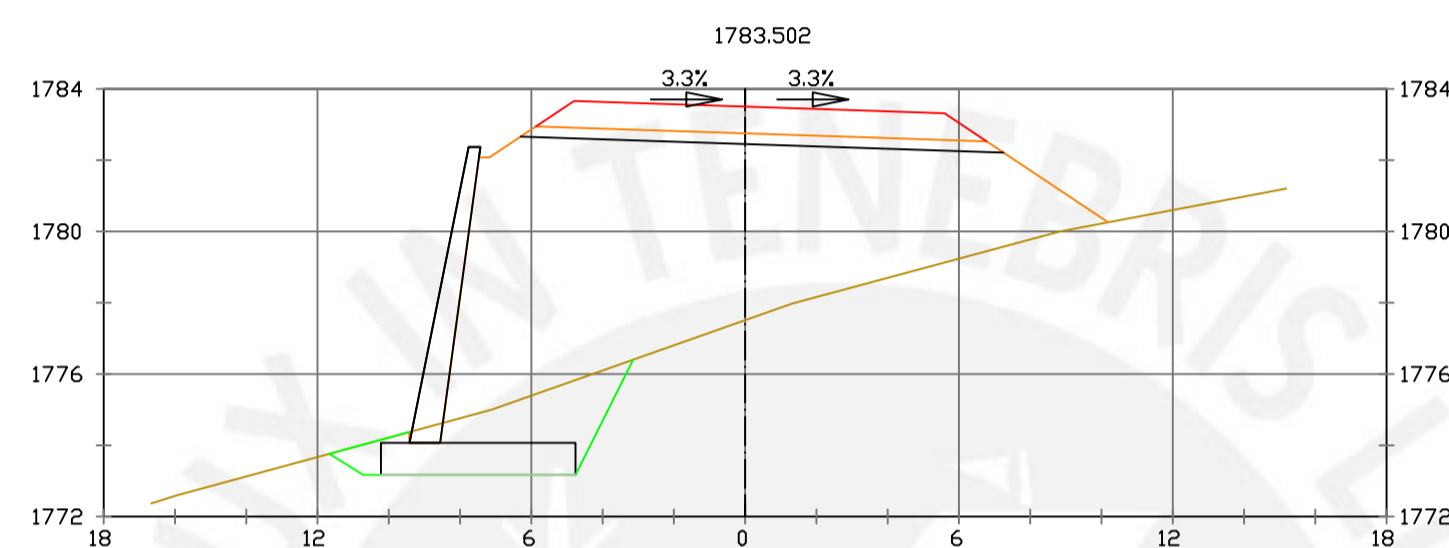
Pk=2+200

S. D TIERRA = 0.35 m². S.V.MURDOS TIERRA 4.00 m² RELL ZAP MURD = 124.69 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.52 m². VP FURRO=SEL B.83 m² 0.37 m³. VP MURDOS = 86.06 m³.
 S. TERRAPLEN = 44.36 m². VP TERRAPLEN = 1031.50 m³. VP FIRME = 162.53 m³.
 S. ZAPATA MURDOS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDOS = 98.28 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 10.97 m². VP EXC ZM TIERRA = 222.80 m³.
 S. RELL ZAP MURD = 6.06 m².



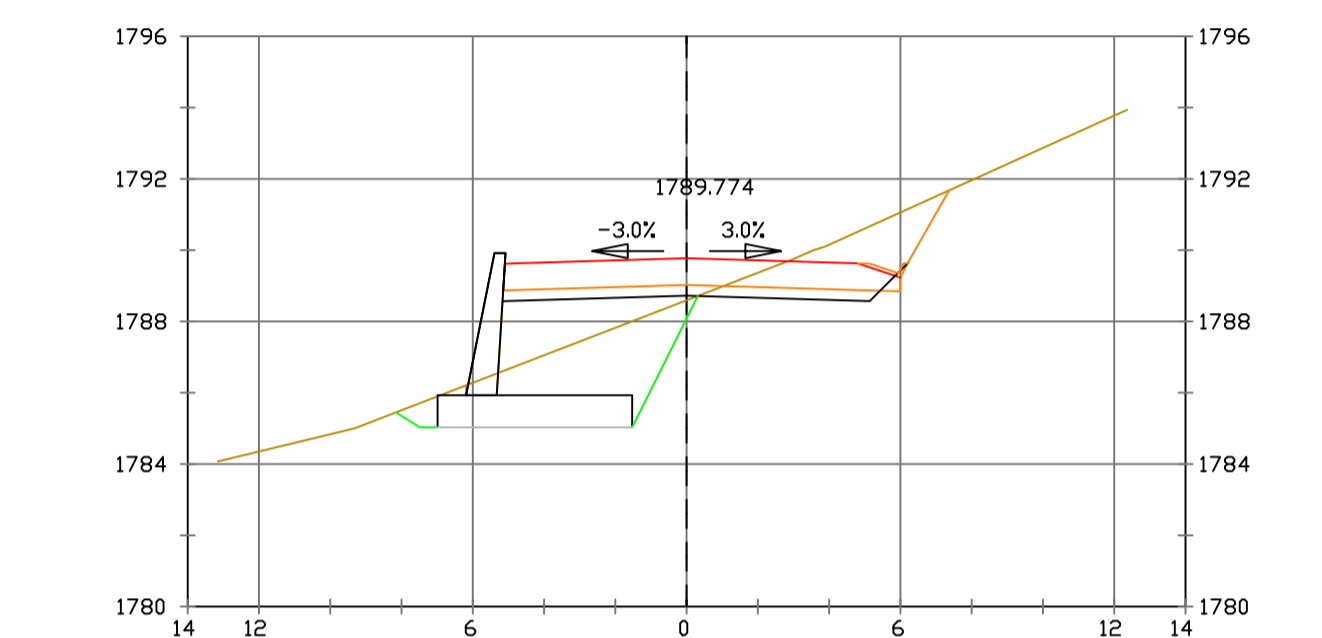
Pk=2+110

S. D TIERRA = 0.45 m². S.V.MURDOS TIERRA 4.94 m² RELL ZAP MURD = 85.98 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 4.17 m². VP FURRO=SEL B.83 m² 1.28 m³. VP MURDOS = 49.42 m³.
 S. TERRAPLEN = 107.14 m². VP TERRAPLEN = 971.32 m³. VP FIRME = 91.22 m³.
 S. ZAPATA MURDOS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDOS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 13.74 m². VP EXC ZM TIERRA = 135.12 m³.
 S. RELL ZAP MURD = 8.83 m².



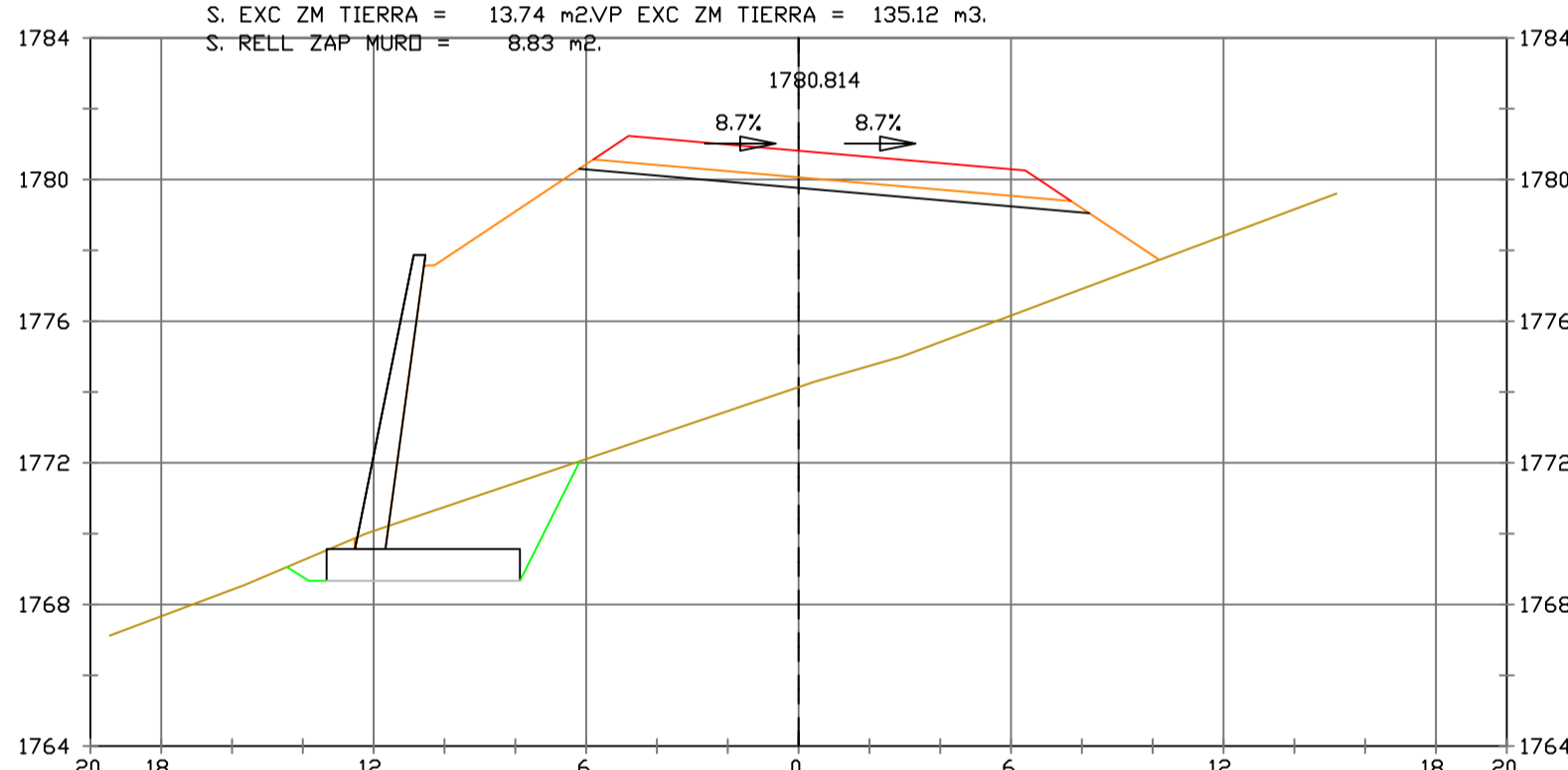
Pk=2+150

S. D TIERRA = 0.38 m². S.V.MURDOS TIERRA 4.94 m² RELL ZAP MURD = 71.46 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.93 m². VP FURRO=SEL B.84 m² 0.76 m³. VP MURDOS = 49.42 m³.
 S. TERRAPLEN = 81.81 m². VP TERRAPLEN = 879.73 m³. VP FIRME = 87.52 m³.
 S. ZAPATA MURDOS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDOS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 12.28 m². VP EXC ZM TIERRA = 120.60 m³.
 S. RELL ZAP MURD = 7.37 m².



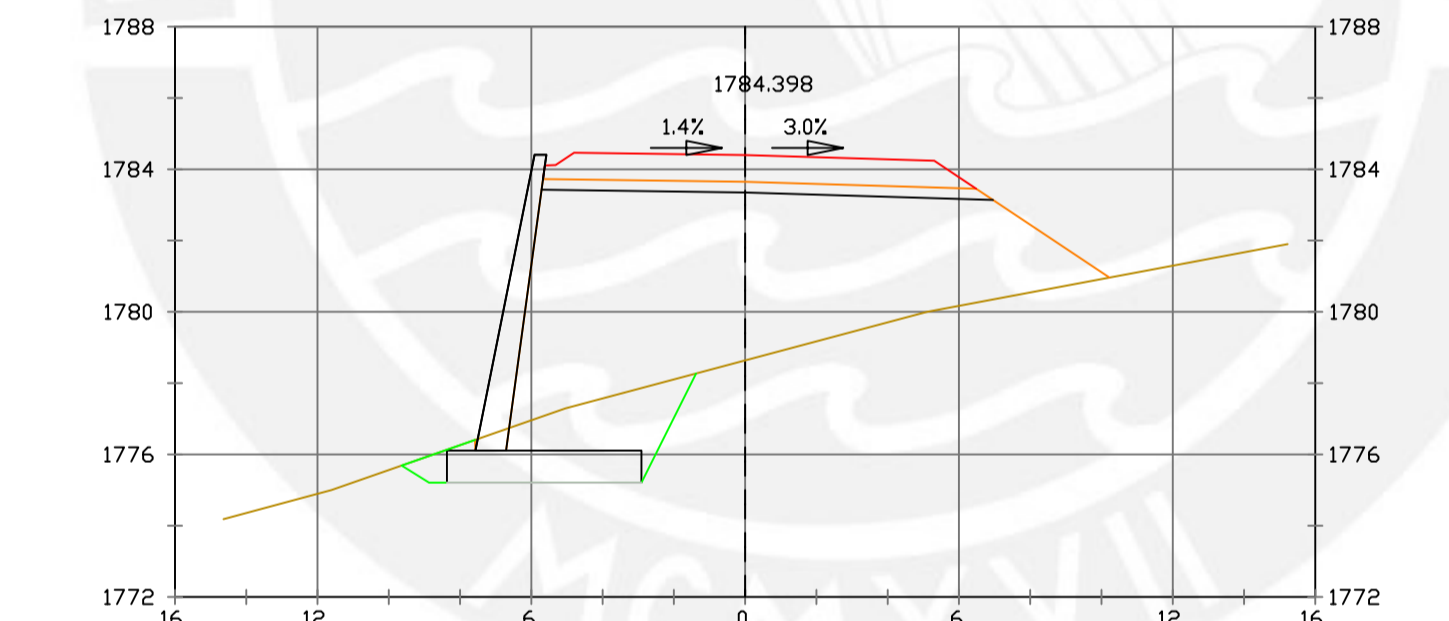
Pk=2+220

S. REVES CUNETA = 0.14 m². VP REVES CUNETA = 8.54 m³. RELL ZAP MURD = 146.04 m³.
 S. D TIERRA = 8.12 m². S.V.MURDOS TIERRA 2.33 m² 0.2 m³. VP MURDOS = 63.33 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.13 m². VP FURRO=SEL B.82 m² 0.50 m³. VP FIRME = 162.47 m³.
 S. TERRAPLEN = 5.56 m². VP TERRAPLEN = 499.20 m³.
 S. ZAPATA MURDOS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDOS = 98.28 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 13.45 m². VP EXC ZM TIERRA = 244.22 m³.



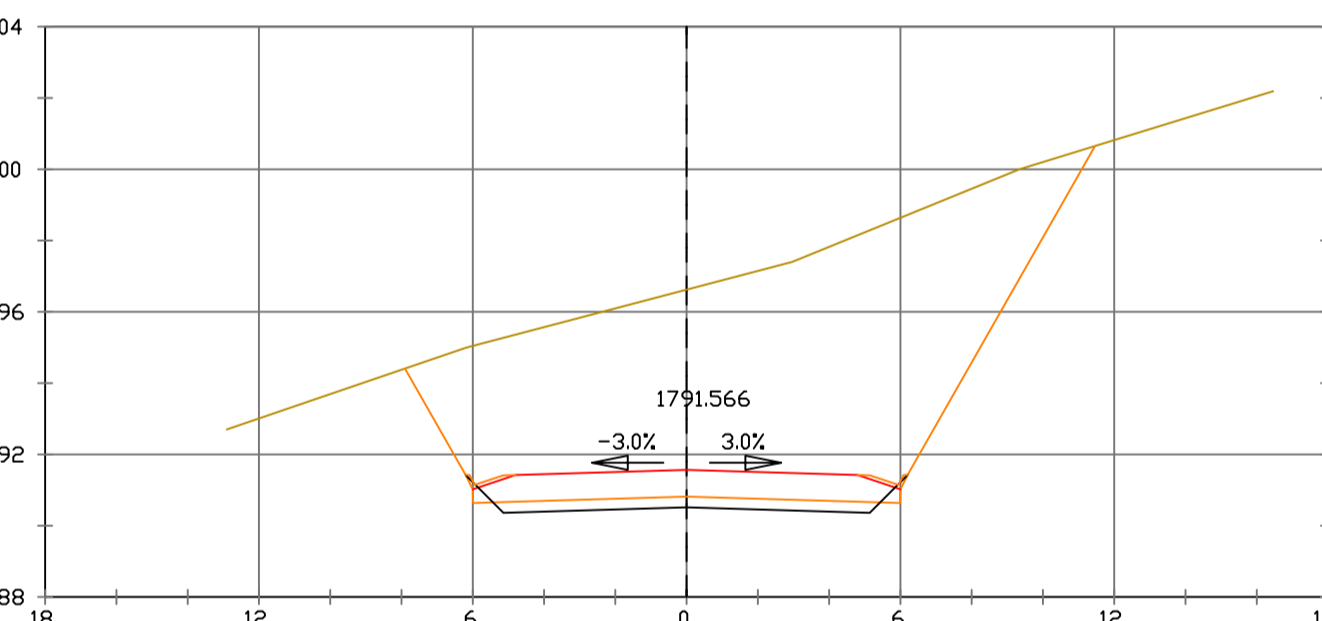
Pk=2+120

S. D TIERRA = 0.43 m². S.V.MURDOS TIERRA 4.94 m² RELL ZAP MURD = 83.33 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 4.18 m². VP FURRO=SEL B.86 m² 1.79 m³. VP MURDOS = 49.42 m³.
 S. TERRAPLEN = 113.79 m². VP TERRAPLEN = 1104.63 m³. VP FIRME = 92.46 m³.
 S. ZAPATA MURDOS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDOS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 12.75 m². VP EXC ZM TIERRA = 132.47 m³.
 S. RELL ZAP MURD = 7.84 m².



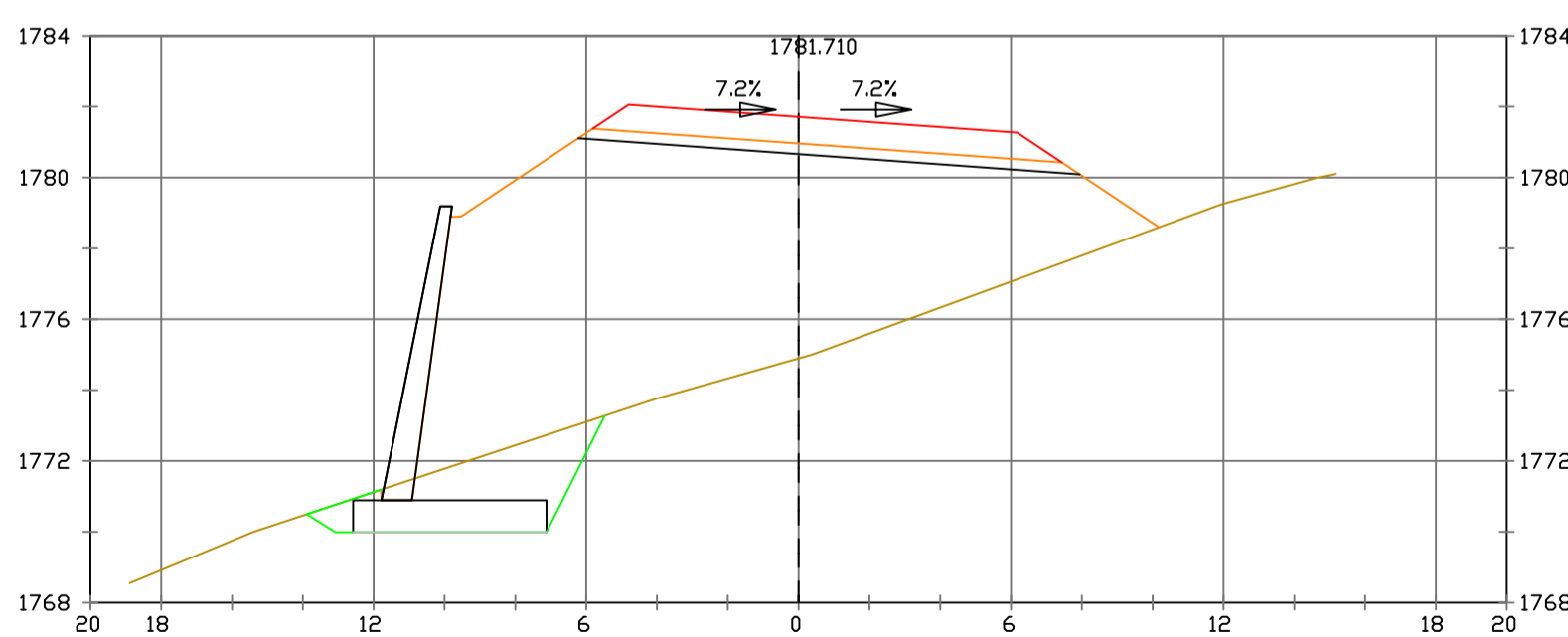
Pk=2+160

S. D TIERRA = 0.42 m². S.V.MURDOS TIERRA 4.94 m² RELL ZAP MURD = 74.21 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.72 m². VP FURRO=SEL B.45 m² 0.28 m³. VP MURDOS = 49.42 m³.
 S. TERRAPLEN = 64.68 m². VP TERRAPLEN = 732.43 m³. VP FIRME = 85.44 m³.
 S. ZAPATA MURDOS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDOS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 12.39 m². VP EXC ZM TIERRA = 123.36 m³.
 S. RELL ZAP MURD = 7.47 m².



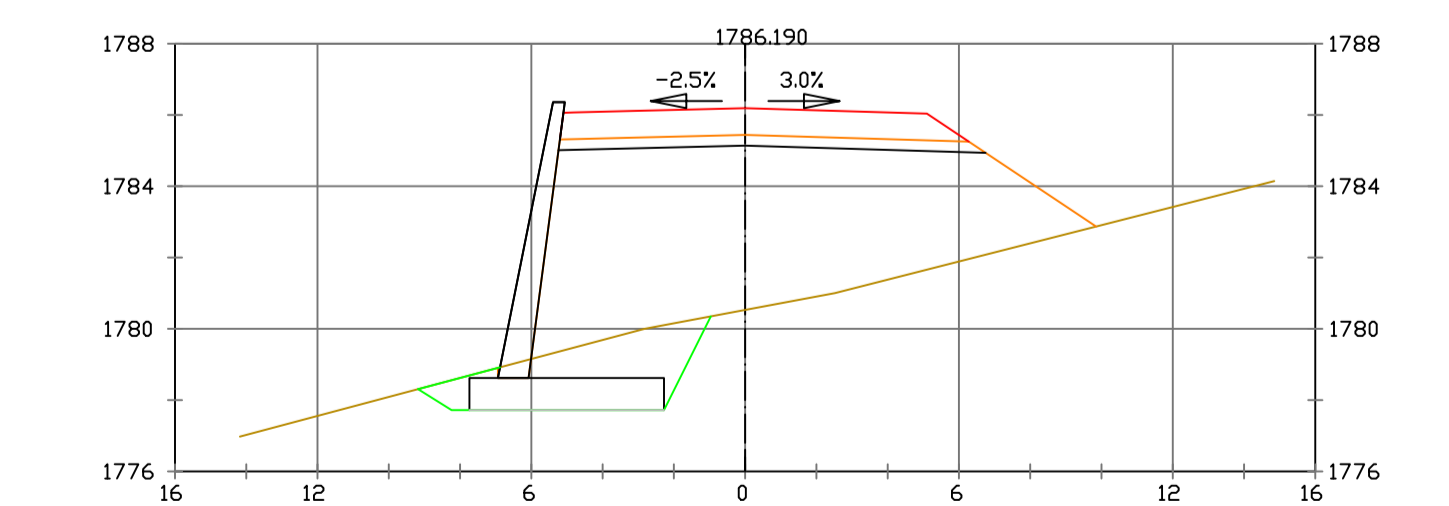
Pk=2+240

S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 4.30 m³. RELL ZAP MURD = 85.39 m³.
 S. D TIERRA = 99.04 m². VP D TIERRA = 1071.59 m³. VP MURDOS = 23.30 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m². VP FURRO=SEL B.83 m² 0.37 m³. VP FIRME = 166.81 m³.
 S. TERRAPLEN = 8.56 m². VP TERRAPLEN = 55.59 m³.
 S. ZAPATA MURDOS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDOS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 134.52 m³.



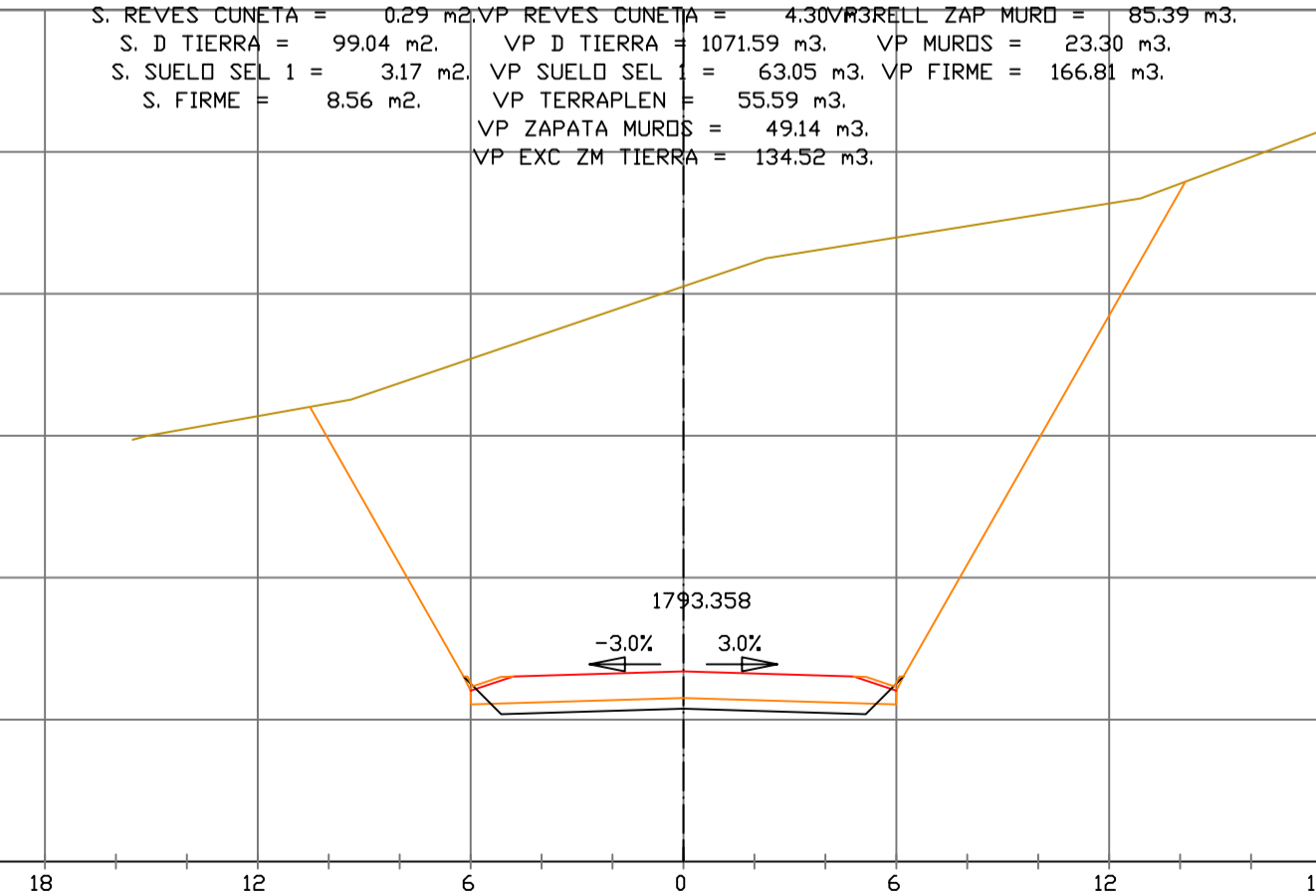
Pk=2+130

S. D TIERRA = 0.41 m². S.V.MURDOS TIERRA 4.94 m² RELL ZAP MURD = 77.83 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 4.11 m². VP FURRO=SEL B.88 m² 1.48 m³. VP MURDOS = 49.42 m³.
 S. TERRAPLEN = 108.17 m². VP TERRAPLEN = 1109.81 m³. VP FIRME = 91.71 m³.
 S. ZAPATA MURDOS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDOS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 12.64 m². VP EXC ZM TIERRA = 126.96 m³.
 S. RELL ZAP MURD = 7.73 m².



Pk=2+180

S. D TIERRA = 0.36 m². S.V.MURDOS TIERRA 4.60 m² RELL ZAP MURD = 138.77 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.52 m². VP FURRO=SEL B.83 m² 2.44 m³. VP MURDOS = 95.45 m³.
 S. TERRAPLEN = 58.79 m². VP TERRAPLEN = 1234.70 m³. VP FIRME = 165.74 m³.
 S. ZAPATA MURDOS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDOS = 98.28 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 11.31 m². VP EXC ZM TIERRA = 236.97 m³.
 S. RELL ZAP MURD = 6.40 m².



Pk=2+260

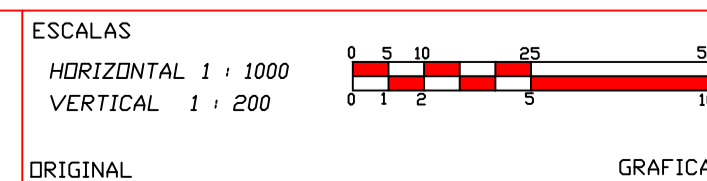
S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 5.74 m³. VP FIRME = 171.18 m³.
 S. D TIERRA = 213.55 m². VP D TIERRA = 3125.96 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m². VP FURRO=SEL B.83 m² 0.37 m³. VP FIRME = 166.81 m³.
 S. TERRAPLEN = 8.56 m².



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

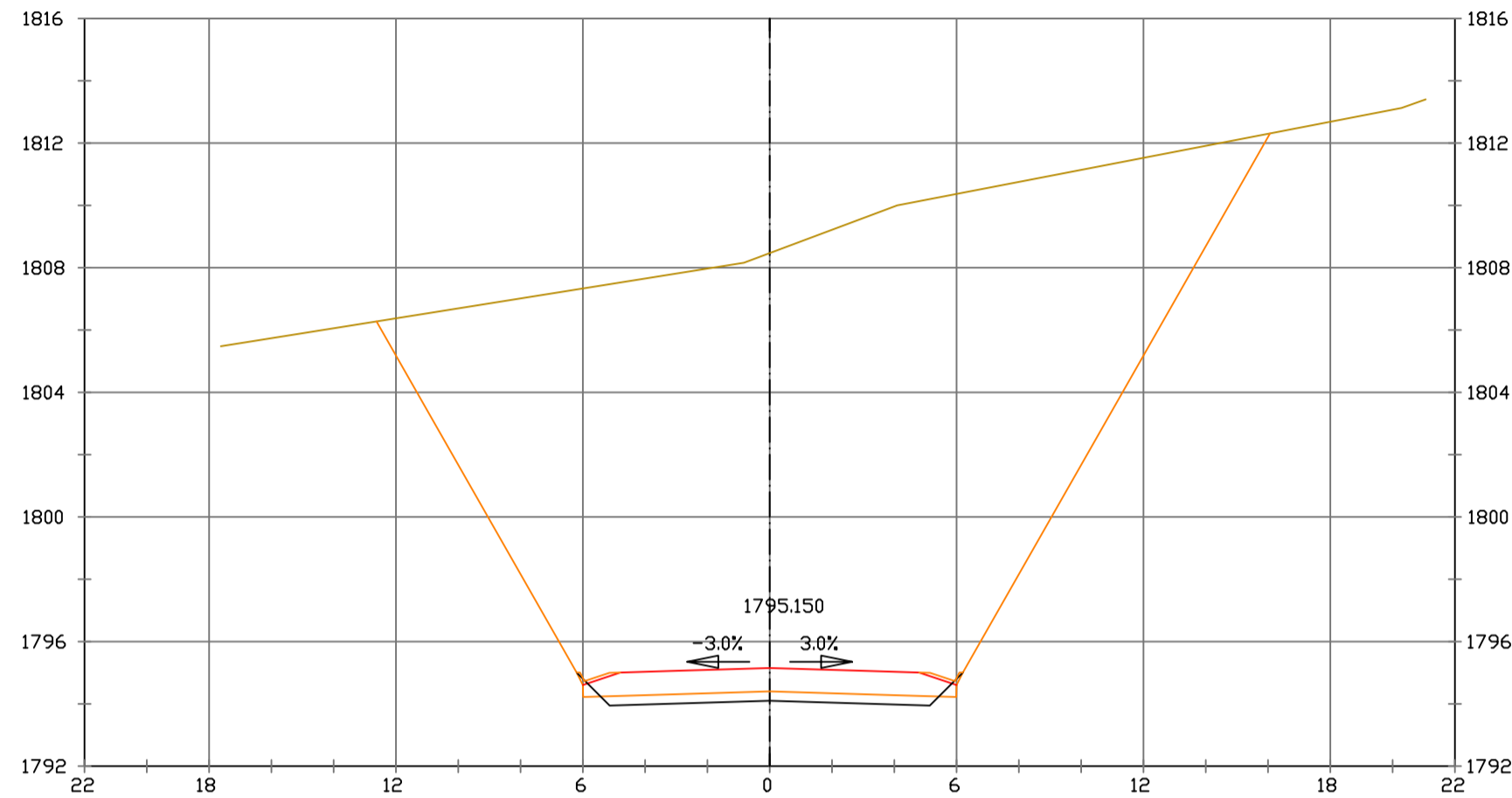


PROYECTO: CARRETERA DE CACLIC A LUYA AMAZONAS

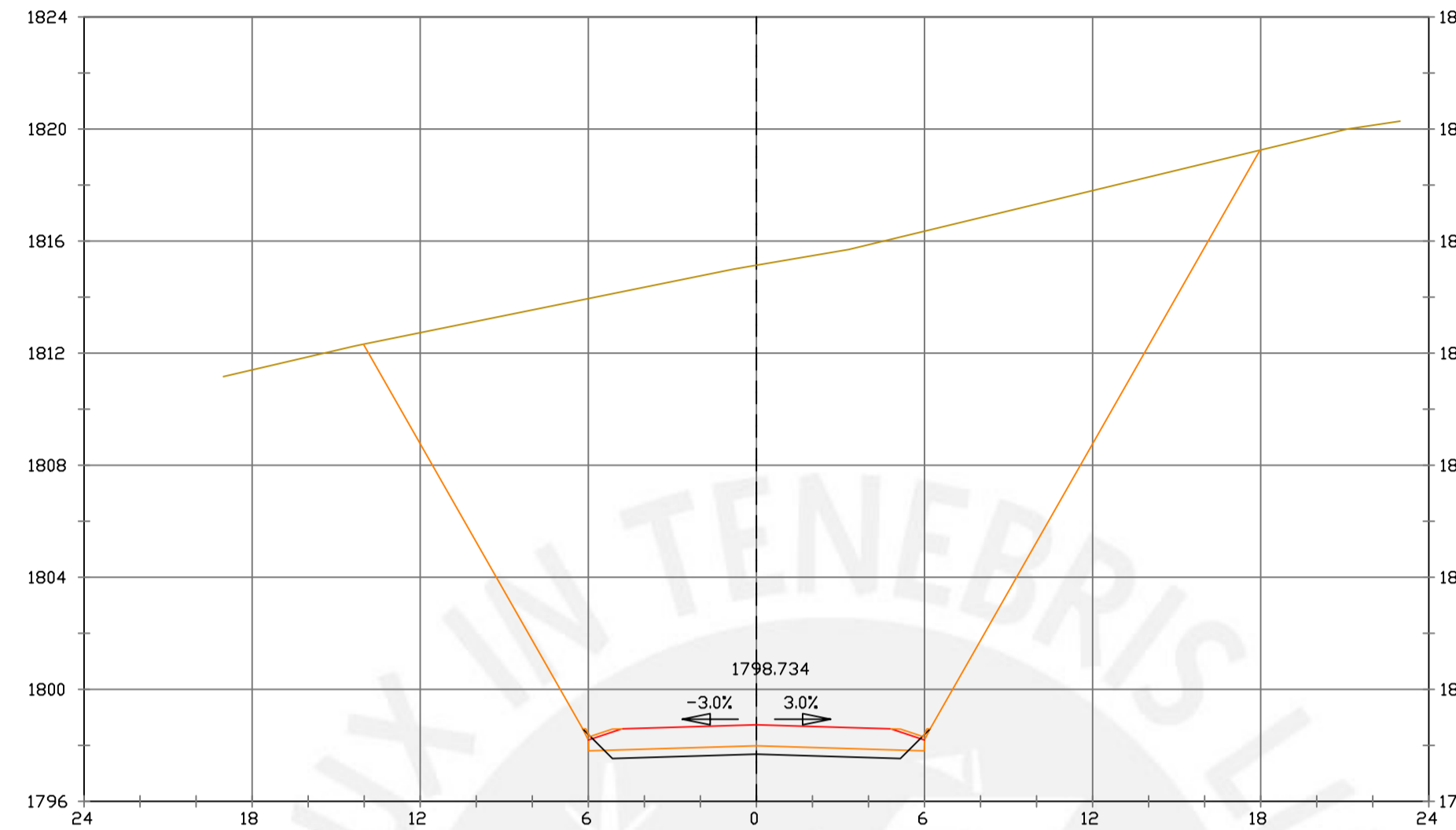
NOMBRE PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 06/12/2021

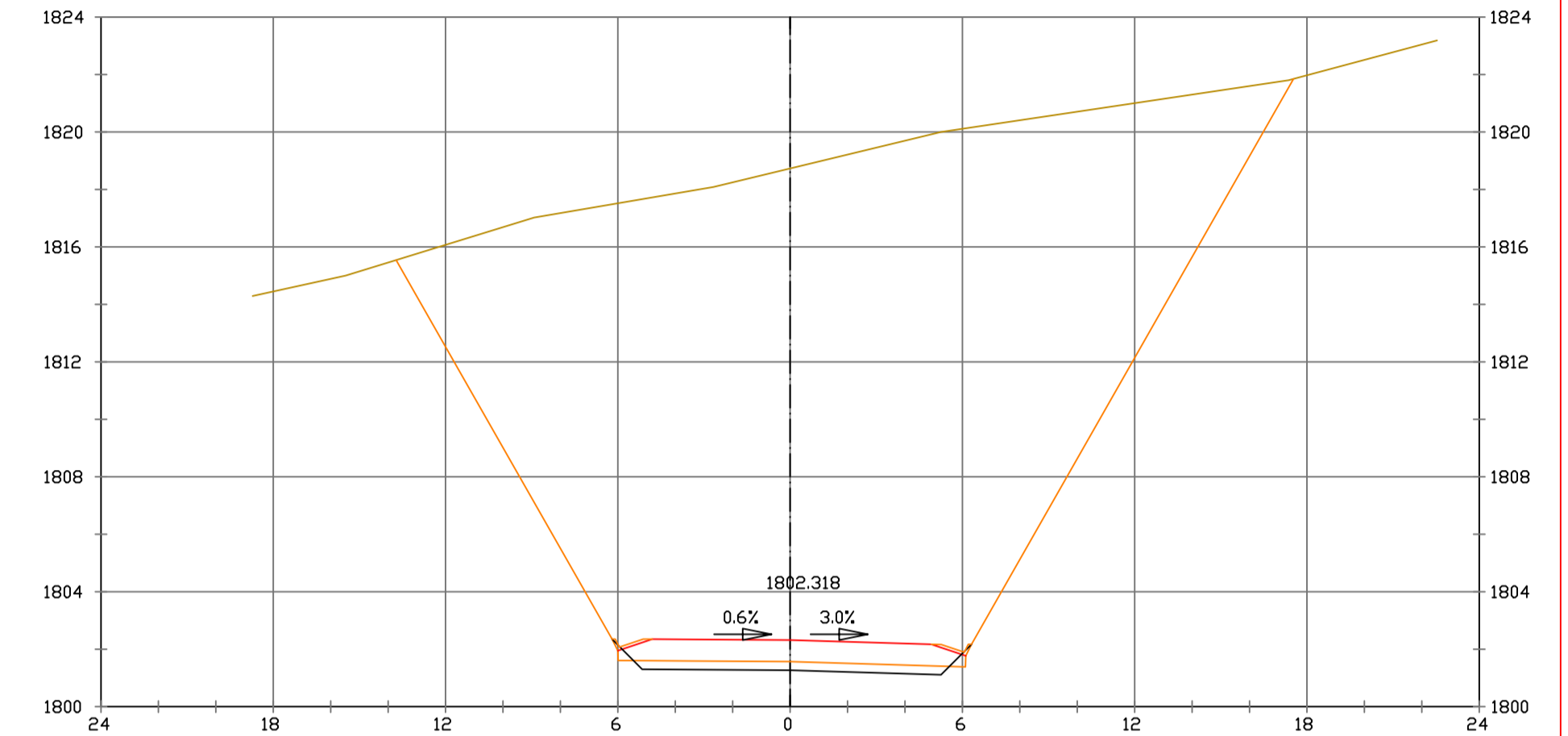
TESIS DE PREGRADO 32



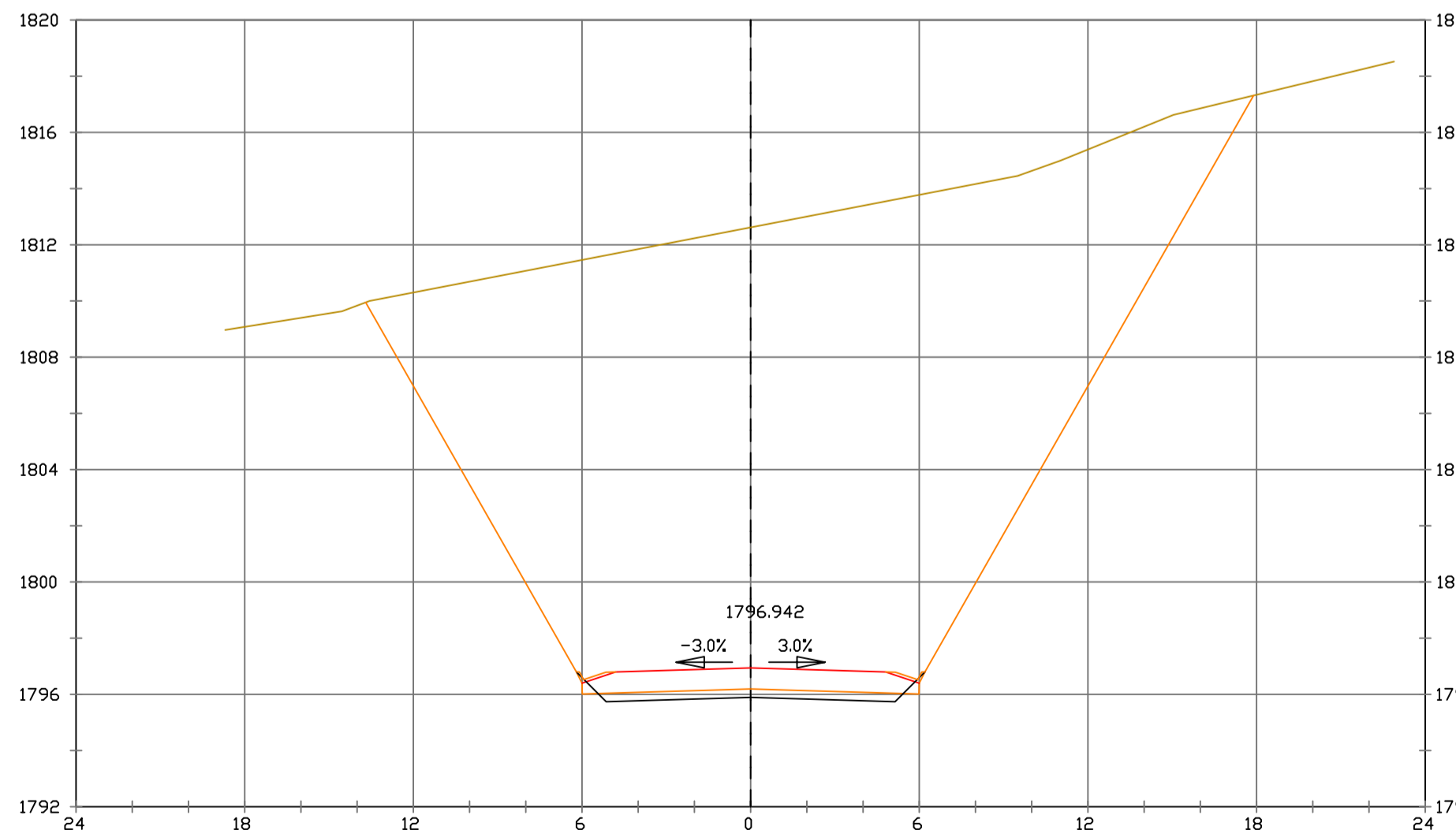
Pk=2+280
 EH1/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 5.74 m³. VP FIRME = 17118 m³.
 S. D TIERRA = 296.32 m². VP D TIERRA = 5098.72 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m². VP SUELO SEL 1 = 63.44 m³.
 S. FIRME = 8.56 m².



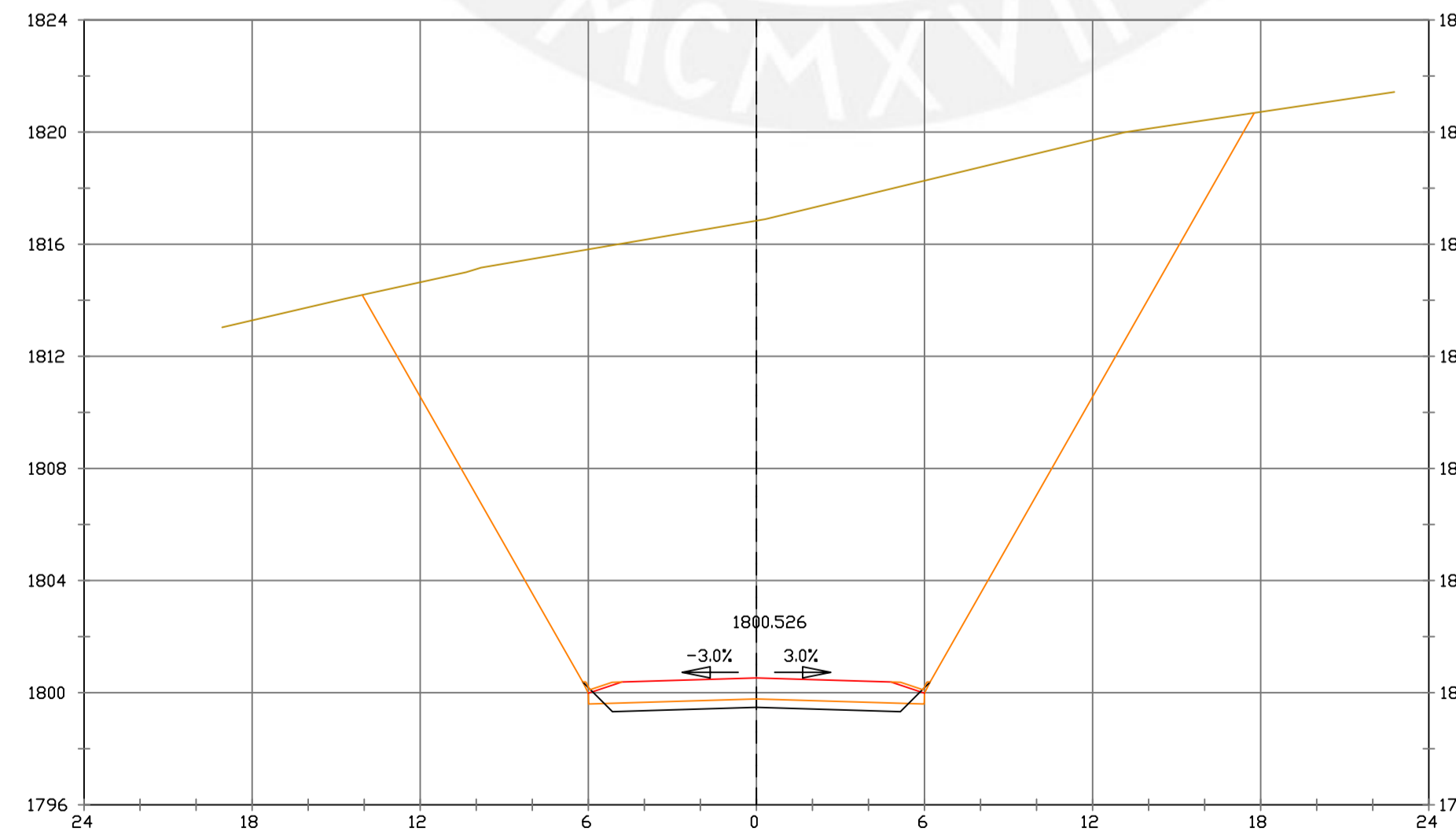
Pk=2+320
 EH1/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 5.74 m³. VP FIRME = 17118 m³.
 S. D TIERRA = 381.04 m². VP D TIERRA = 7418.20 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m². VP SUELO SEL 1 = 63.44 m³.
 S. FIRME = 8.56 m².



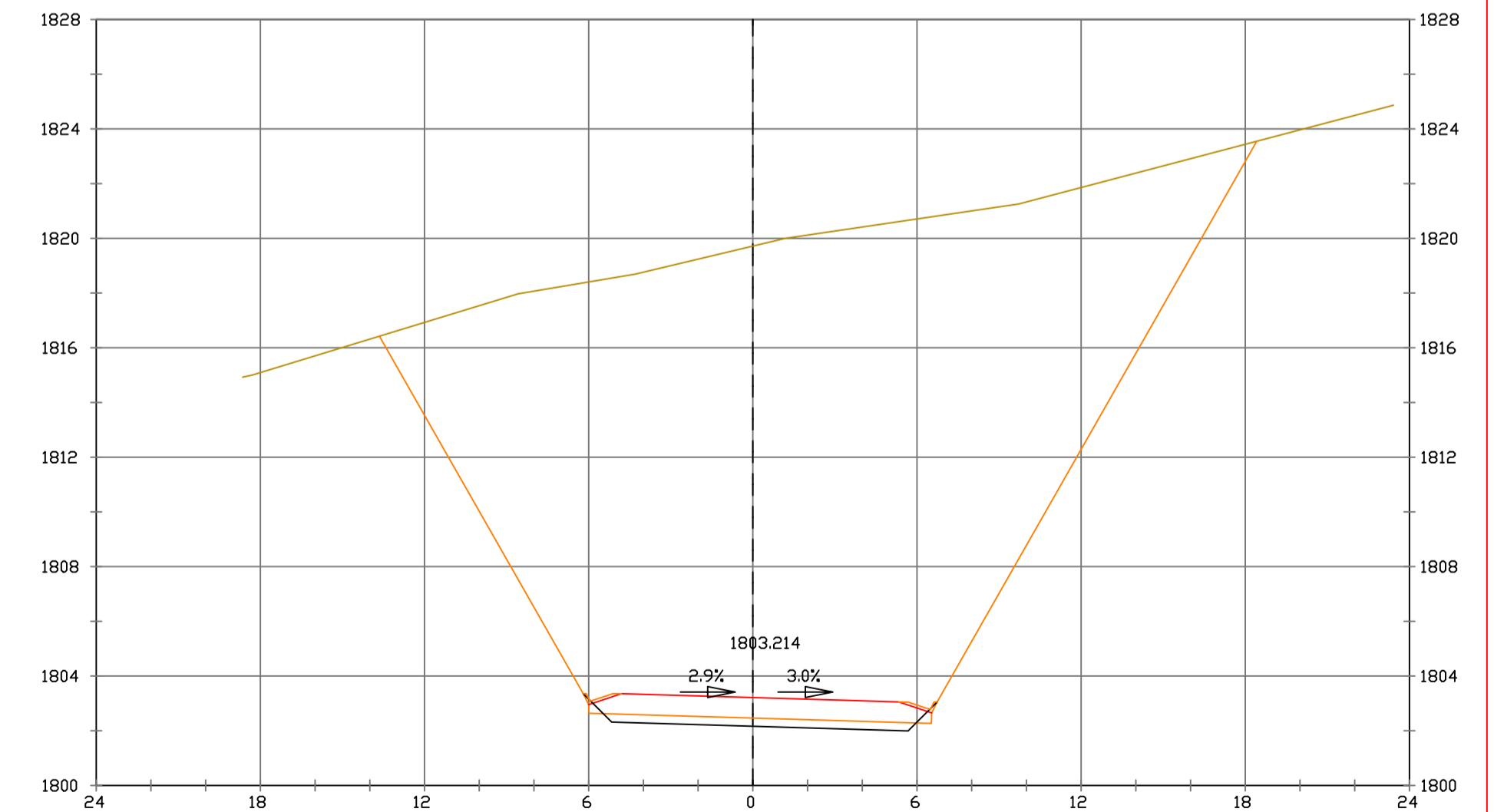
Pk=2+360
 EH1/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 5.75 m³. VP FIRME = 17180 m³.
 S. D TIERRA = 377.06 m². VP D TIERRA = 7598.19 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.21 m². VP SUELO SEL 1 = 63.84 m³.
 S. FIRME = 8.62 m².



Pk=2+300
 EH1/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 5.74 m³. VP FIRME = 17118 m³.
 S. D TIERRA = 360.78 m². VP D TIERRA = 6570.99 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m². VP SUELO SEL 1 = 63.44 m³.
 S. FIRME = 8.56 m².



Pk=2+340
 EH1/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 5.74 m³. VP FIRME = 17118 m³.
 S. D TIERRA = 382.75 m². VP D TIERRA = 7637.96 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m². VP SUELO SEL 1 = 63.44 m³.
 S. FIRME = 8.56 m².



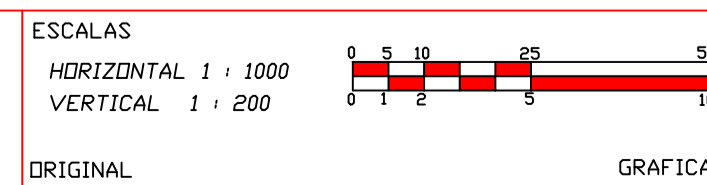
Pk=2+370
 EH1/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.89 m³. VP FIRME = 87.70 m³.
 S. D TIERRA = 384.64 m². VP D TIERRA = 3803.55 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.34 m². VP SUELO SEL 1 = 32.77 m³.
 S. FIRME = 8.92 m².



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
 E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS
 DE LA CRUZ

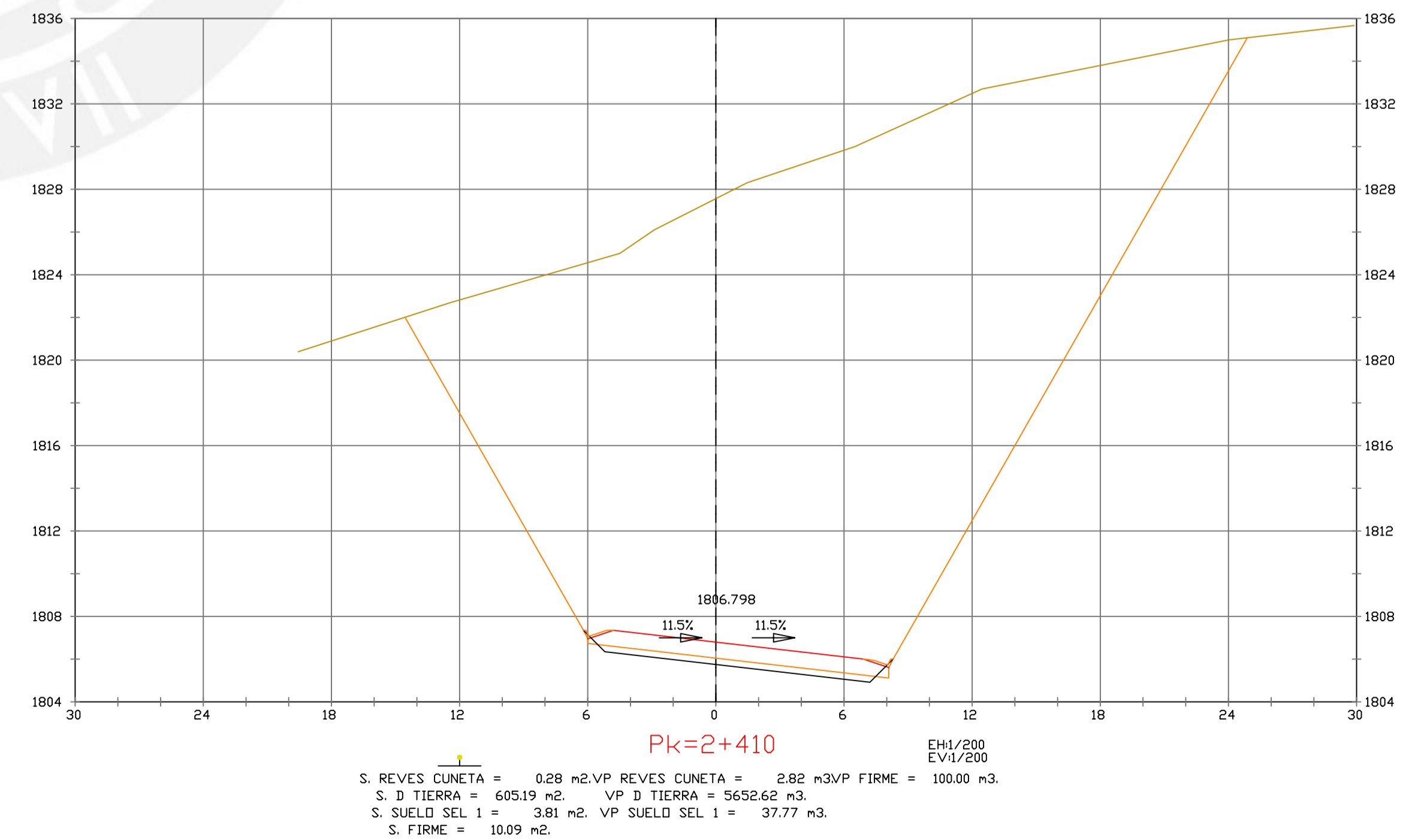
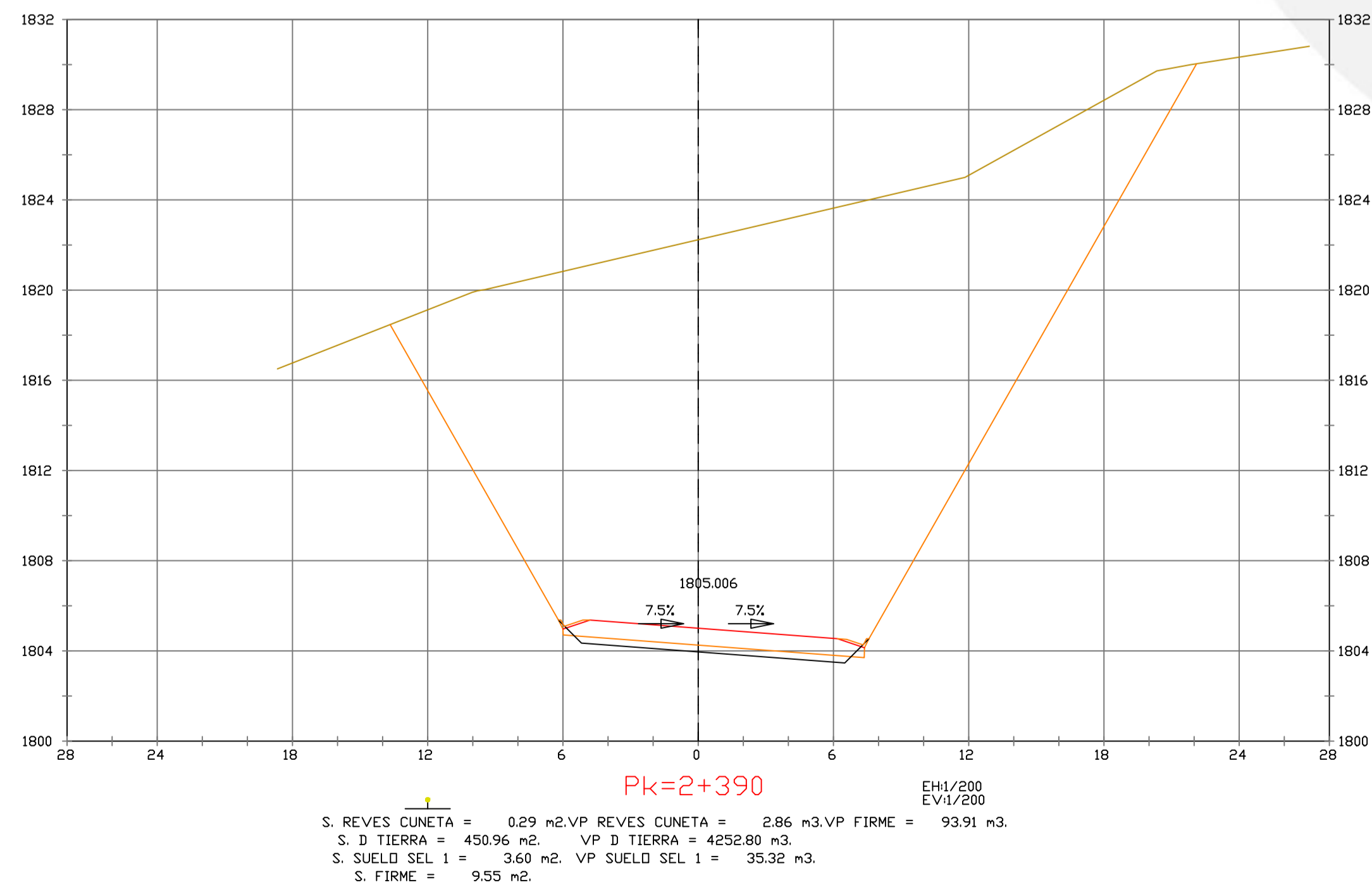
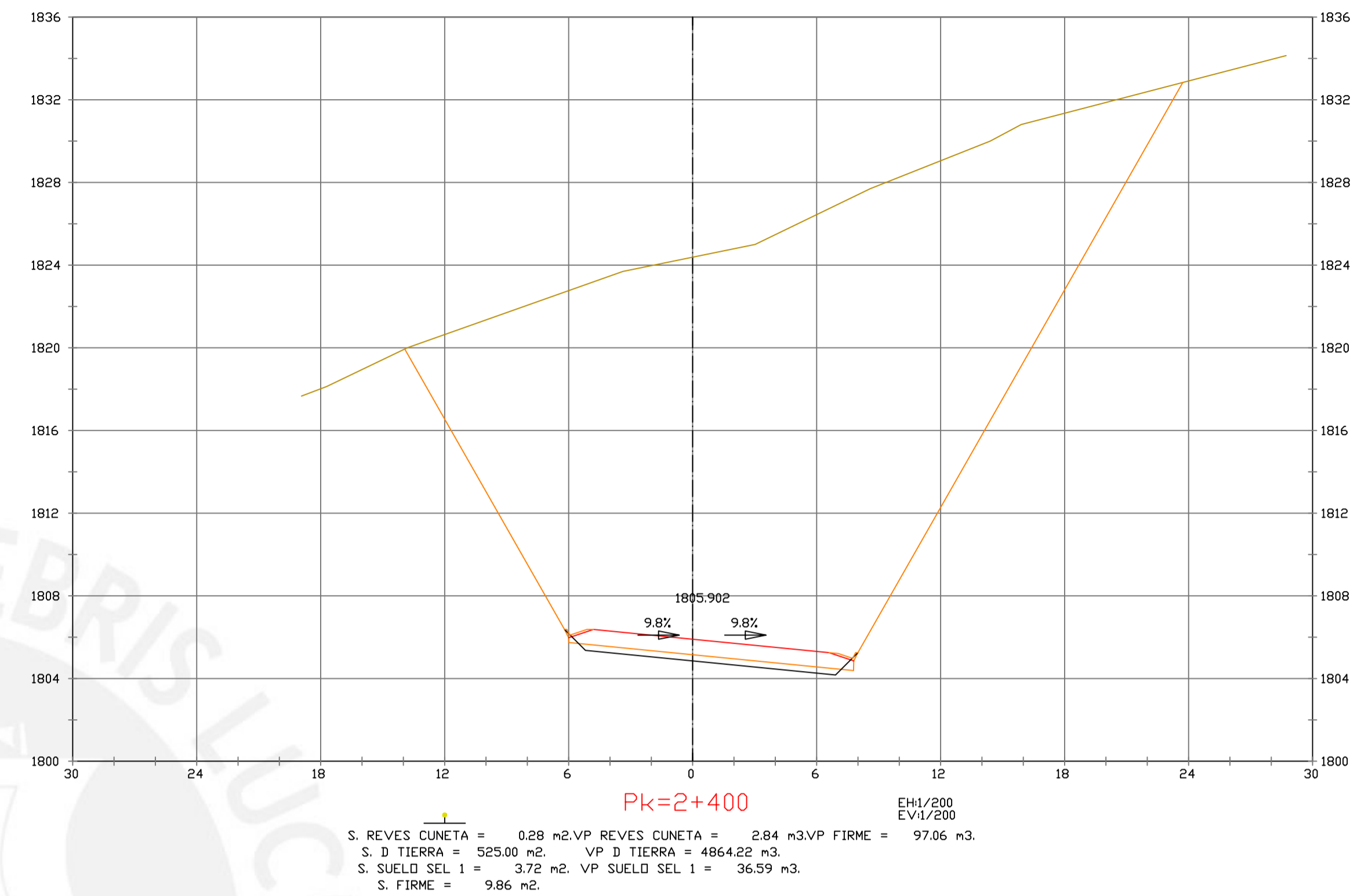
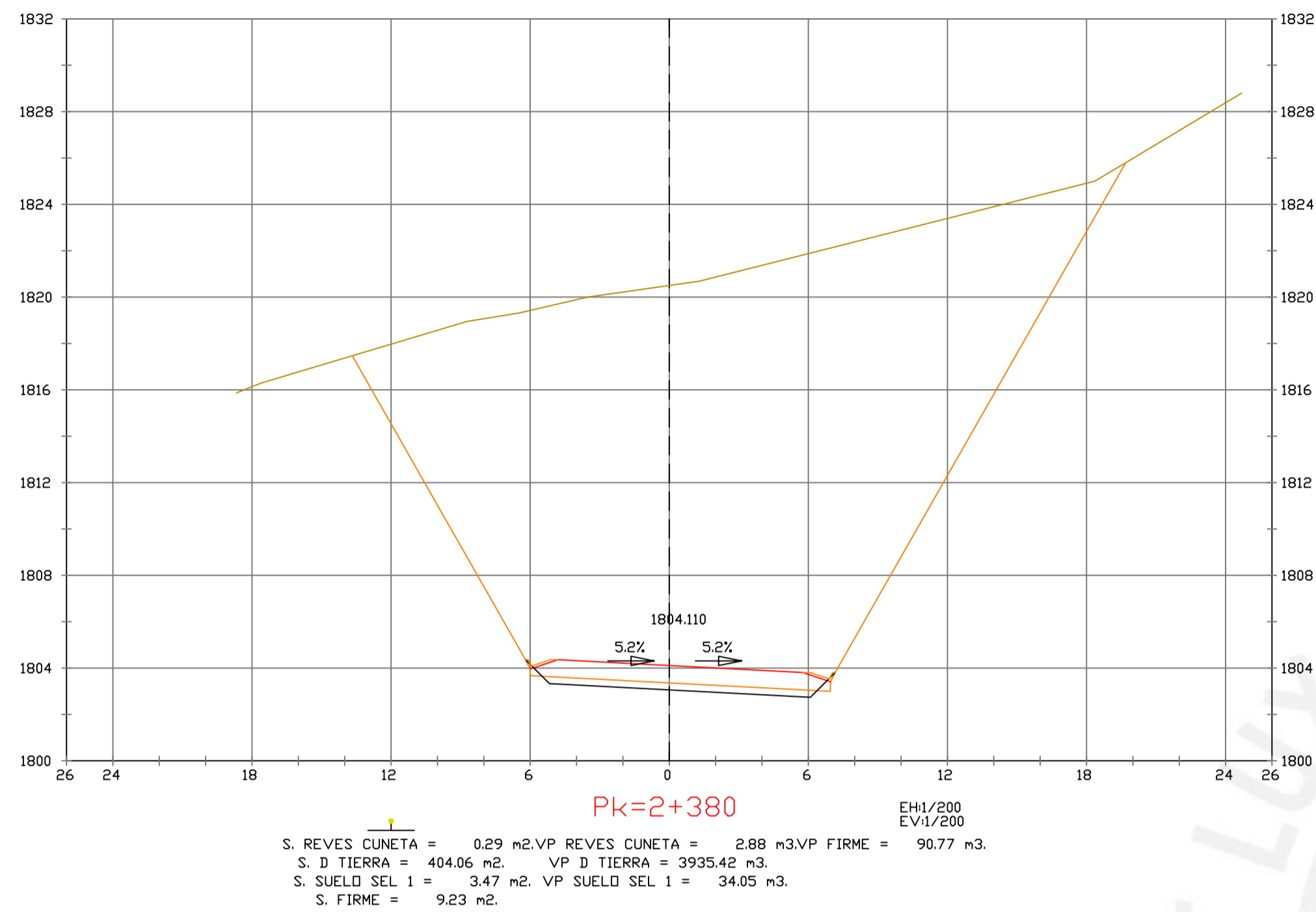


PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

NOMBRE PLANO :
 SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
 06/12/2021

TESIS DE
 PREGRADO 33



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
 E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS
 DE LA CRUZ

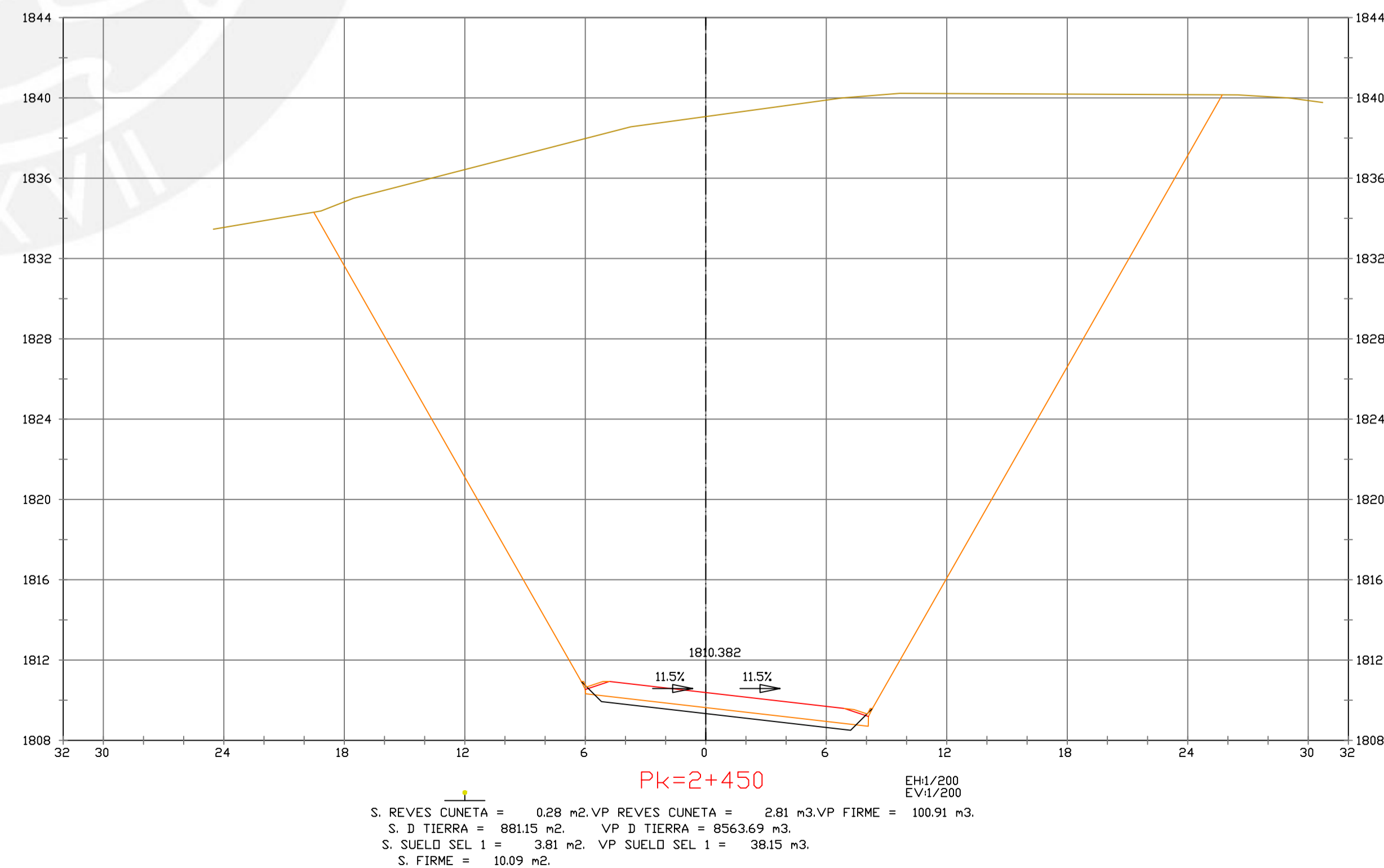
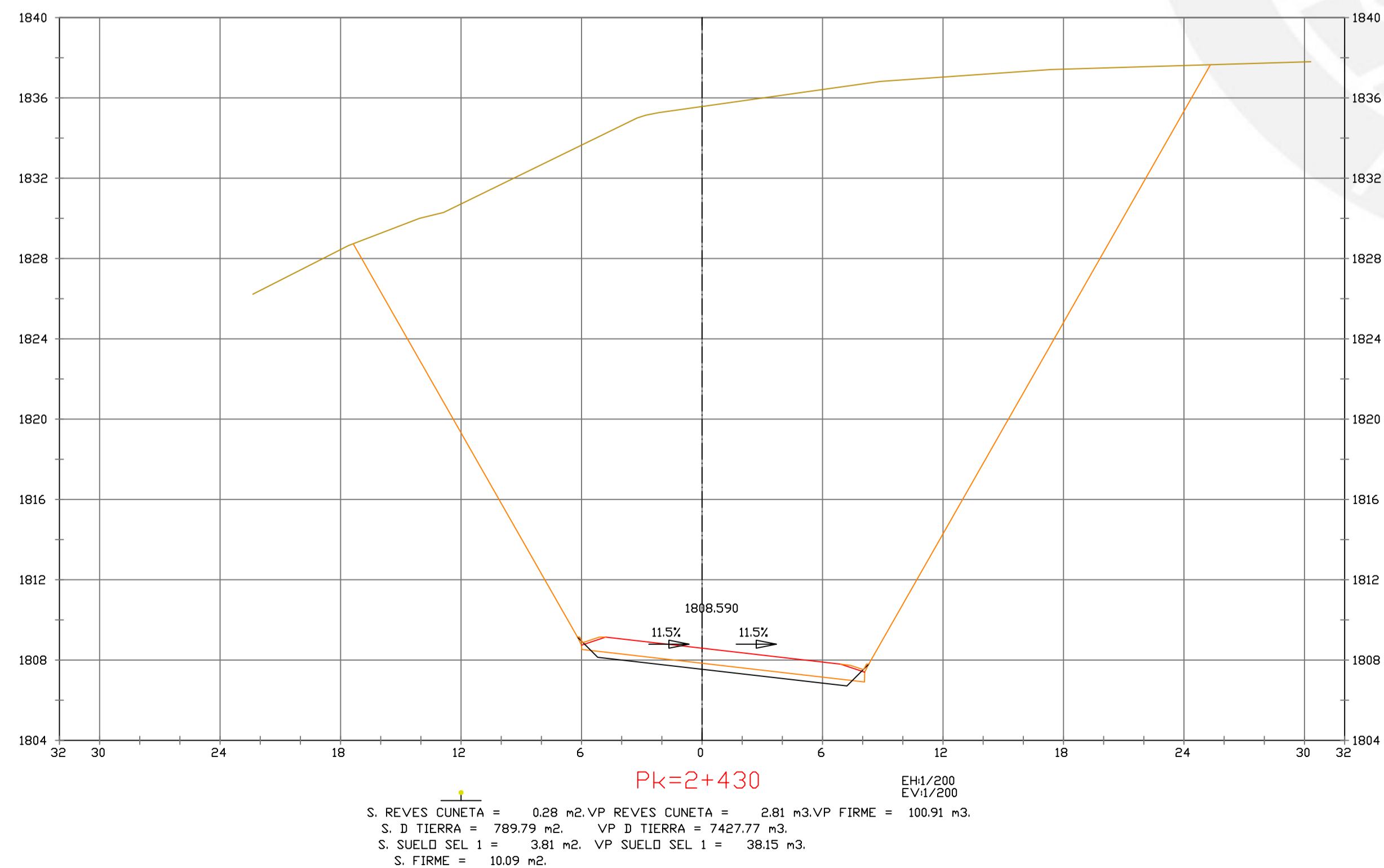
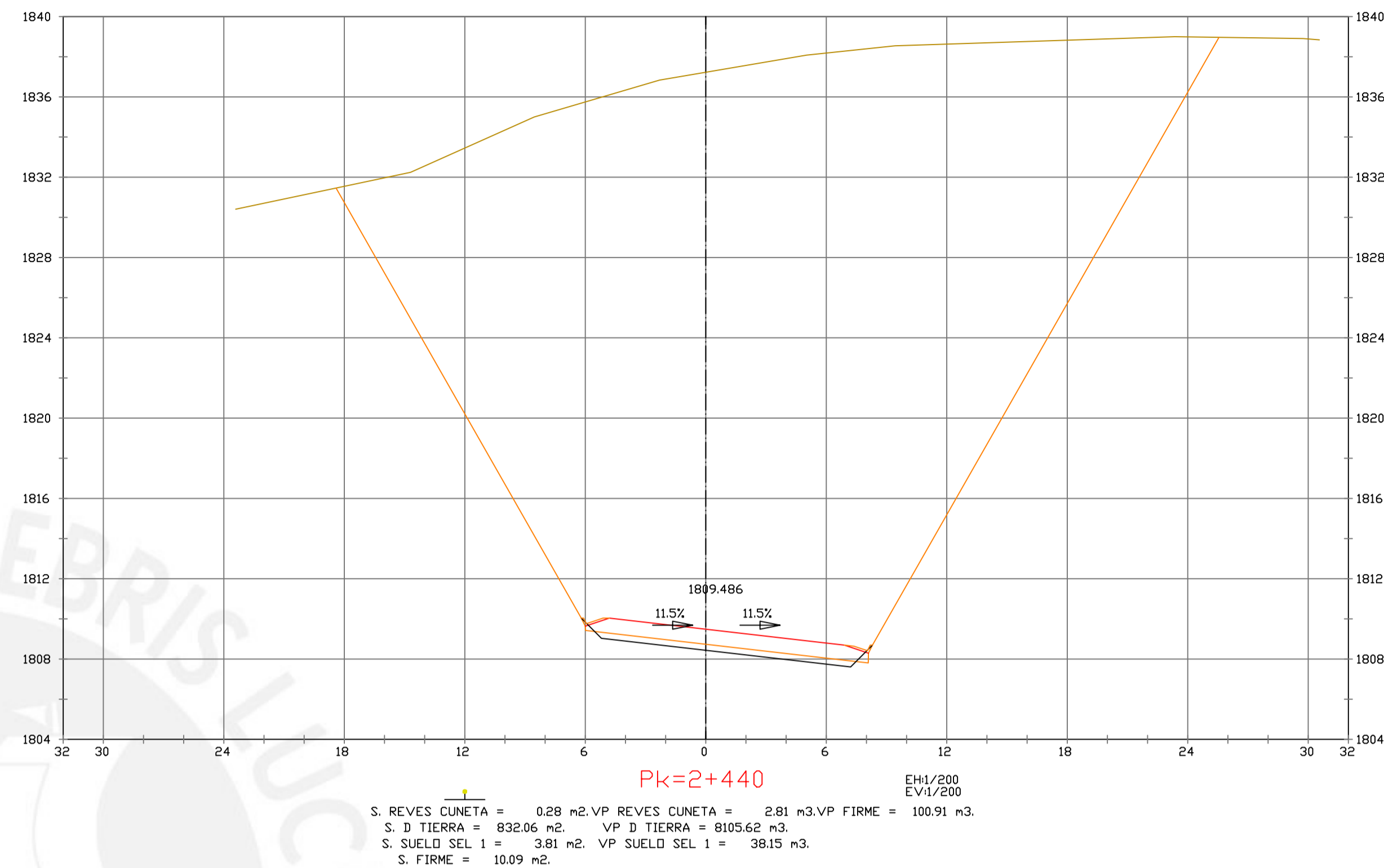
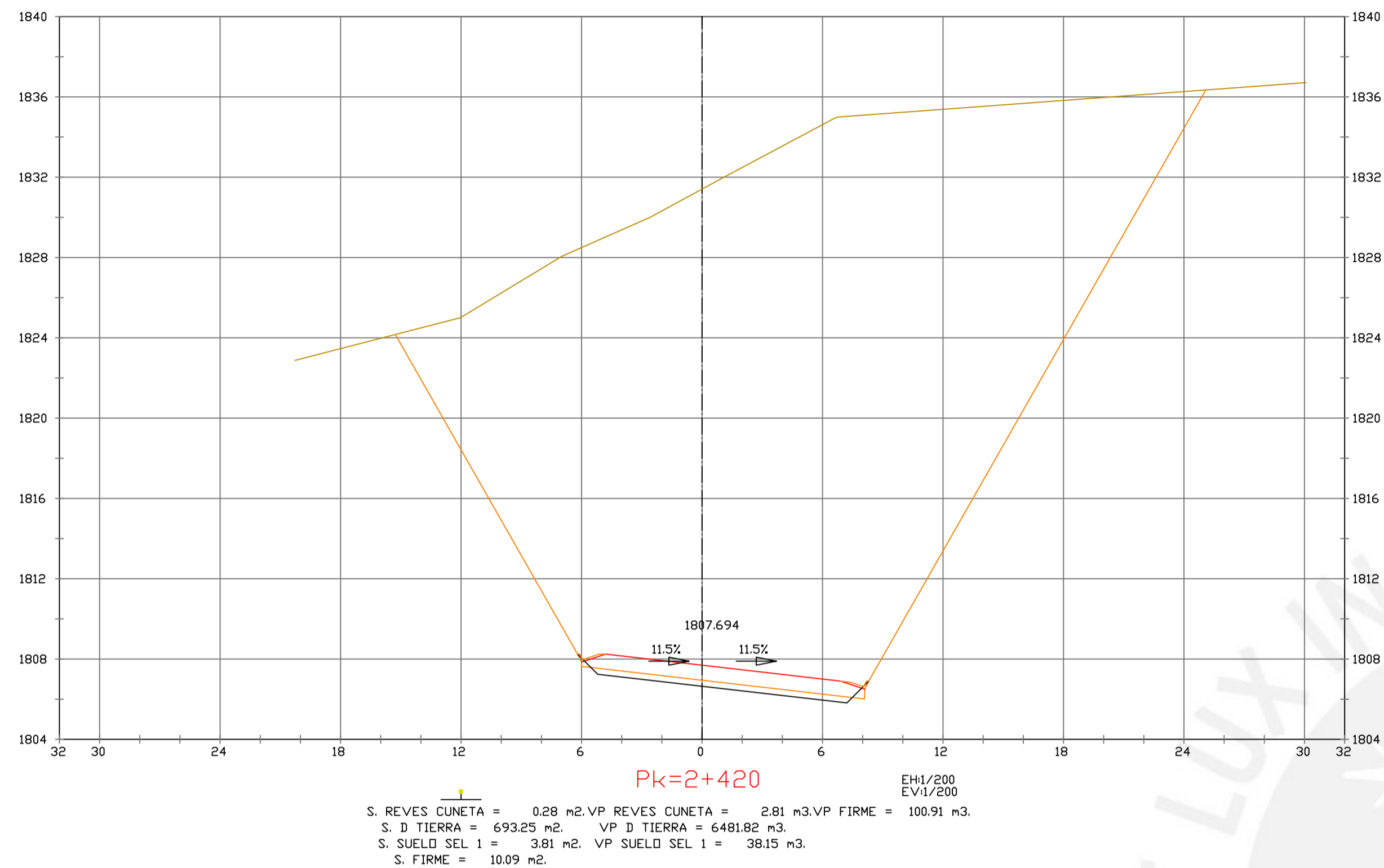
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

NOMBRE PLANO :
 SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
 06/12/2021

TESIS DE
 PREGRADO 34



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

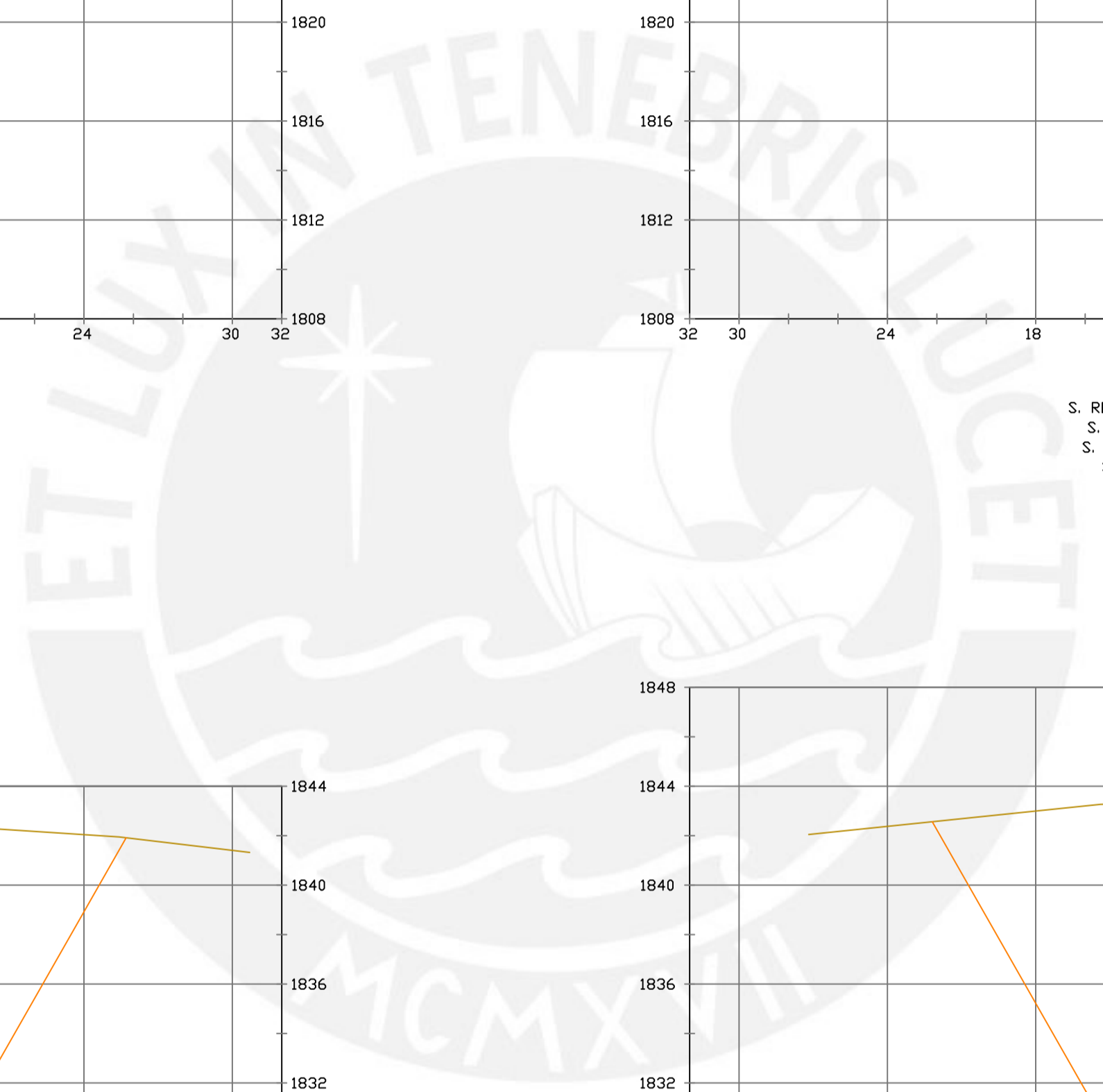
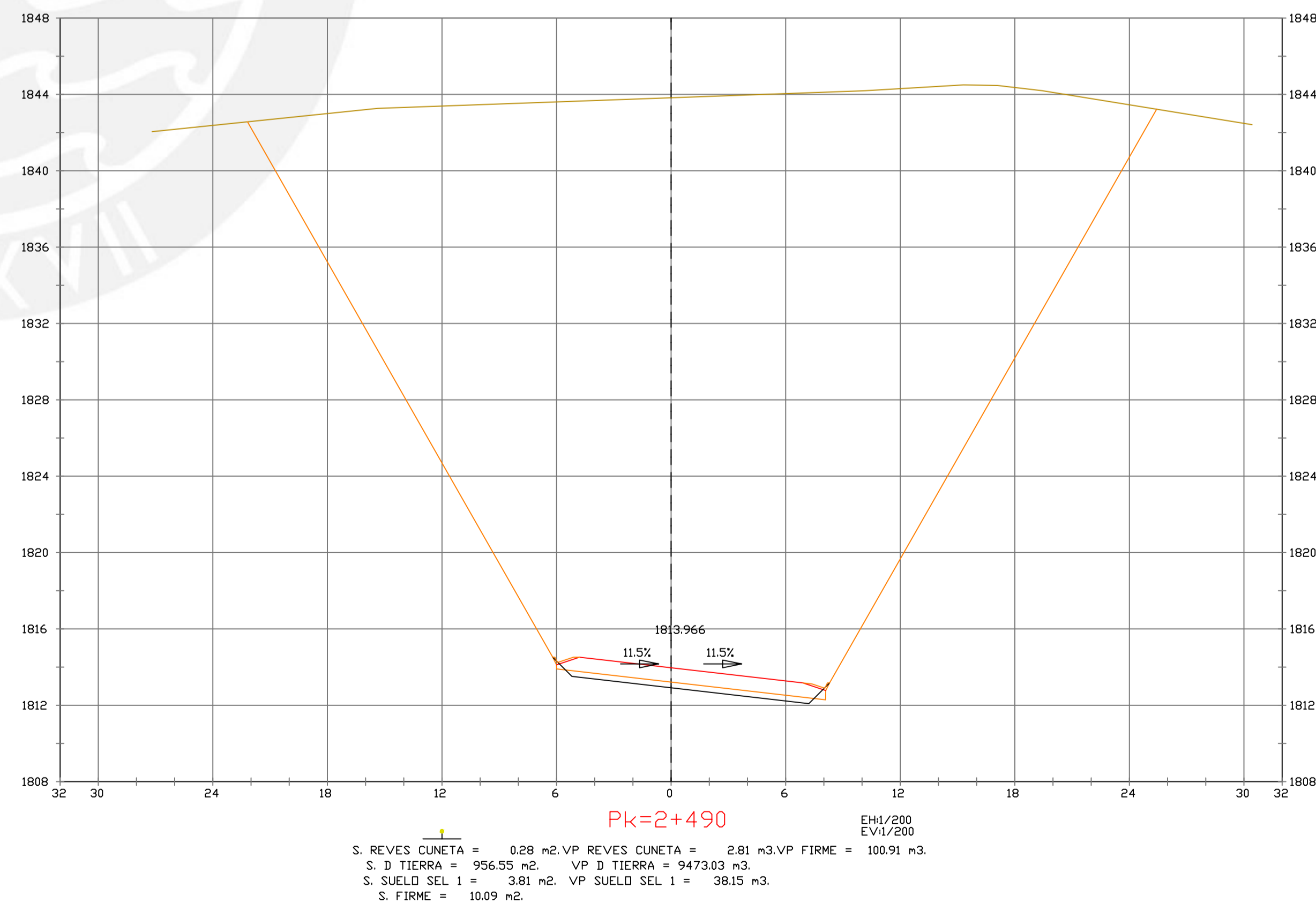
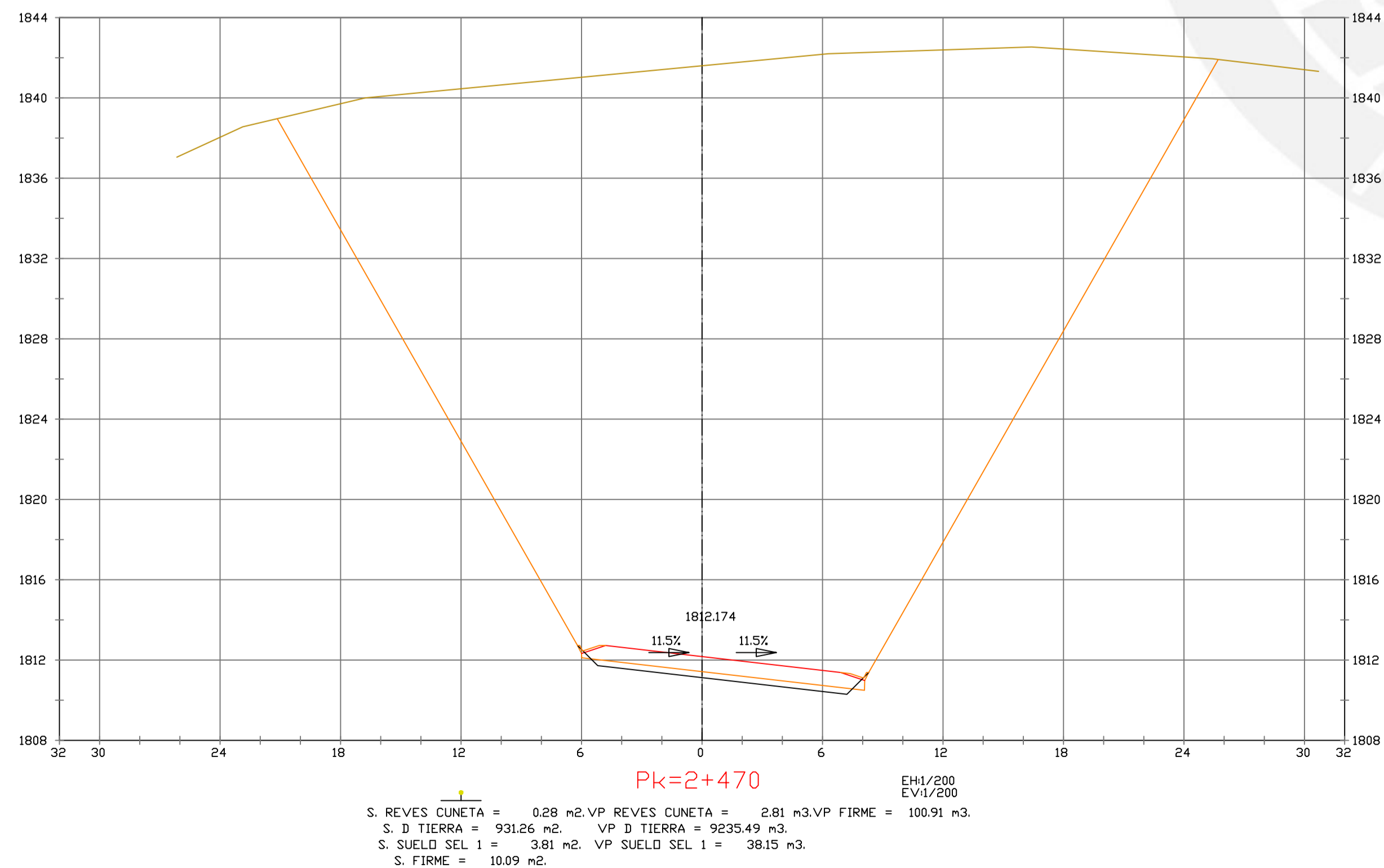
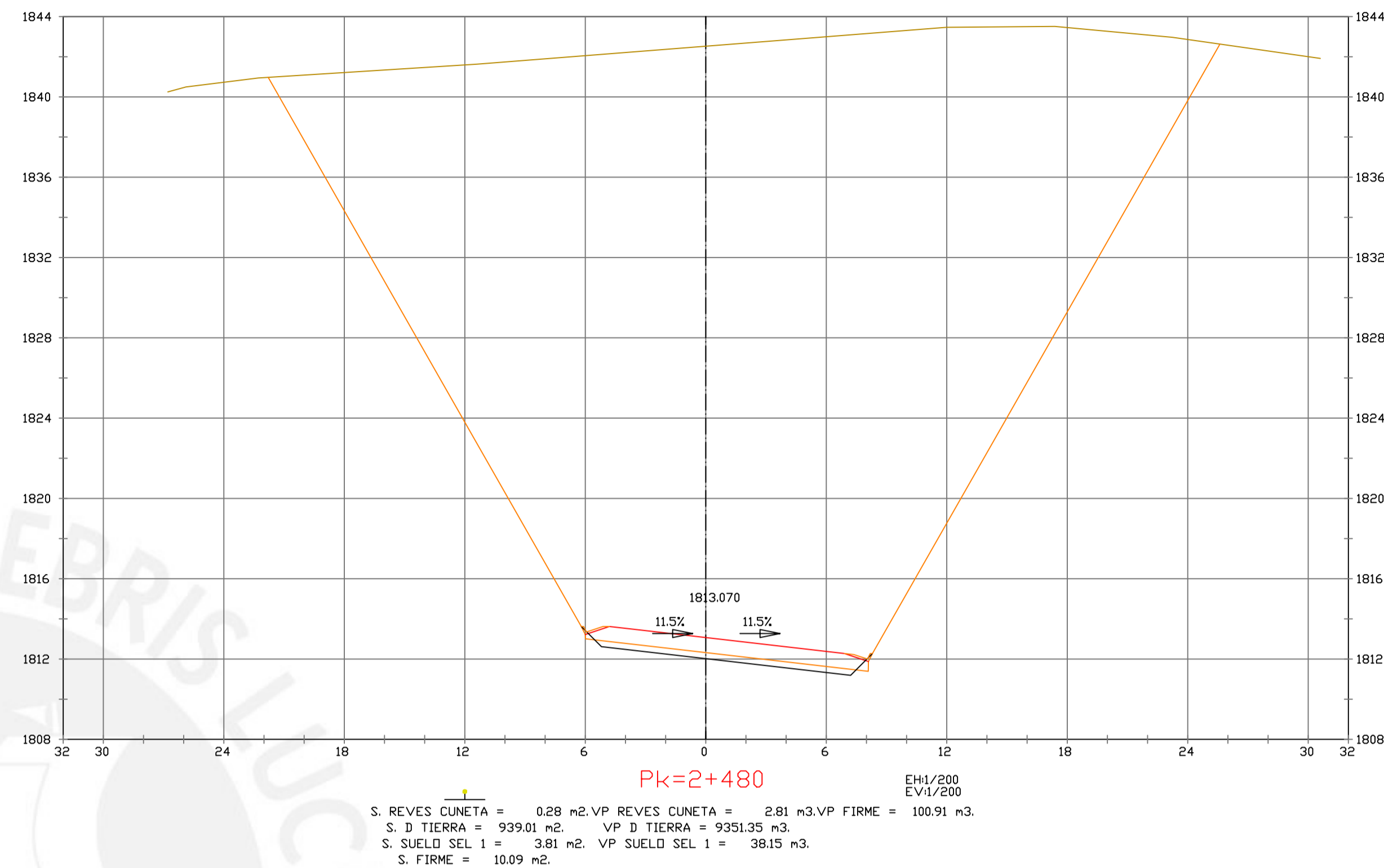
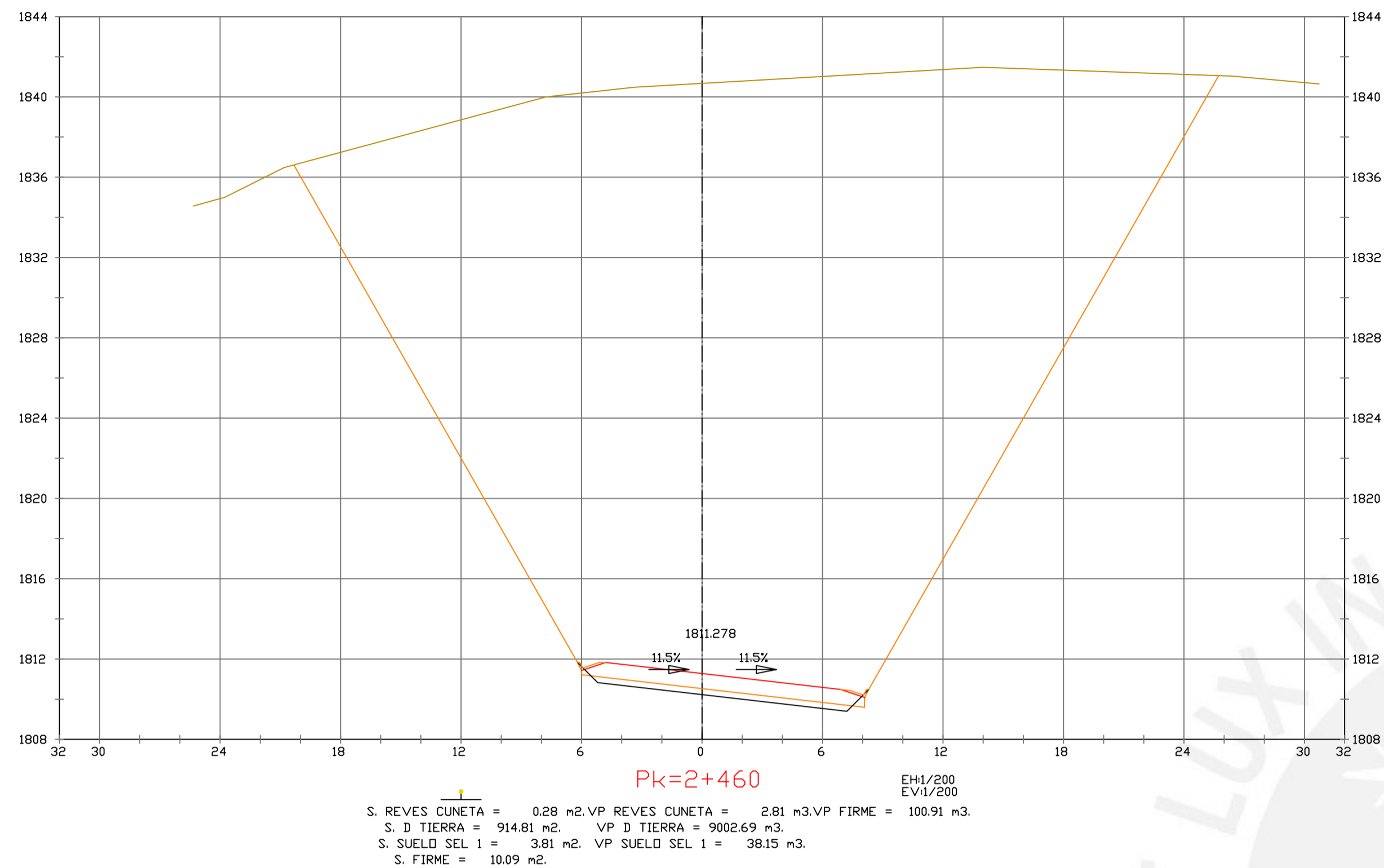
ESCALAS
HORIZONTAL 1 : 1000
VERTICAL 1 : 200
ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA DE CACLIC A LUYA AMAZONAS

NOMBRE PLANO : SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 06/12/2021

TESIS DE PREGRADO 35



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

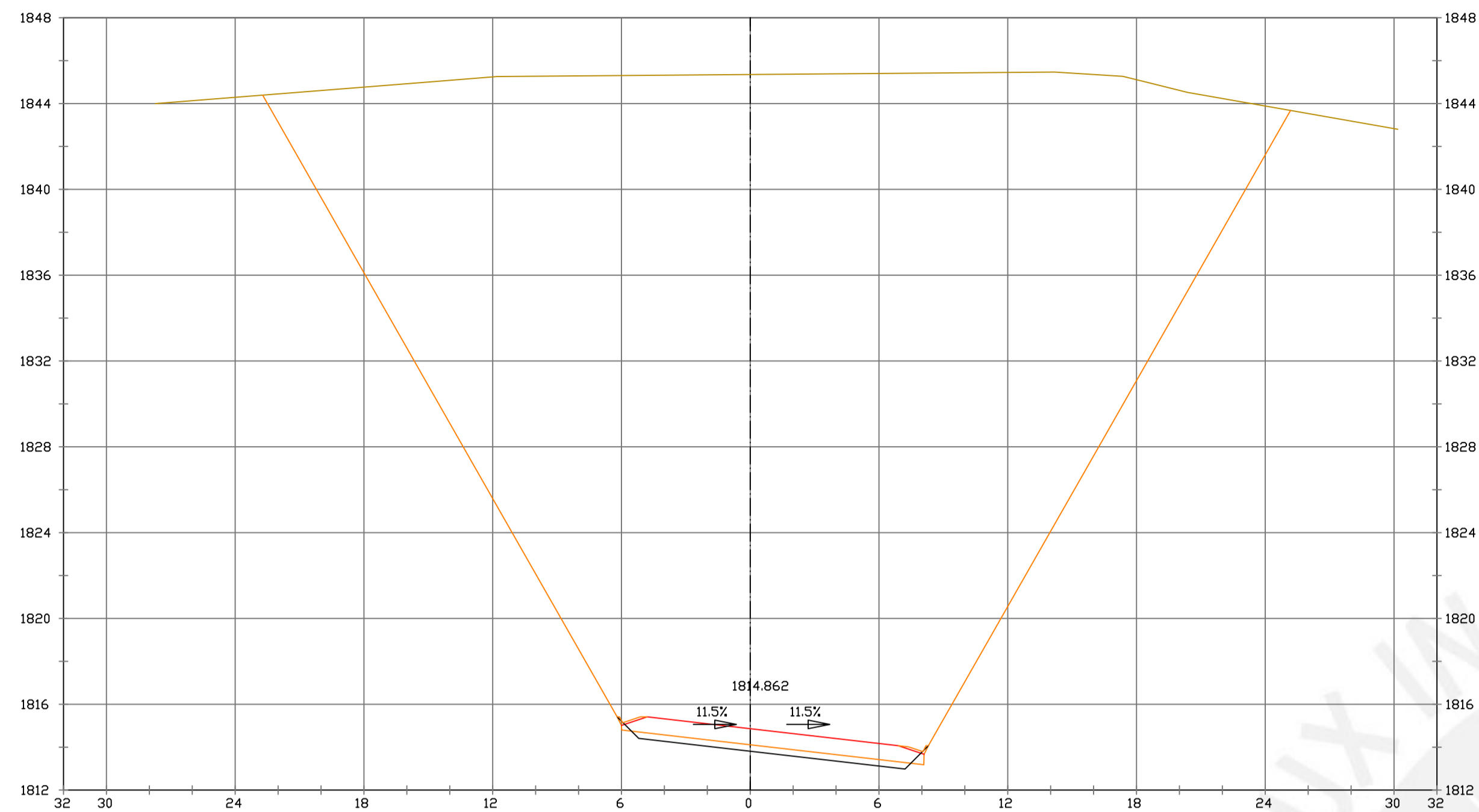
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

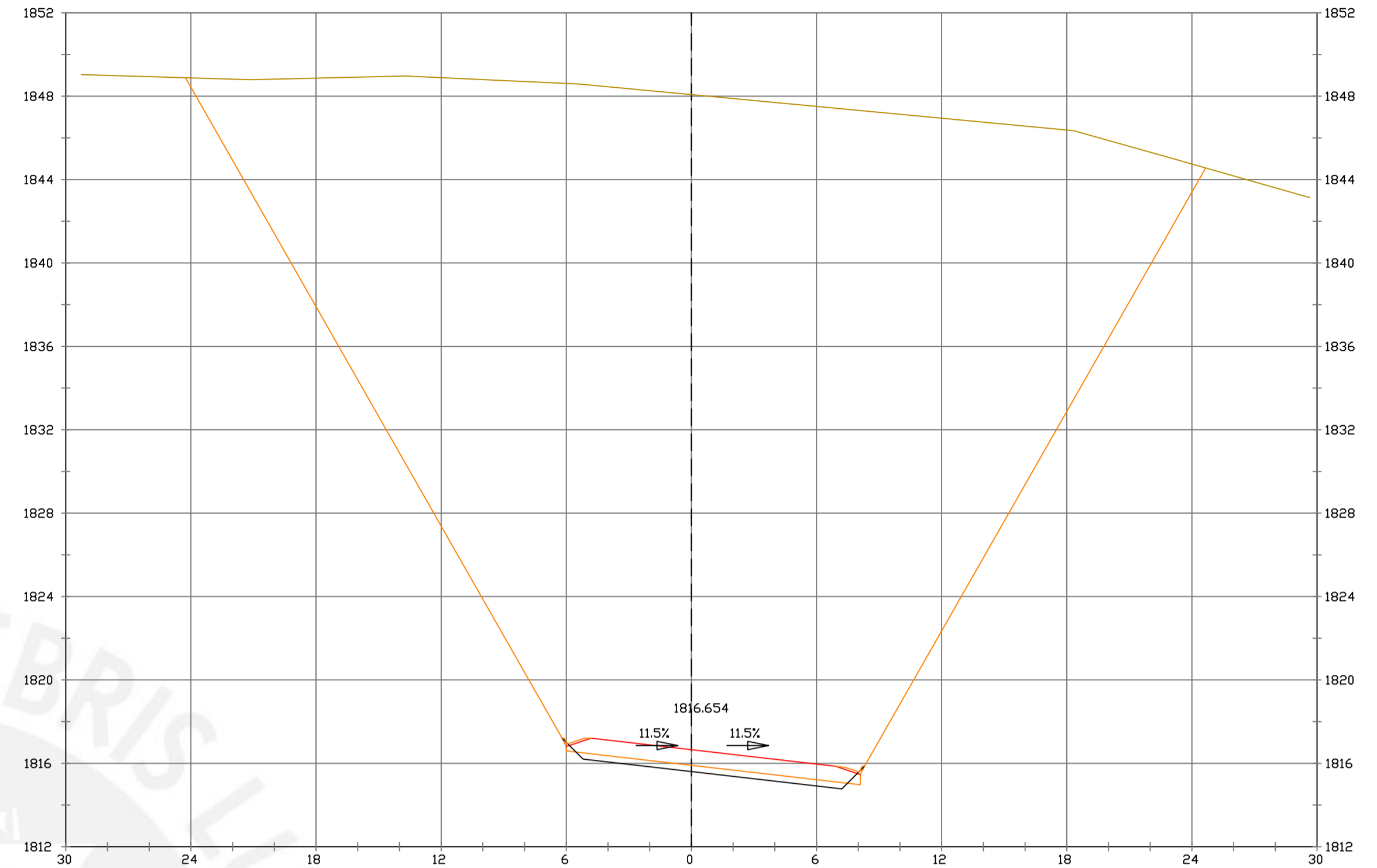
NOMBRE PLANO :
 SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
 06/12/2021

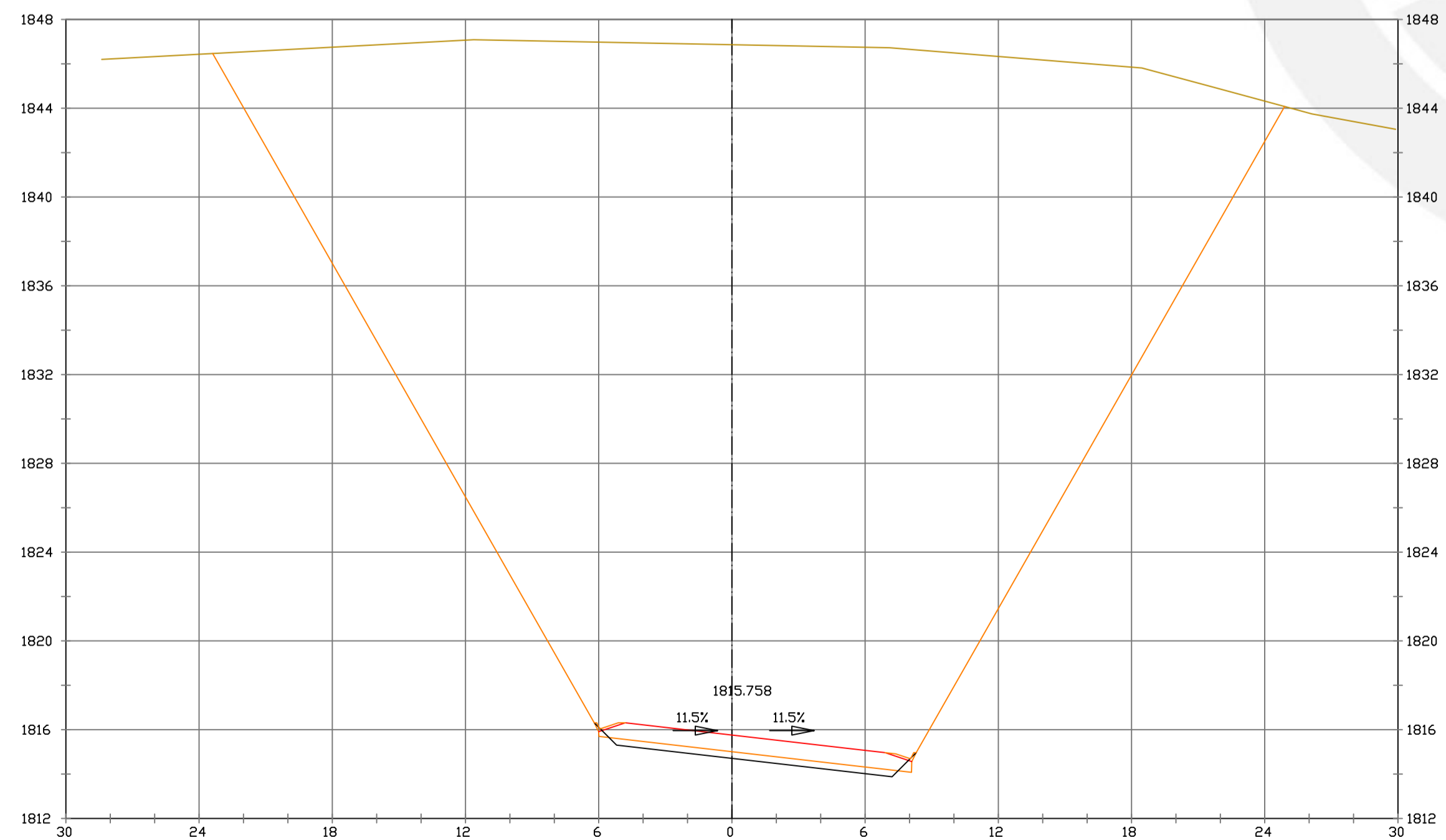
TESIS DE
 PREGRADO 36



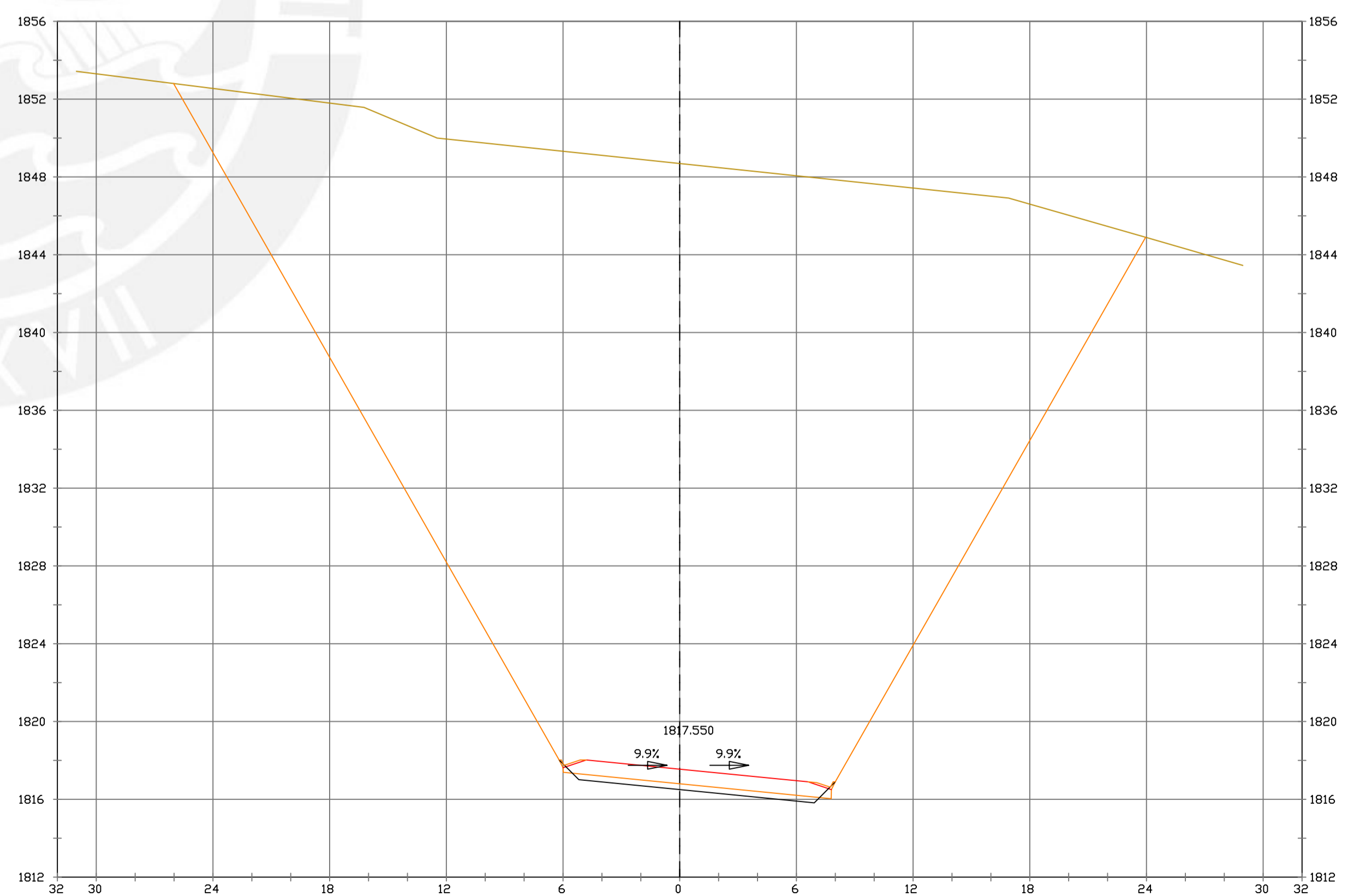
Pk=2+500
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m2. VP REVES CUNETA = 2.81 m3. VP FIRME = 100.91 m3.
 S. D TIERRA = 978.47 m2. VP D TIERRA = 9673.98 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m2. VP SUELO SEL 1 = 38.15 m3.
 S. FIRME = 10.09 m2.



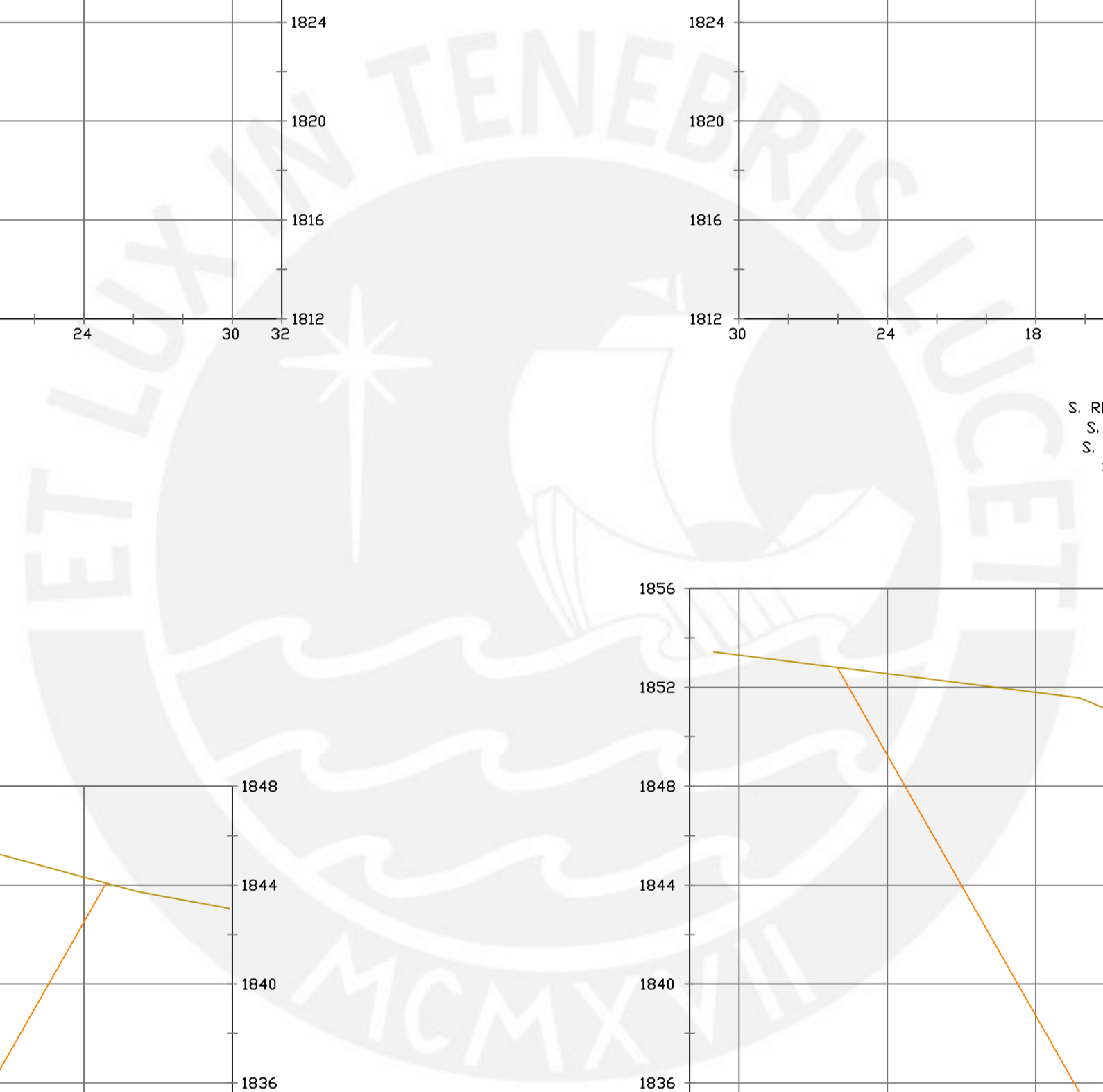
Pk=2+520
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m2. VP REVES CUNETA = 2.81 m3. VP FIRME = 100.91 m3.
 S. D TIERRA = 1018.28 m2. VP D TIERRA = 10105.06 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m2. VP SUELO SEL 1 = 38.15 m3.
 S. FIRME = 10.09 m2.



Pk=2+510
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m2. VP REVES CUNETA = 2.81 m3. VP FIRME = 100.91 m3.
 S. D TIERRA = 1001.42 m2. VP D TIERRA = 9900.07 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m2. VP SUELO SEL 1 = 38.15 m3.
 S. FIRME = 10.09 m2.



Pk=2+530
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m2. VP REVES CUNETA = 2.82 m3. VP FIRME = 100.01 m3.
 S. D TIERRA = 1020.09 m2. VP D TIERRA = 10198.21 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.72 m2. VP SUELO SEL 1 = 37.78 m3.
 S. FIRME = 9.87 m2.



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

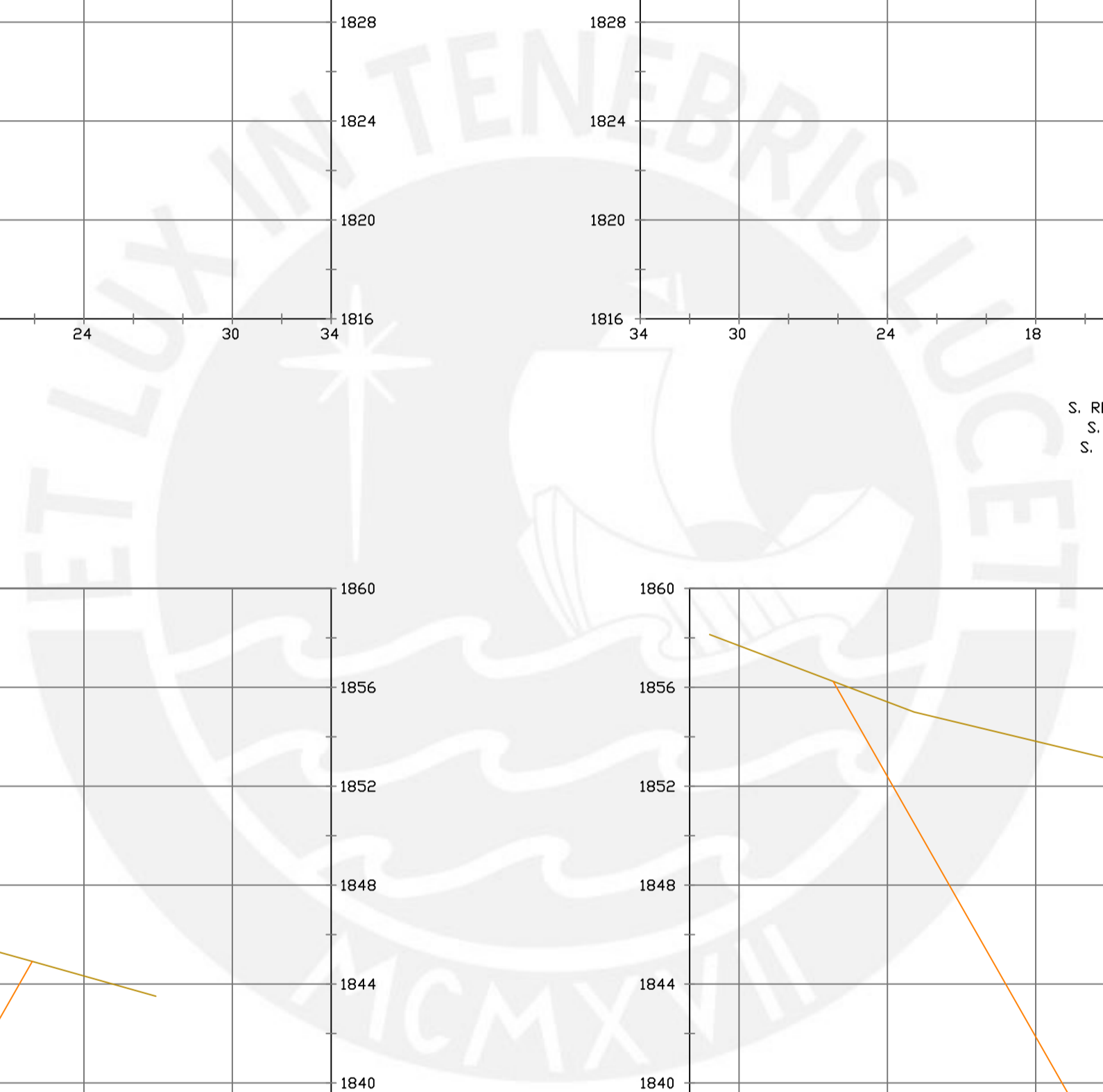
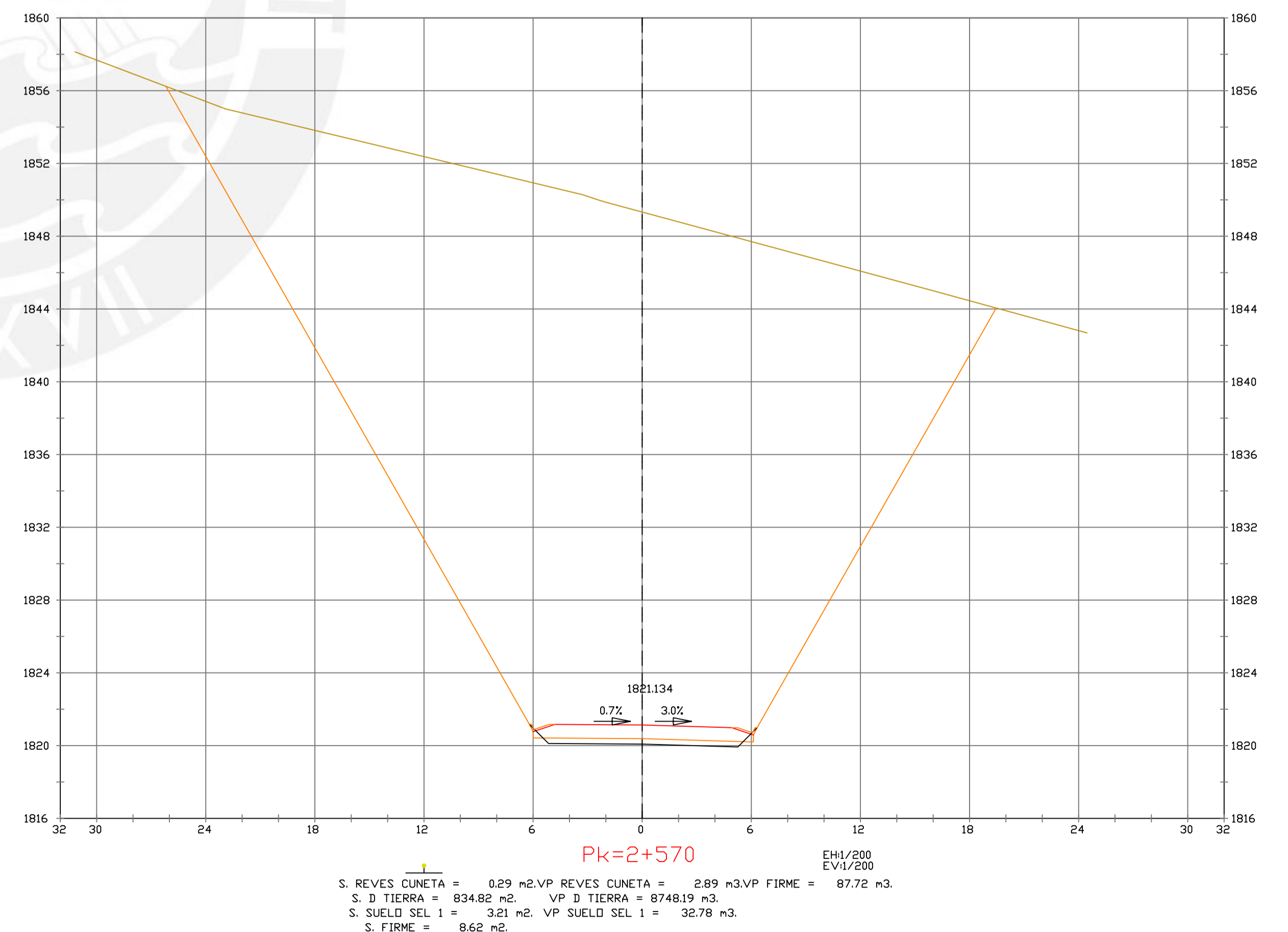
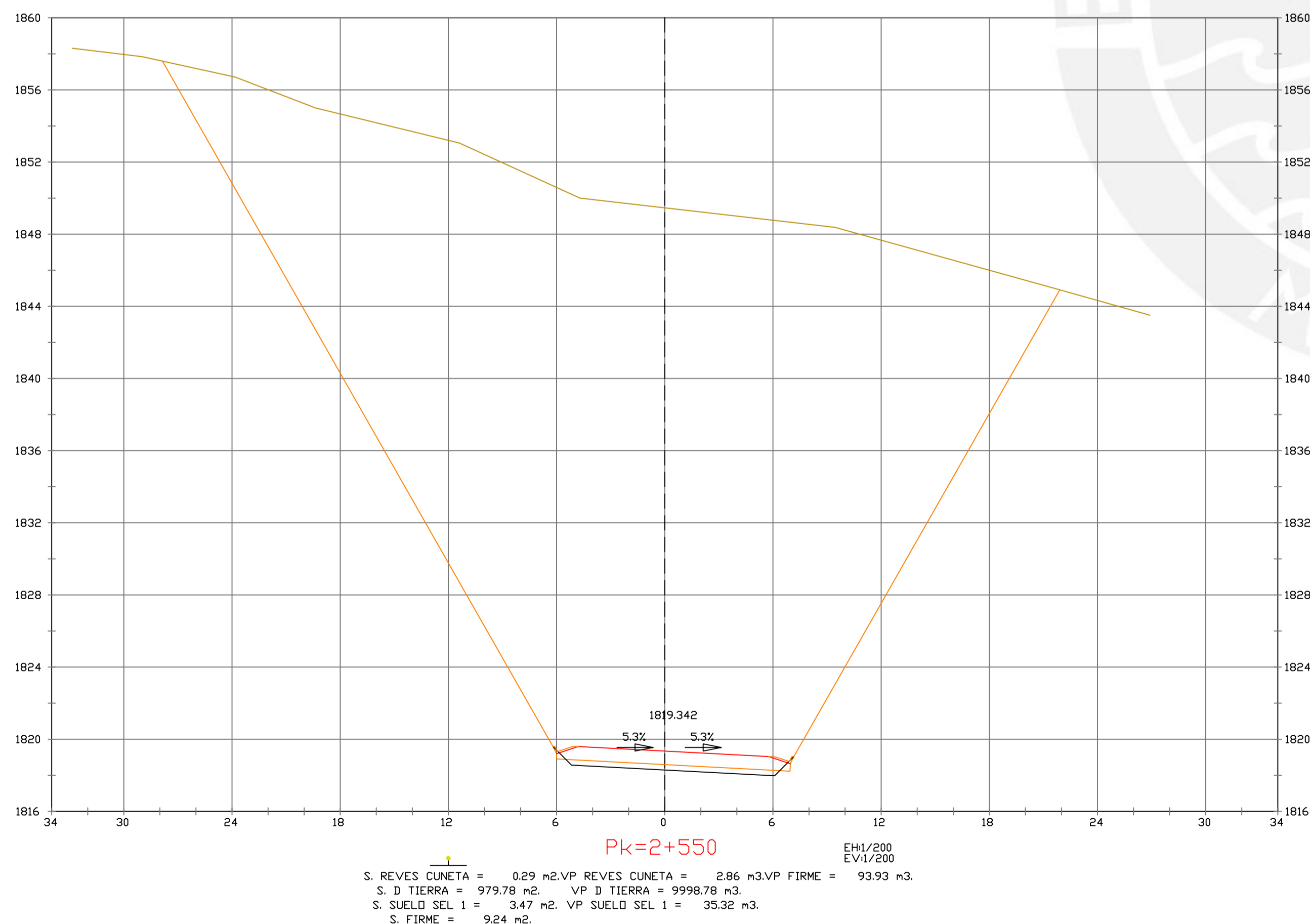
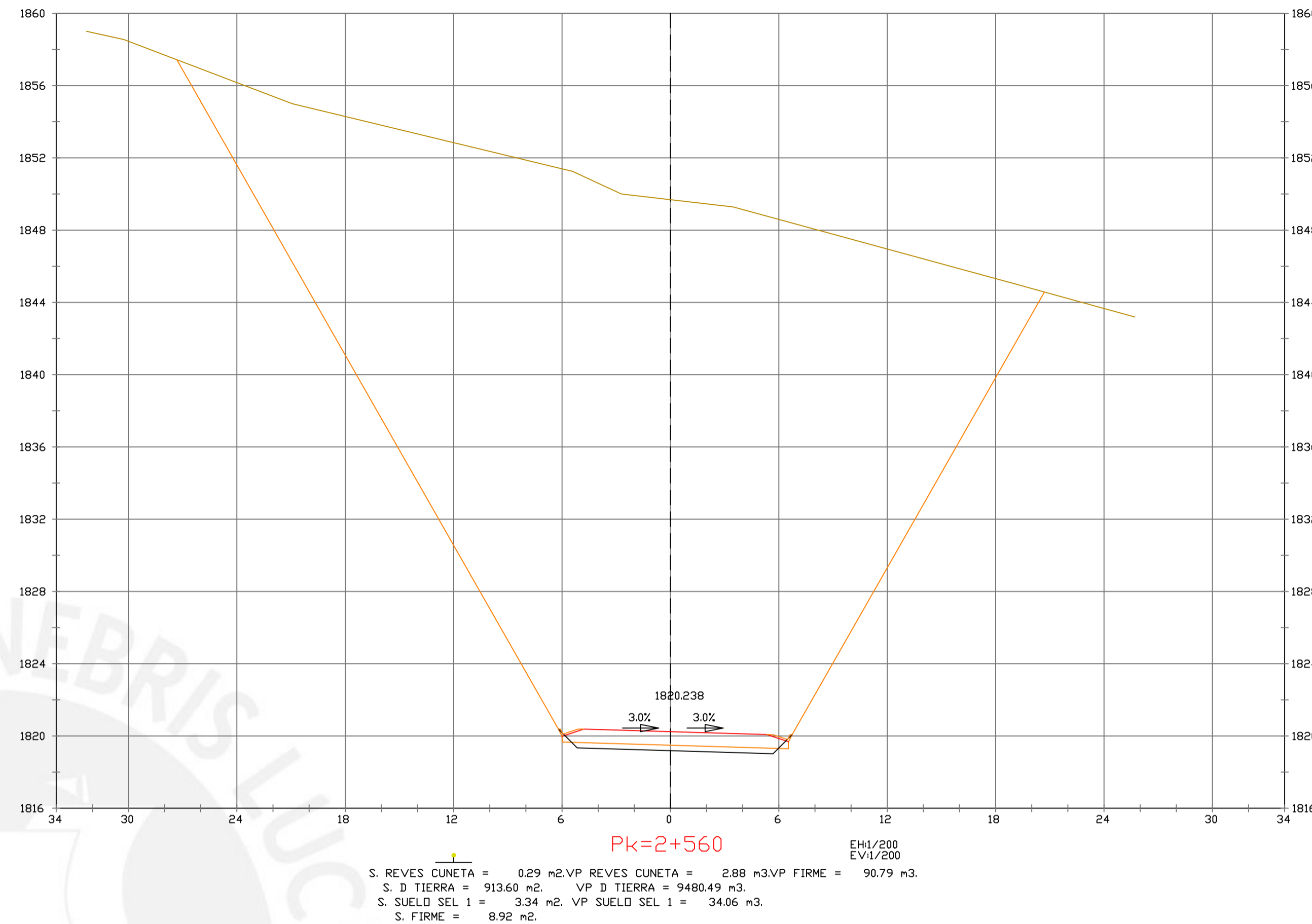
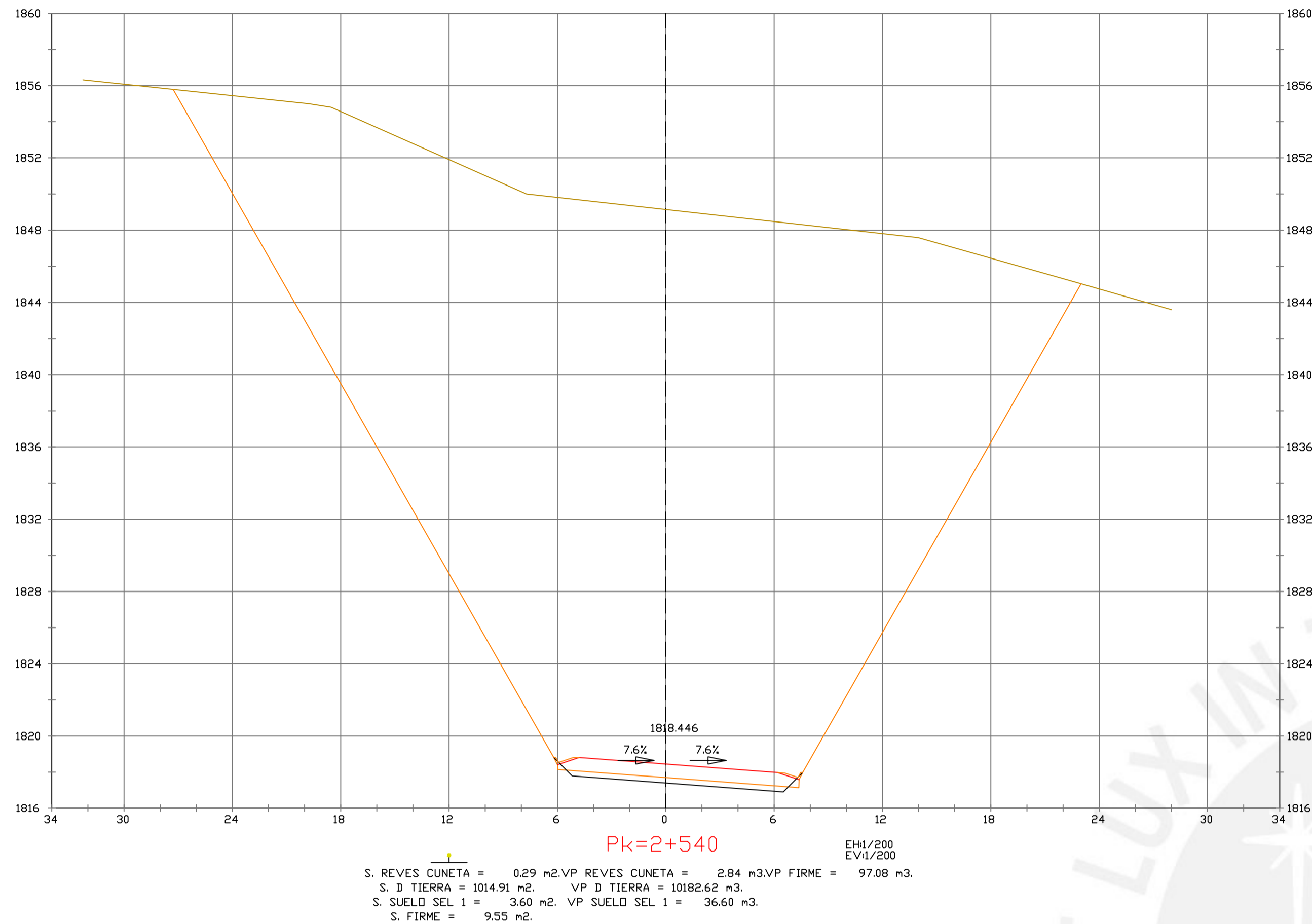
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA DE CACLIC A LUYA AMAZONAS

NOMBRE PLANO : SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 06/12/2021

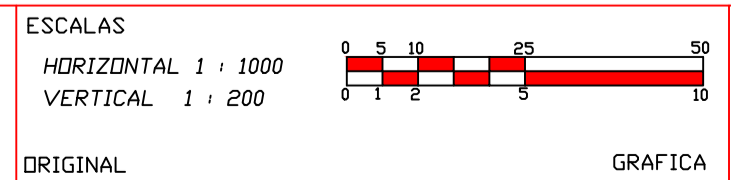
TESIS DE PREGRADO 37



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ



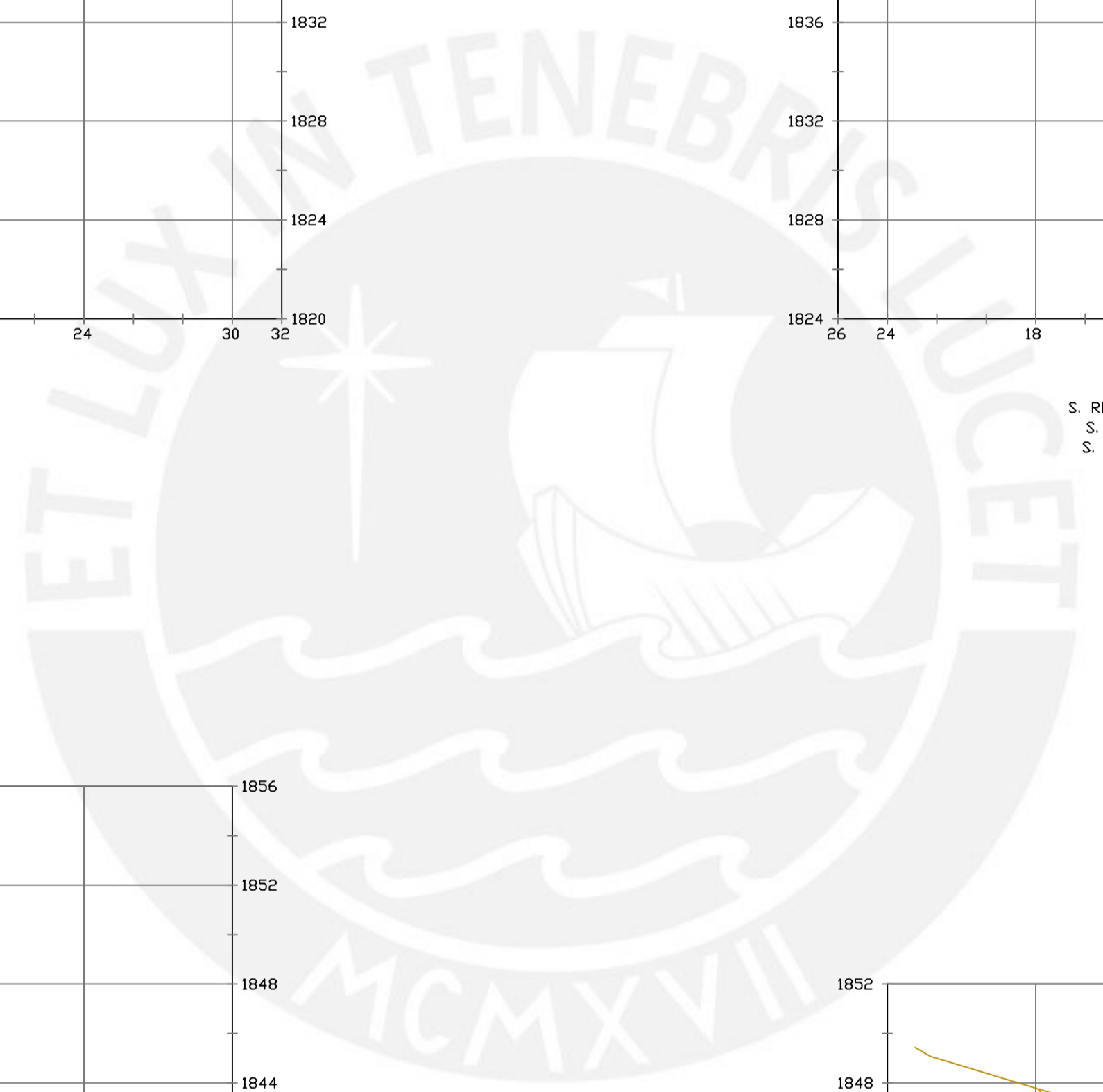
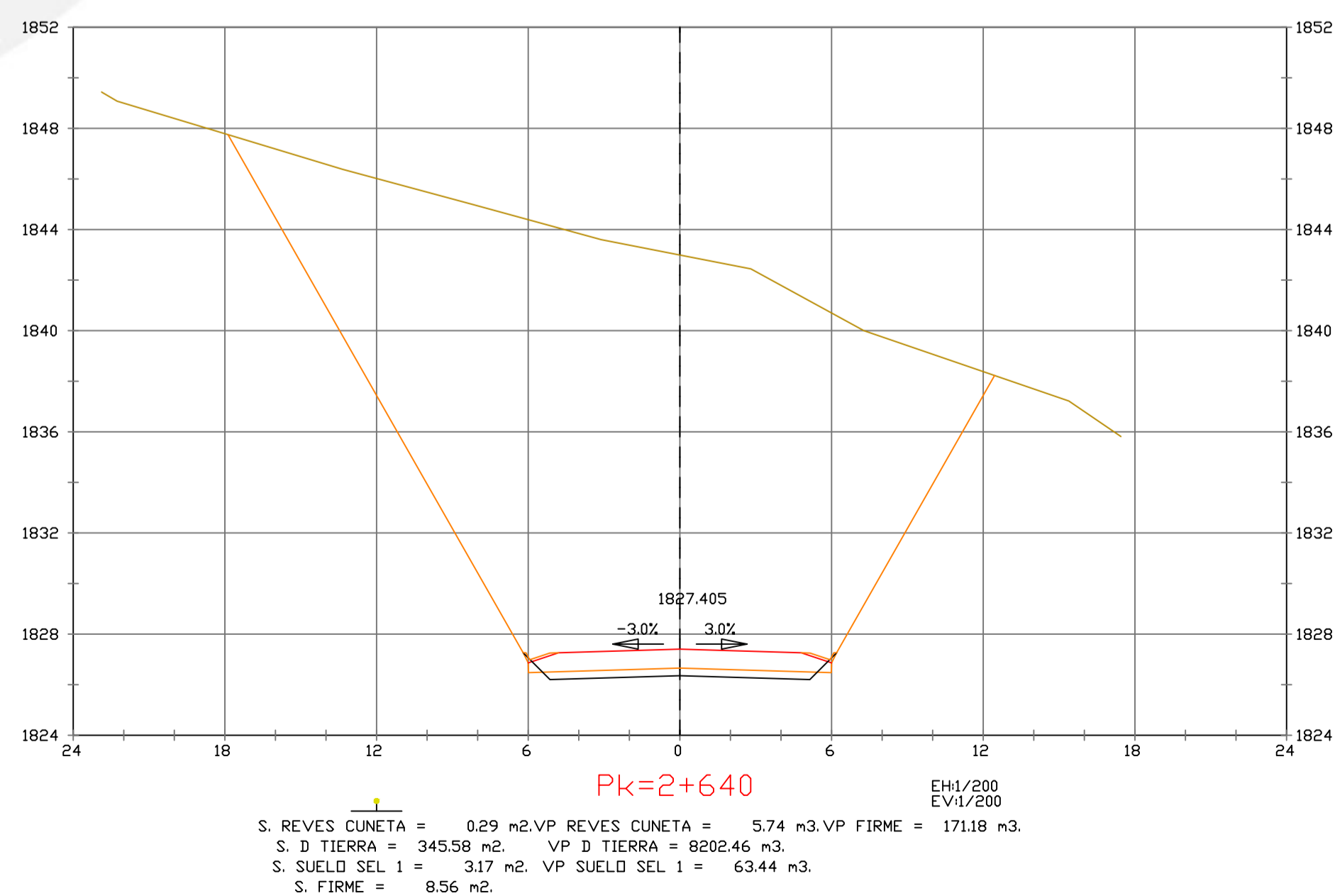
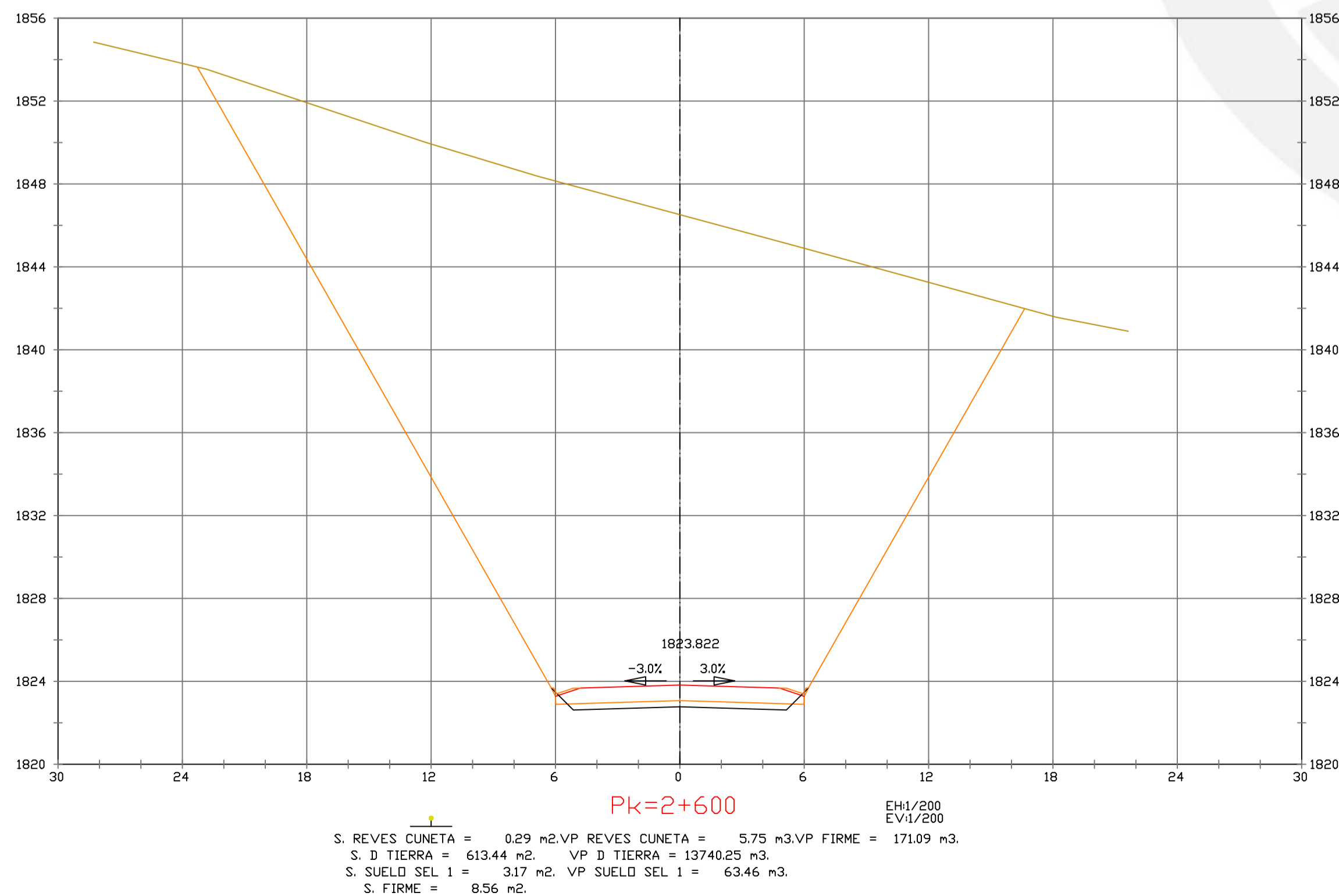
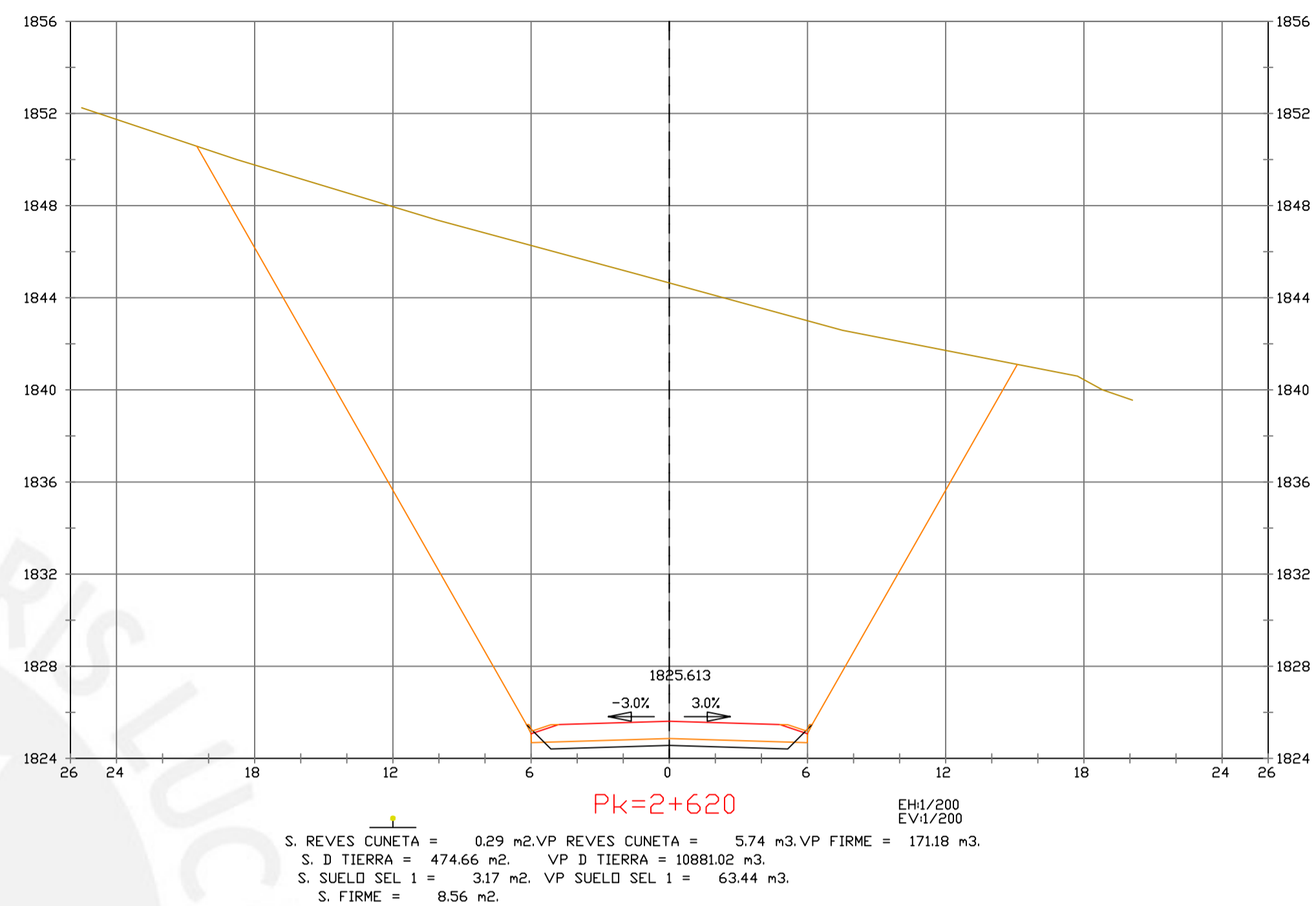
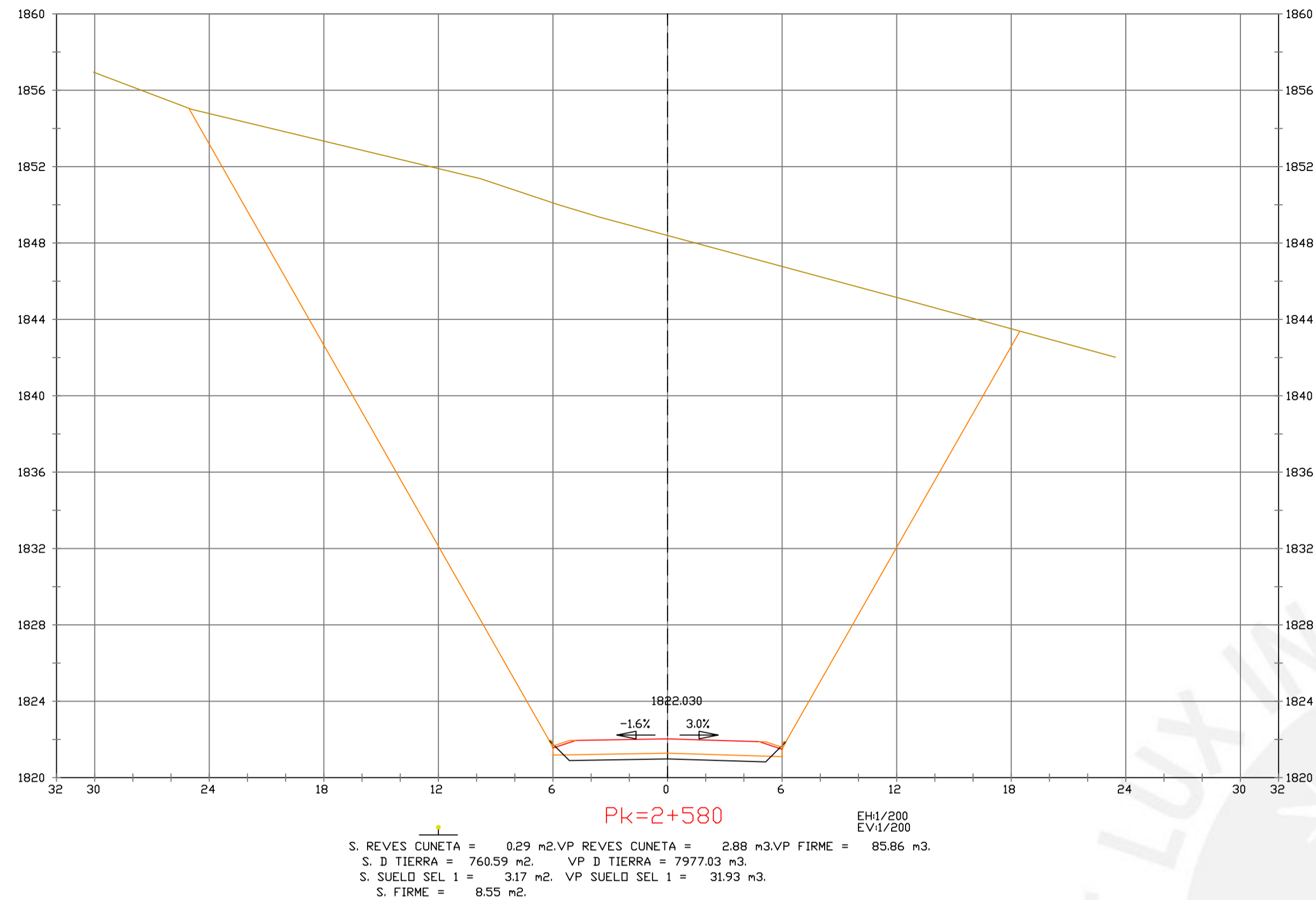
PROYECTO : CARRETERA DE CACLIC A LUYA AMAZONAS

NOMBRE PLANO : SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 06/12/2021

TESIS DE PREGRADO

FECHA 38



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

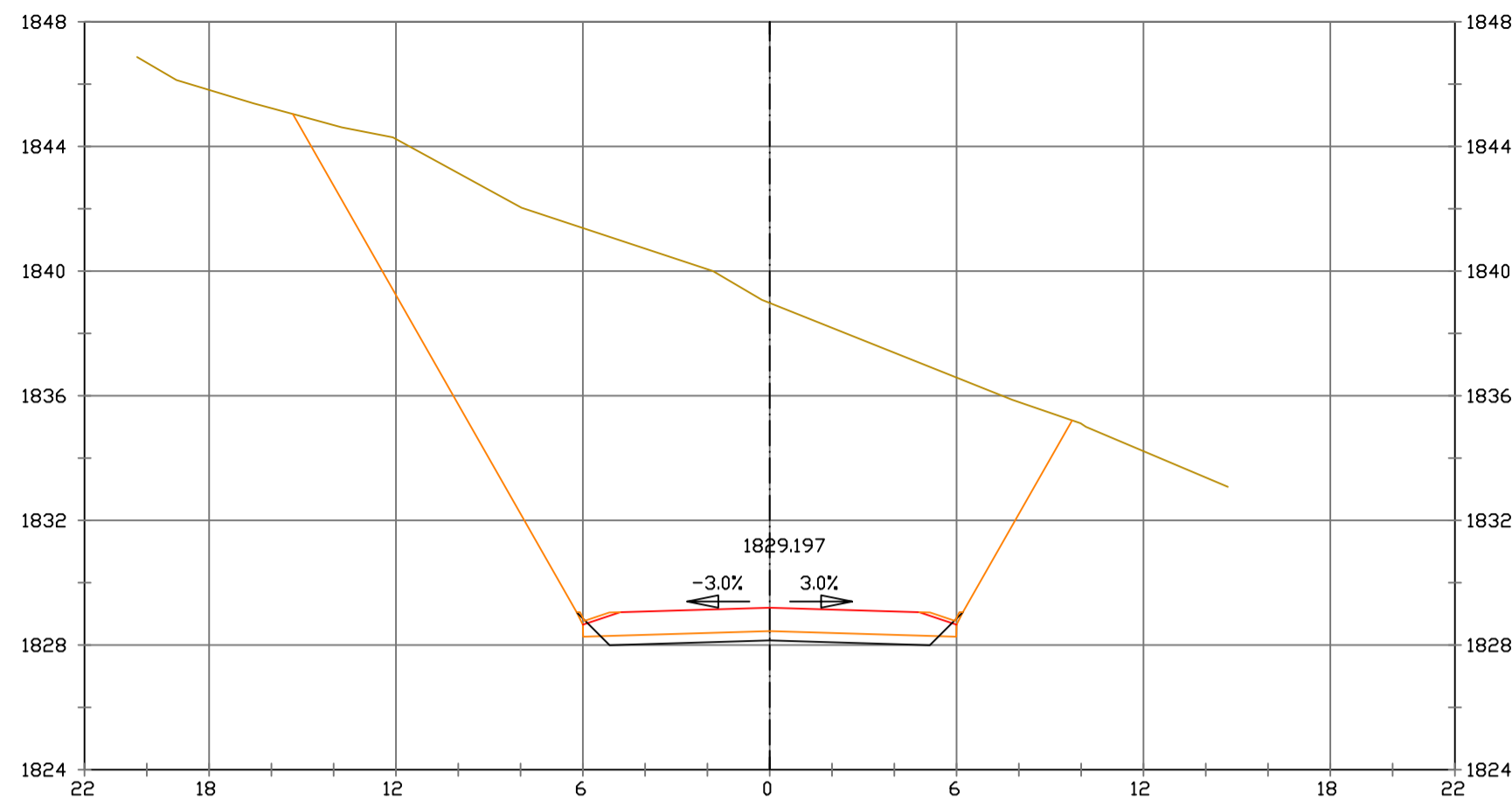
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA DE CACLIC A LUYA AMAZONAS

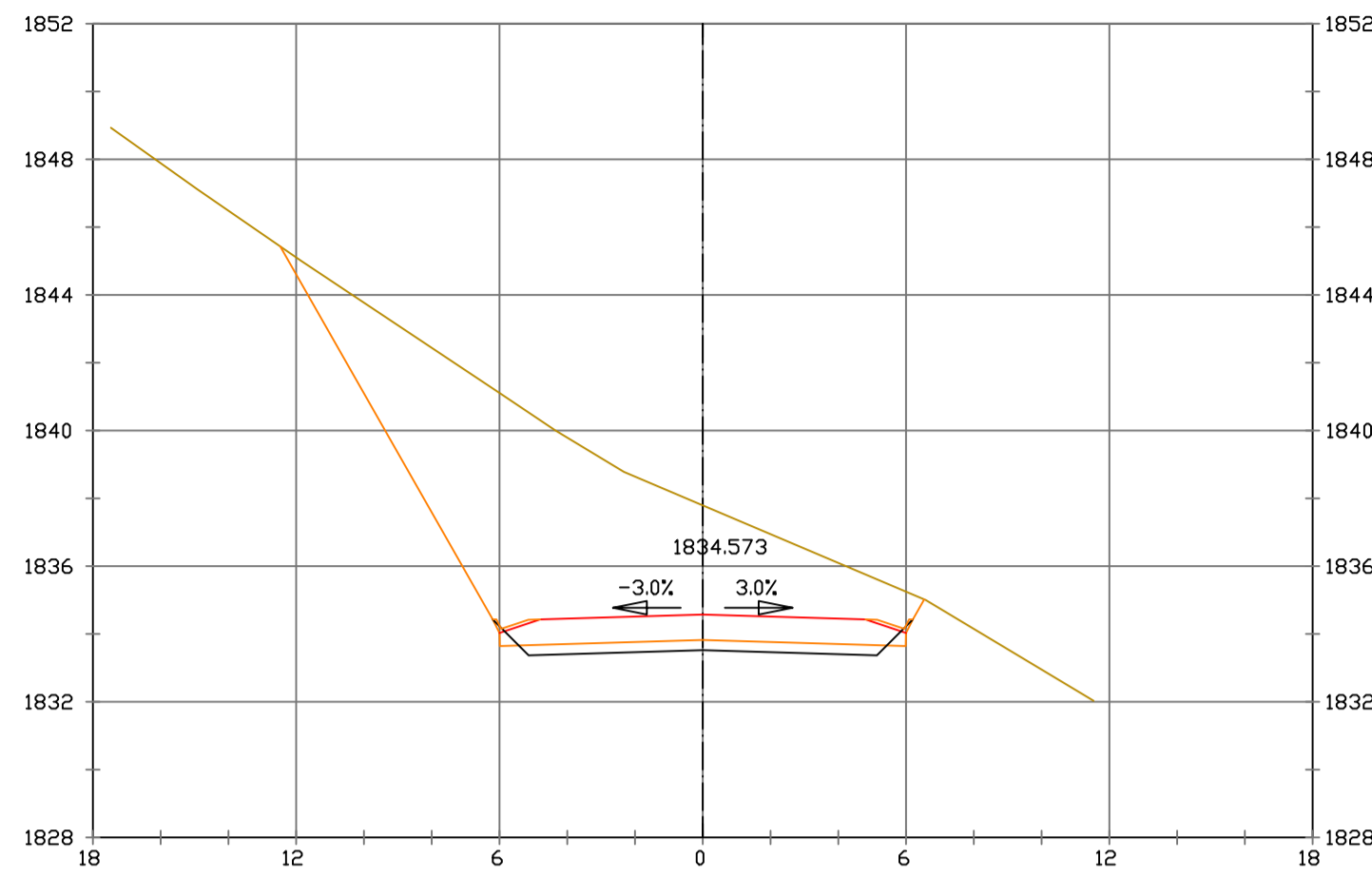
NOMBRE PLANO : SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 06/12/2021

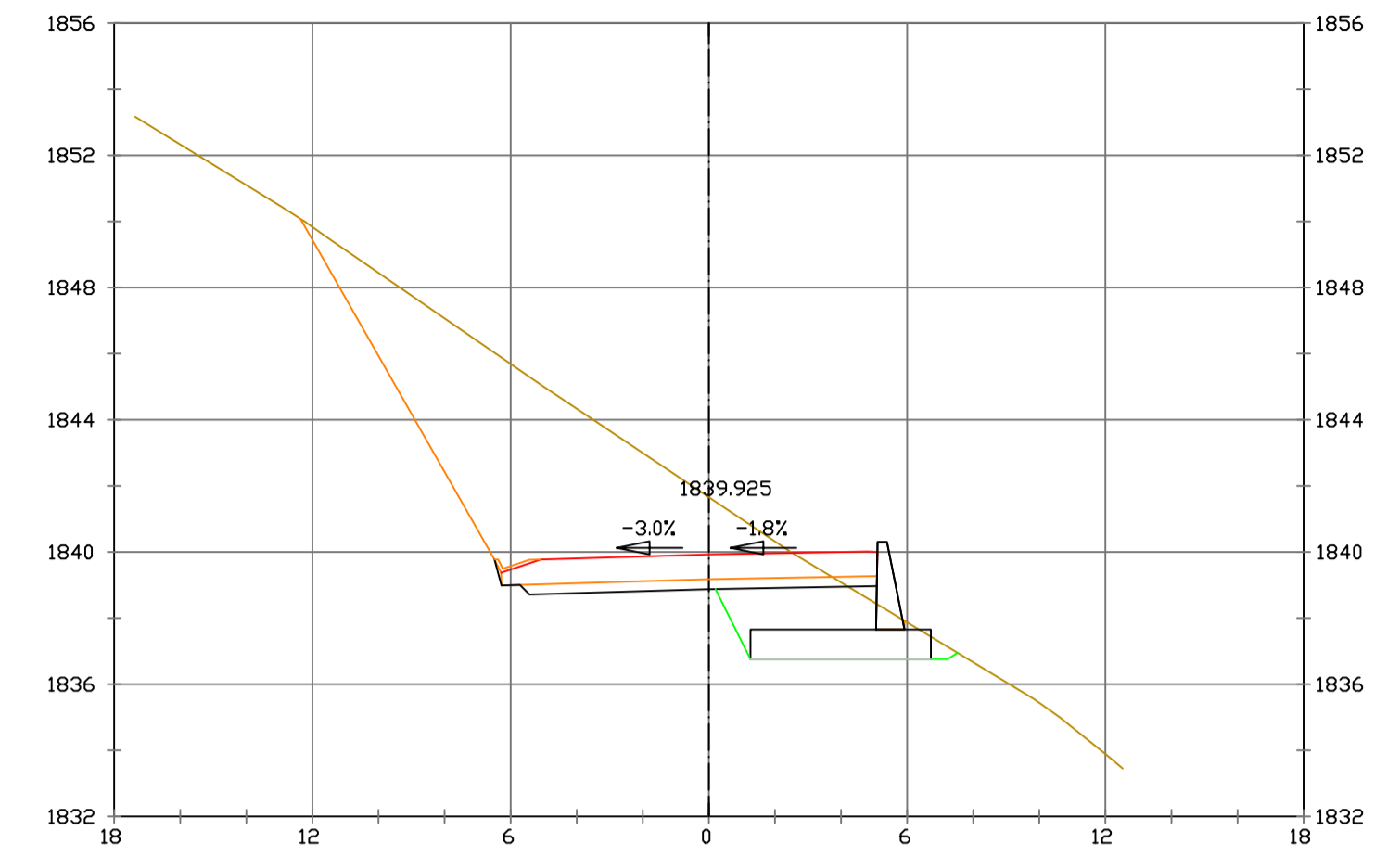
TESIS DE PREGRADO 39



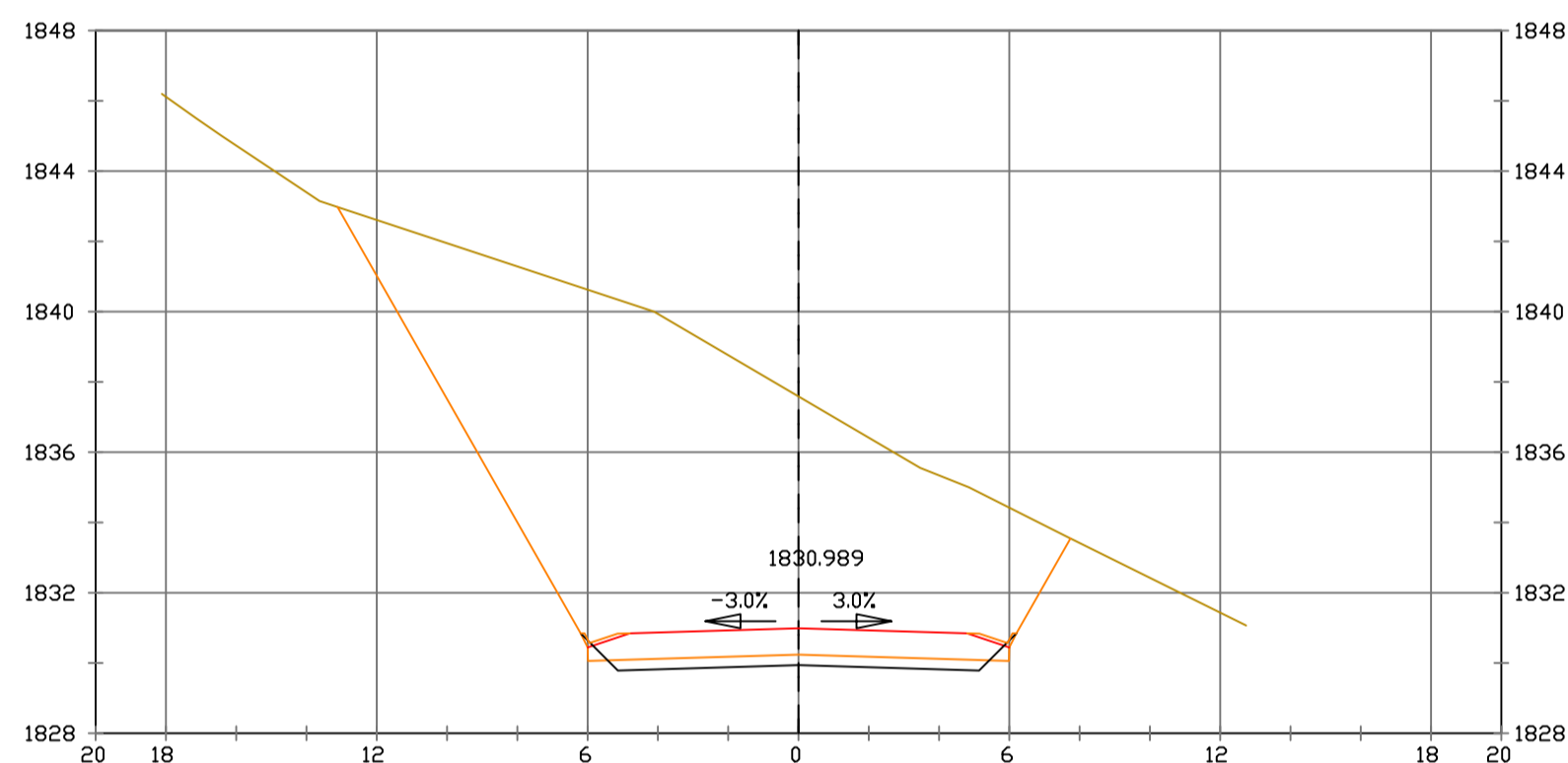
Pk=2+660
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m2. VP REVES CUNETA = 5.74 m3. VP FIRME = 171.18 m3.
 S. D TIERRA = 206.08 m2. VP D TIERRA = 5516.60 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m2. VP SUELO SEL 1 = 63.44 m3.
 S. FIRME = 8.56 m2.



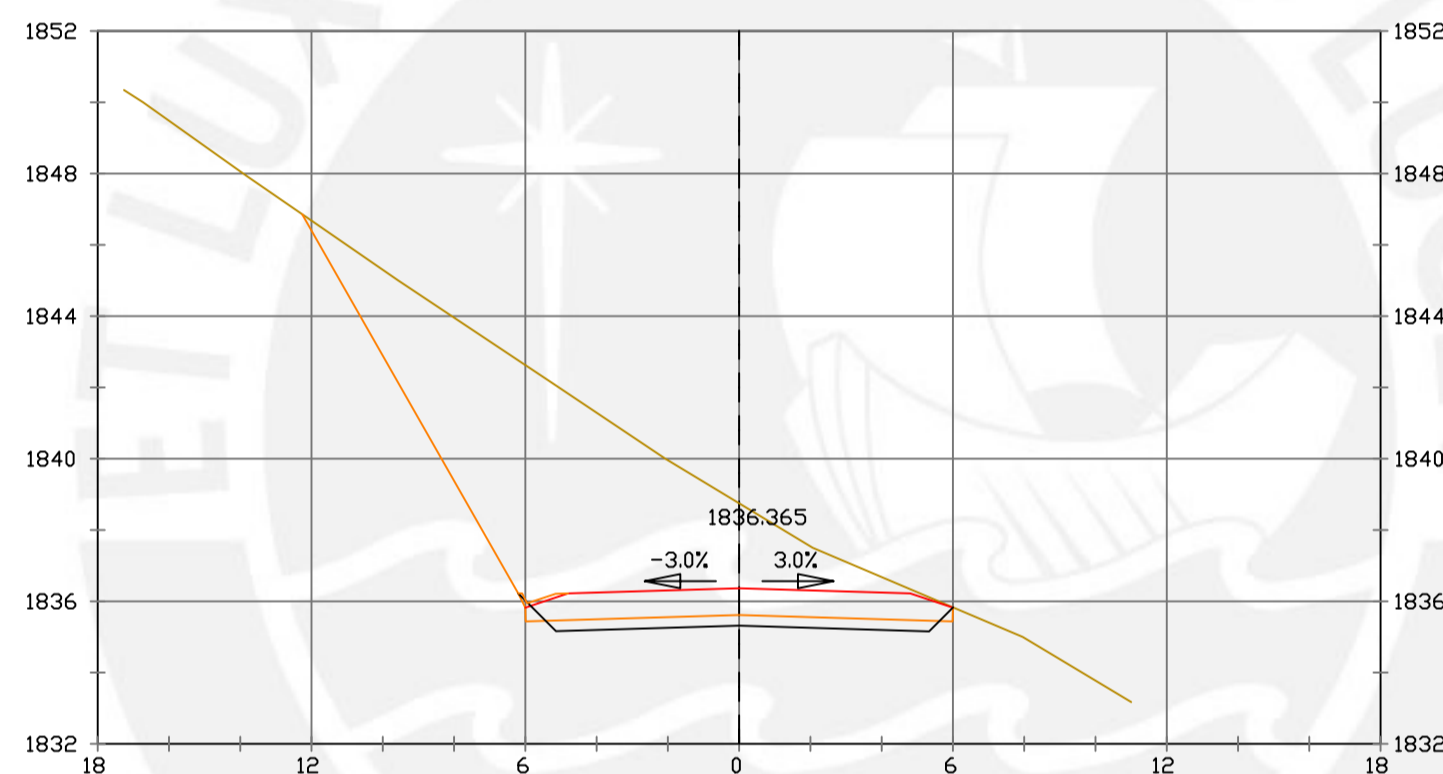
Pk=2+720
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m2. VP REVES CUNETA = 5.74 m3. VP FIRME = 171.18 m3.
 S. D TIERRA = 75.85 m2. VP D TIERRA = 1674.79 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m2. VP SUELO SEL 1 = 63.44 m3.
 S. FIRME = 8.56 m2.



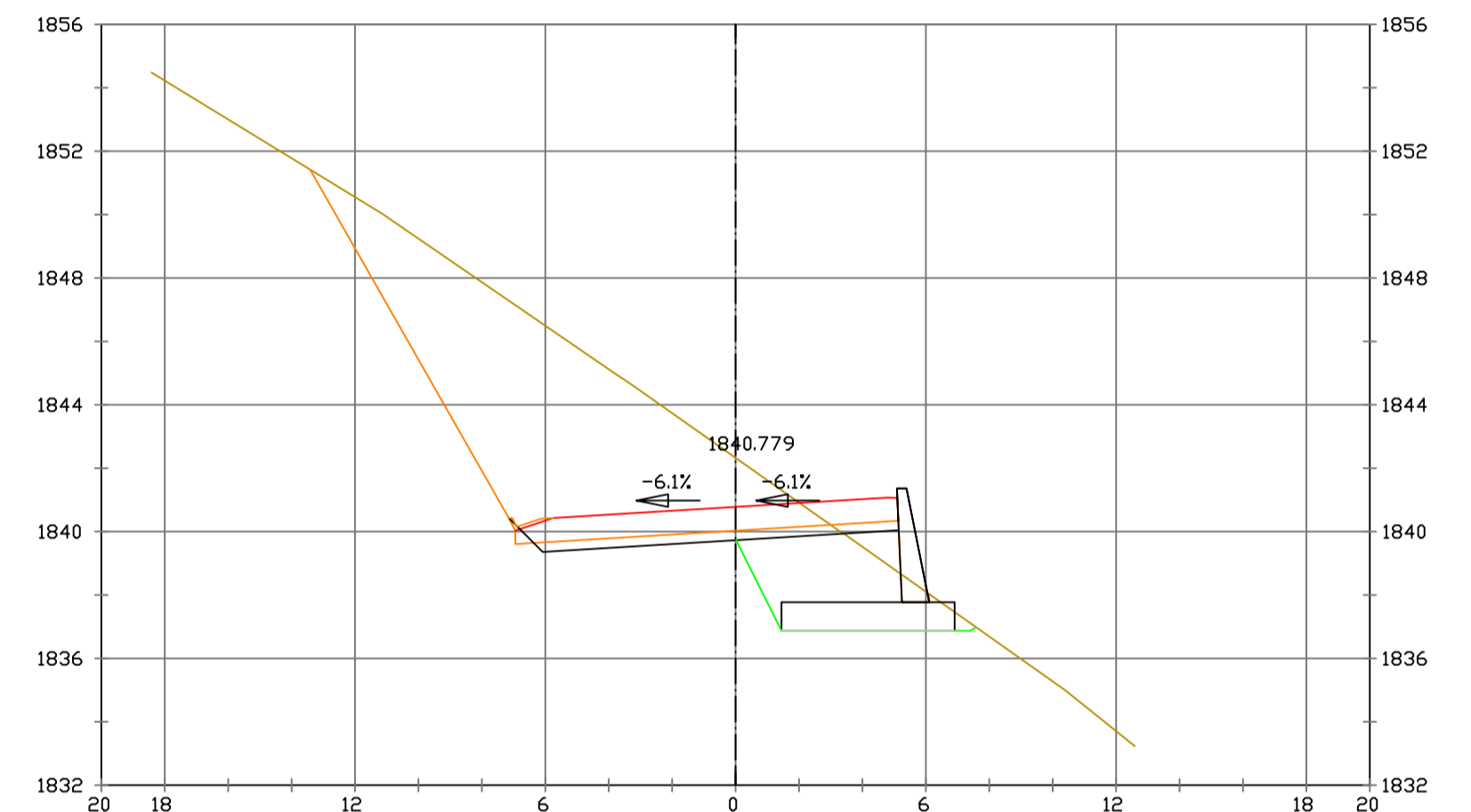
Pk=2+780
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.14 m2. VP REVES CUNETA = 6.102 m3. VP RESELL ZAP MURD = 97.64 m3.
 S. D TIERRA = 56.95 m2. VP D TIERRA = 1354.24 m3. VP MURDS = 25.94 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.23 m2. VP SUELO SEL 1 = 63.51 m3. VP FIRME = 163.51 m3.
 S. TERRAPLEN = 0.24 m2. VP TERRAPLEN = 2.35 m3.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2. VP ZAPATA MURDS = 98.28 m3.
 S. EXC ZM TIERRA = 11.03 m2. VP EXC ZM TIERRA = 195.13 m3.



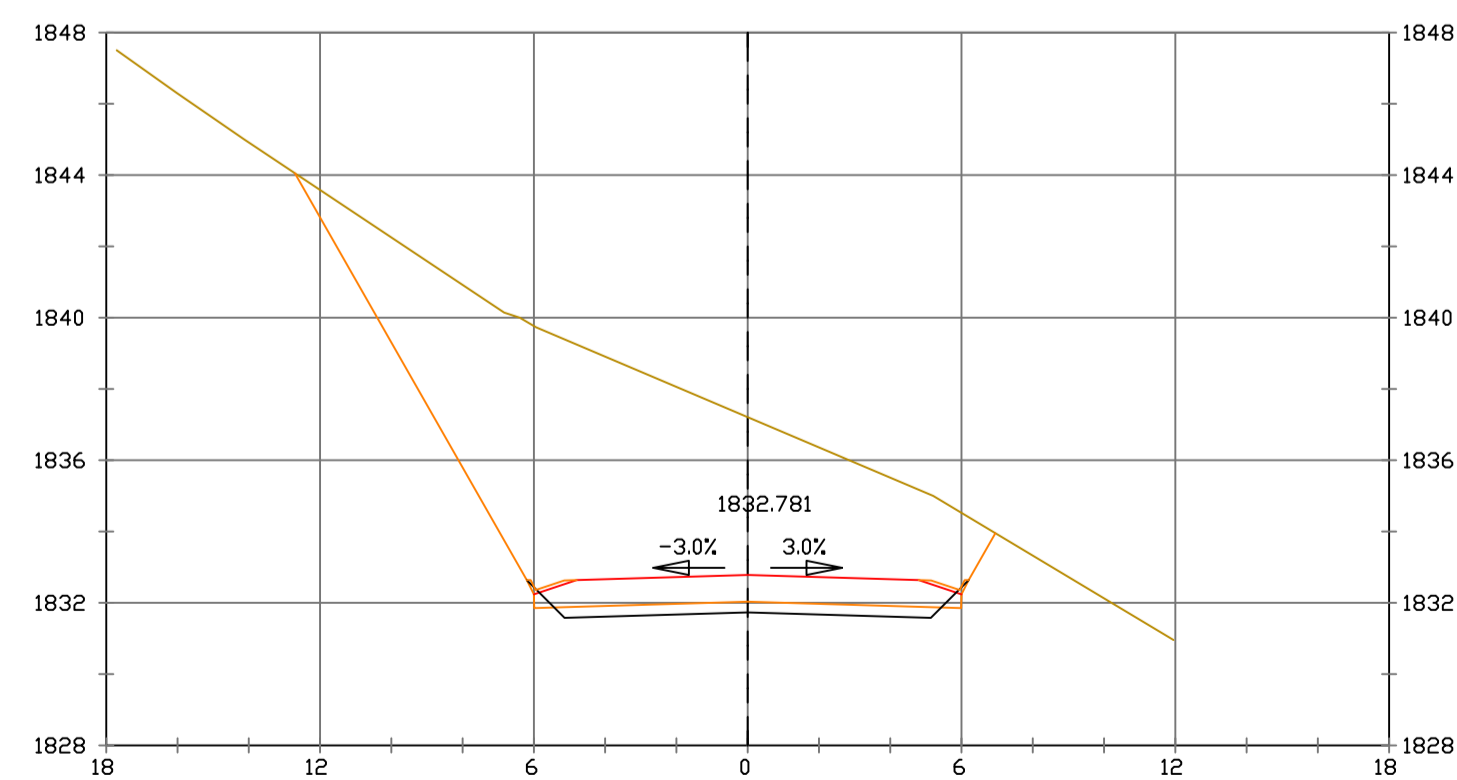
Pk=2+680
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m2. VP REVES CUNETA = 5.74 m3. VP FIRME = 171.18 m3.
 S. D TIERRA = 131.59 m2. VP D TIERRA = 3376.64 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m2. VP SUELO SEL 1 = 63.44 m3.
 S. FIRME = 8.56 m2.



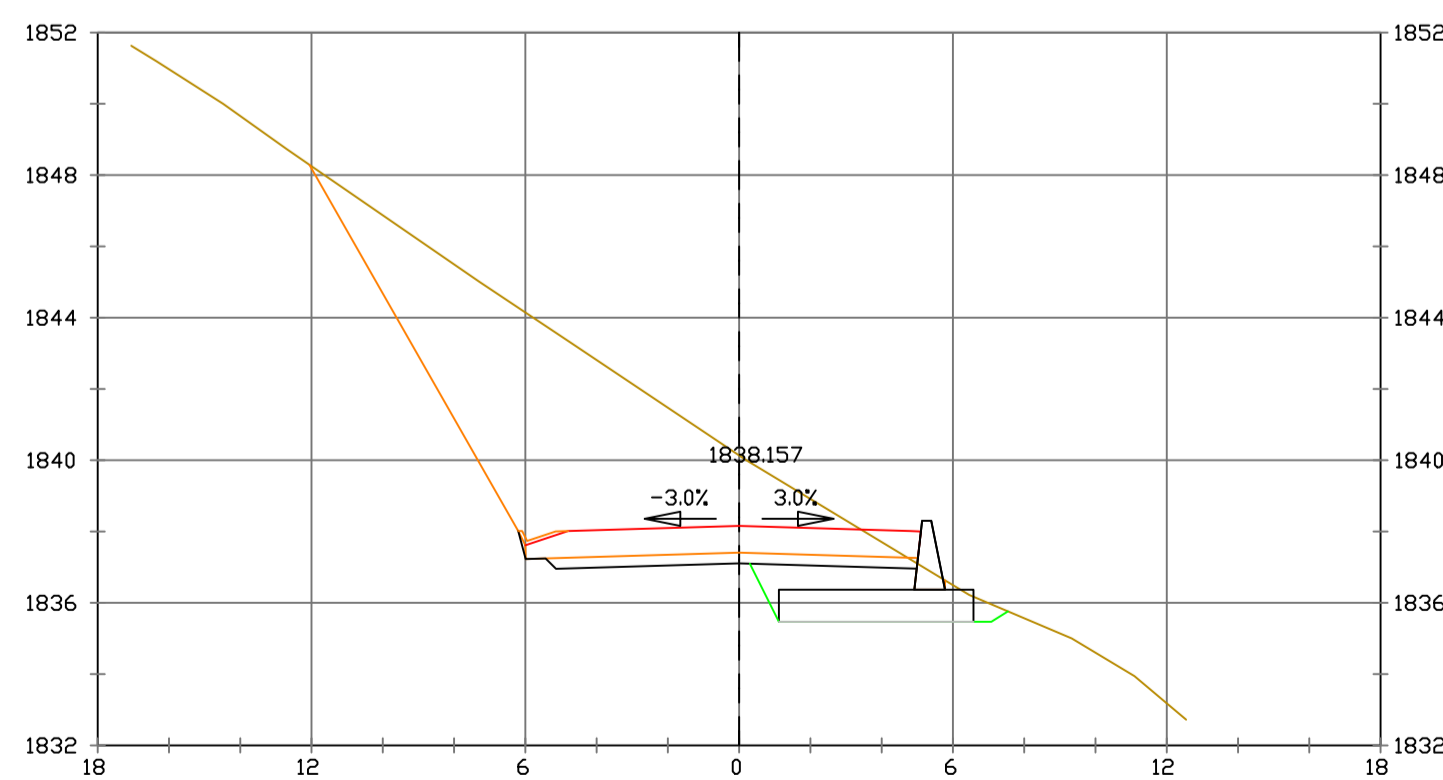
Pk=2+740
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.14 m2. VP REVES CUNETA = 4.30 m3. VP FIRME = 171.18 m3.
 S. D TIERRA = 64.60 m2. VP D TIERRA = 1404.51 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.23 m2. VP SUELO SEL 1 = 64.01 m3.
 S. FIRME = 8.56 m2.



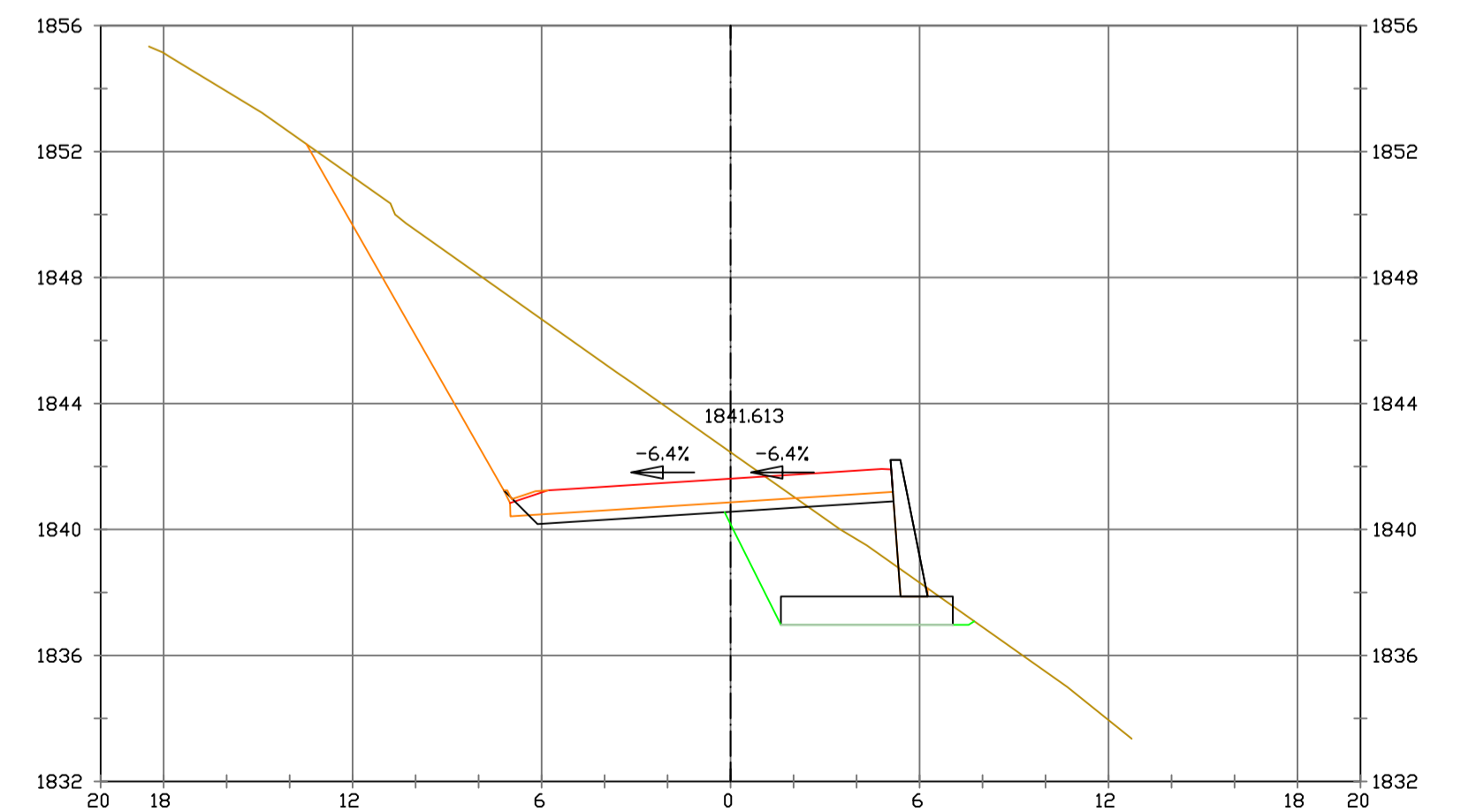
Pk=2+790
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.14 m2. VP REVES CUNETA = 9.284 m3. VP RESELL ZAP MURD = 77.18 m3.
 S. D TIERRA = 64.08 m2. VP D TIERRA = 1404.51 m3. VP MURDS = 18.01 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.41 m2. VP SUELO SEL 1 = 63.21 m3. VP FIRME = 85.78 m3.
 S. TERRAPLEN = 1.20 m2. VP TERRAPLEN = 7.16 m3.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2. VP ZAPATA MURDS = 49.14 m3.
 S. EXC ZM TIERRA = 14.13 m2. VP EXC ZM TIERRA = 125.78 m3.



Pk=2+700
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m2. VP REVES CUNETA = 5.74 m3. VP FIRME = 171.18 m3.
 S. D TIERRA = 91.63 m2. VP D TIERRA = 2232.15 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m2. VP SUELO SEL 1 = 63.44 m3.
 S. FIRME = 8.56 m2.



Pk=2+760
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.14 m2. VP REVES CUNETA = 2.87 m3. VP RESELL ZAP MURD = 36.09 m3.
 S. D TIERRA = 58.46 m2. VP D TIERRA = 1354.24 m3. VP MURDS = 10.79 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.12 m2. VP SUELO SEL 1 = 63.47 m3. VP FIRME = 166.01 m3.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2. VP ZAPATA MURDS = 49.14 m3.
 S. EXC ZM TIERRA = 8.48 m2. VP EXC ZM TIERRA = 84.84 m3.
 S. RESELL ZAP MURD = 3.61 m2.



Pk=2+800
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.14 m2. VP REVES CUNETA = 11.441 m3. VP RESELL ZAP MURD = 103.61 m3.
 S. D TIERRA = 55.32 m2. VP D TIERRA = 1354.24 m3. VP MURDS = 23.14 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.43 m2. VP SUELO SEL 1 = 63.29 m3. VP FIRME = 88.70 m3.
 S. TERRAPLEN = 2.88 m2. VP TERRAPLEN = 20.36 m3.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2. VP ZAPATA MURDS = 49.14 m3.
 S. EXC ZM TIERRA = 16.29 m2. VP EXC ZM TIERRA = 152.08 m3.

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

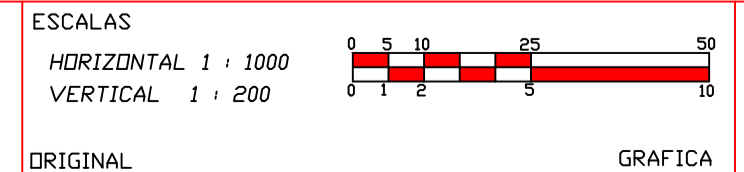
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
 E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS
 DE LA CRUZ

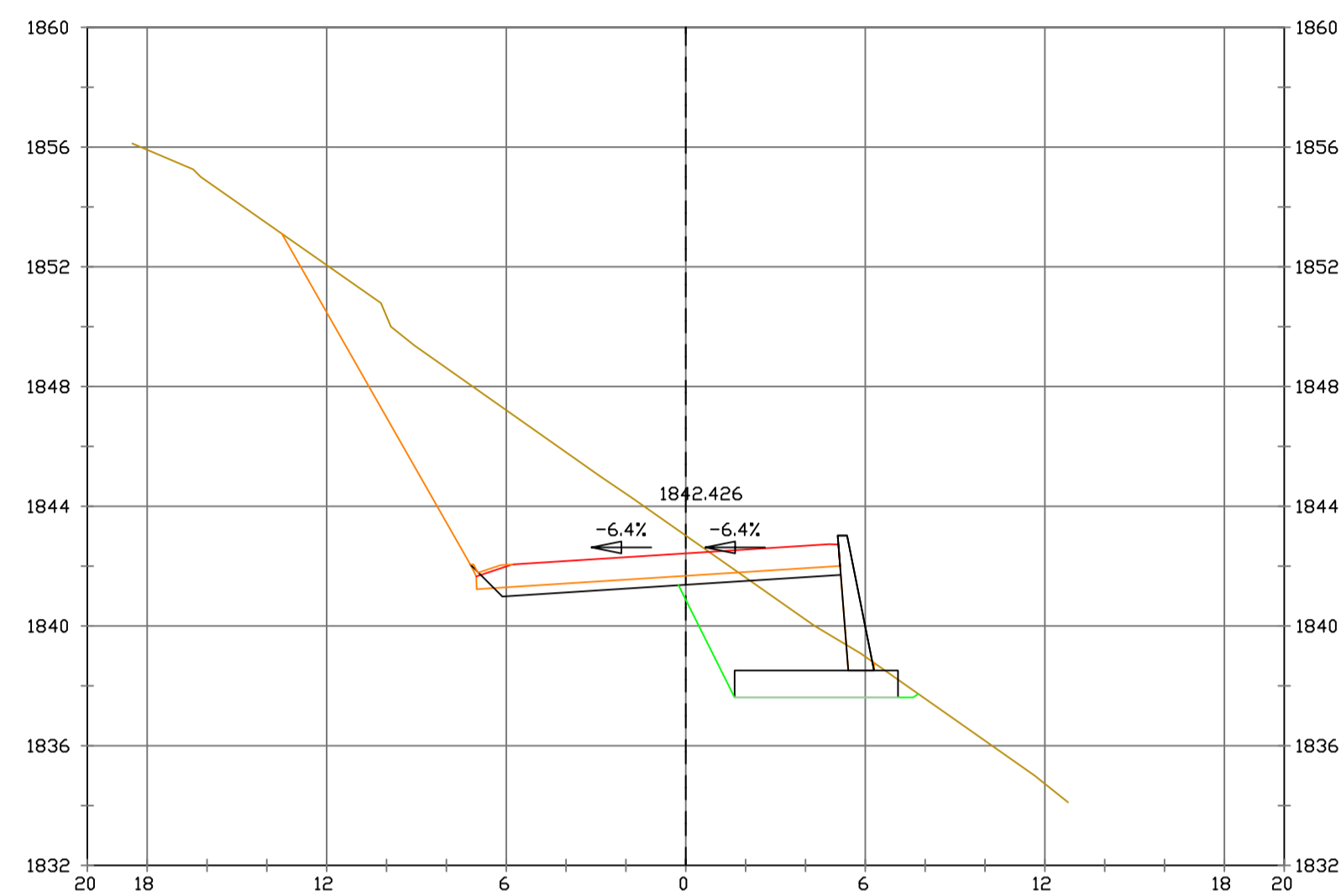


PROYECTO: CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

NOMBRE PLANO:
 SECCIONES TRANSVERSALES

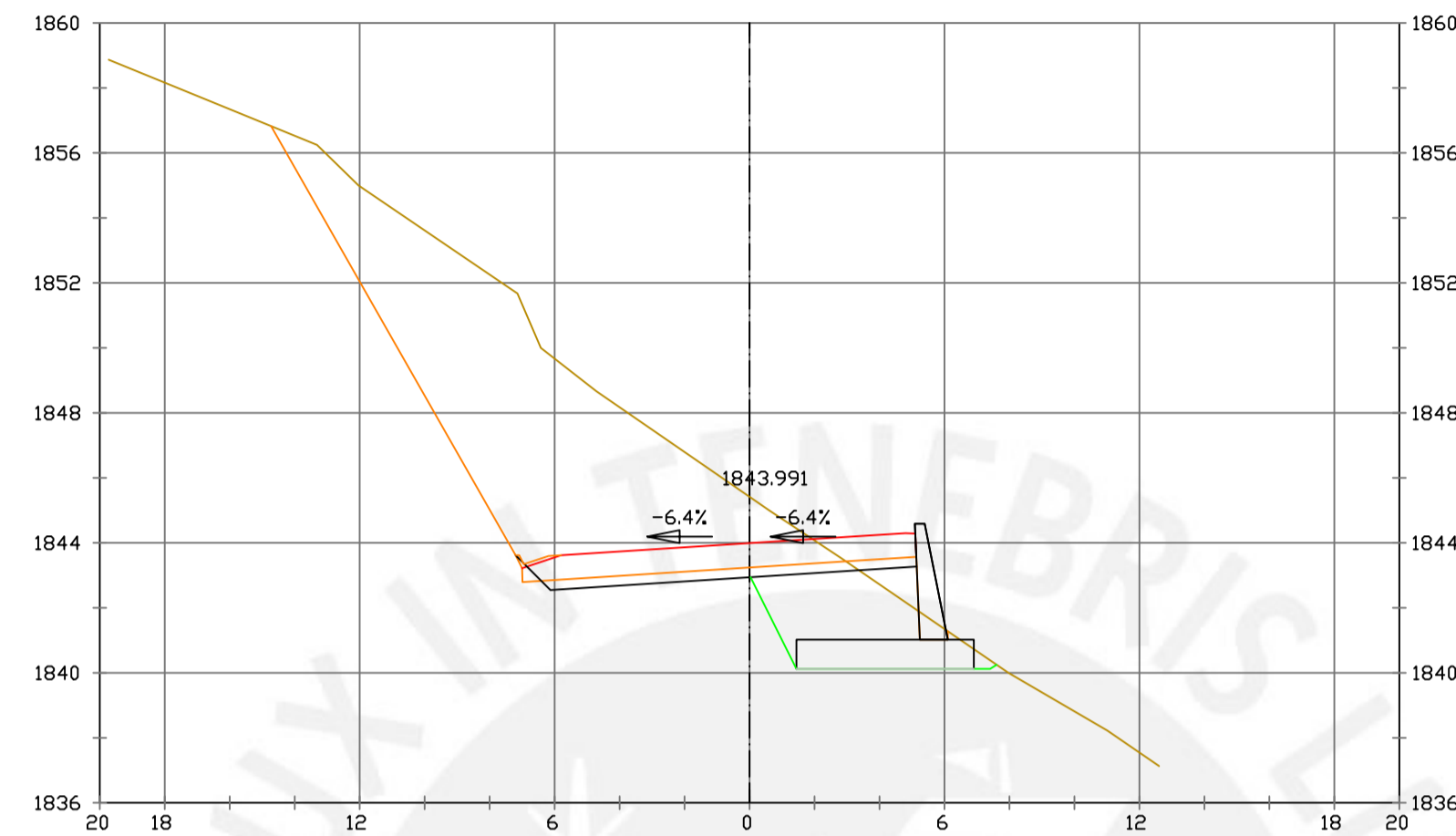
FECHA:
 06/12/2021

TESIS DE
 PREGRADO 40



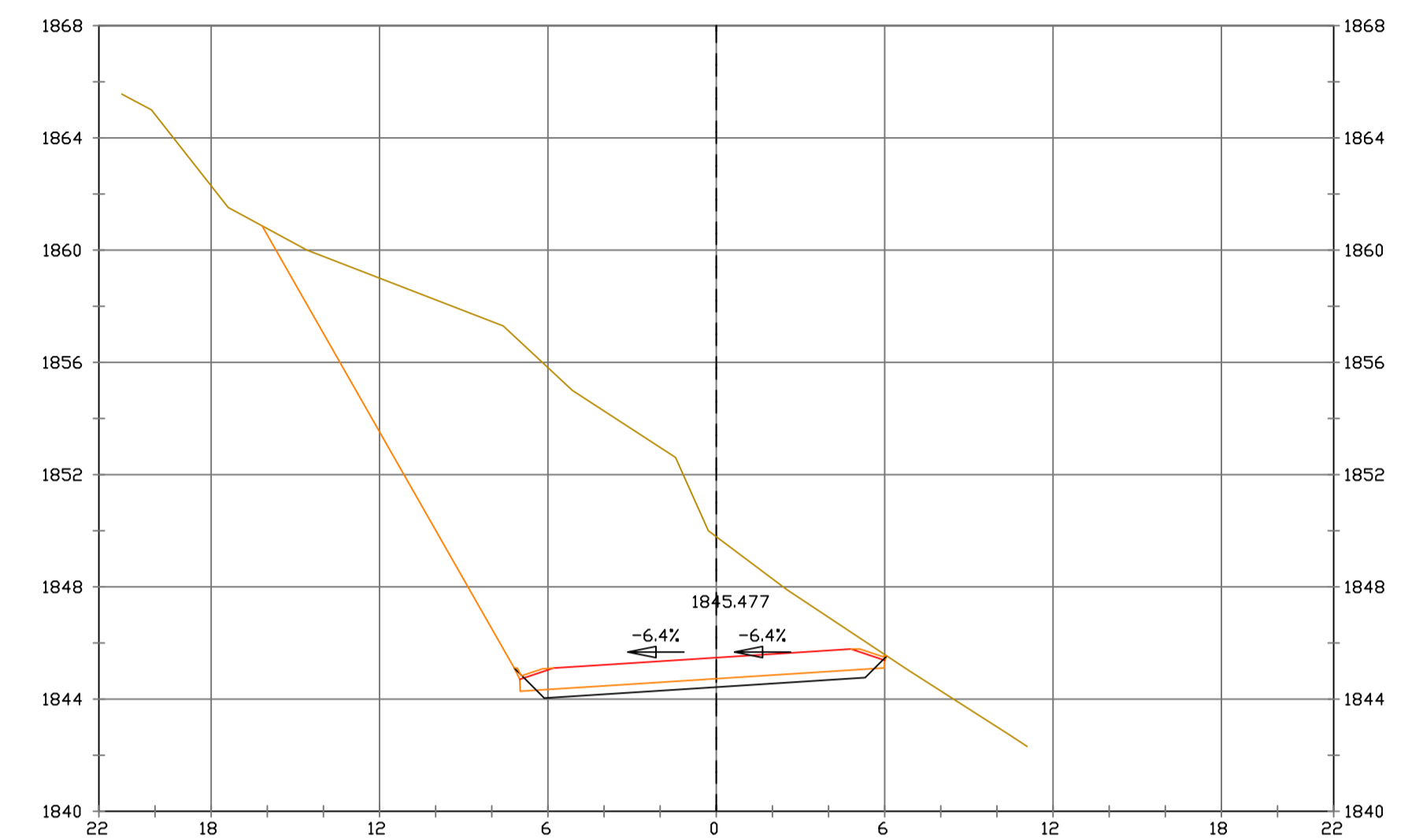
Pk=2+810
 EHI/200
 EV1/200

S. REVES CUNETA = 0.14 m². REVL. REZAS MOBIDEFA = 11.561 m³. RELL. ZAP. MURD = 115.01 m³.
 S. D TIERRA = 52.40 m². SV. MURD SIERRA = 2.653 m³. VP MURDS = 25.93 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.43 m². VP FIBROD=SEL 8.89 m³. VP FIRME = 88.94 m³.
 S. TERRAPLEN = 3.68 m². VP TERRAPLEN = 32.77 m³.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 16.41 m². VP EXC ZM TIERRA = 163.49 m³.



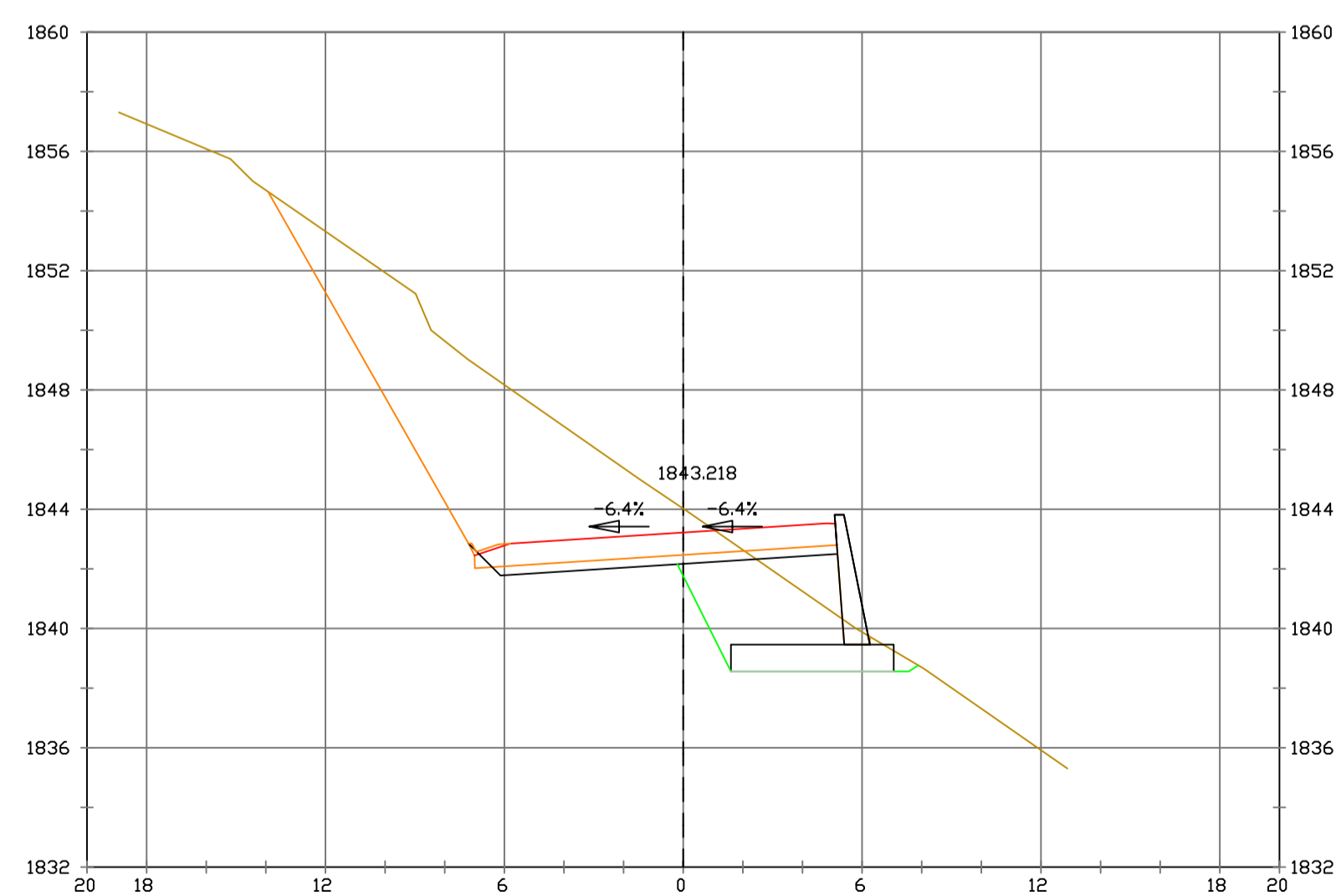
Pk=2+830
 EHI/200
 EV1/200

S. REVES CUNETA = 0.14 m². REVL. REZAS MOBIDEFA = 9.121 m³. RELL. ZAP. MURD = 103.32 m³.
 S. D TIERRA = 73.11 m². SV. MURD SIERRA = 2.058 m³. VP MURDS = 23.13 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.42 m². VP FIBROD=SEL 8.89 m³. VP FIRME = 88.89 m³.
 S. TERRAPLEN = 1.23 m². VP TERRAPLEN = 21.09 m³.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 13.98 m². VP EXC ZM TIERRA = 151.97 m³.



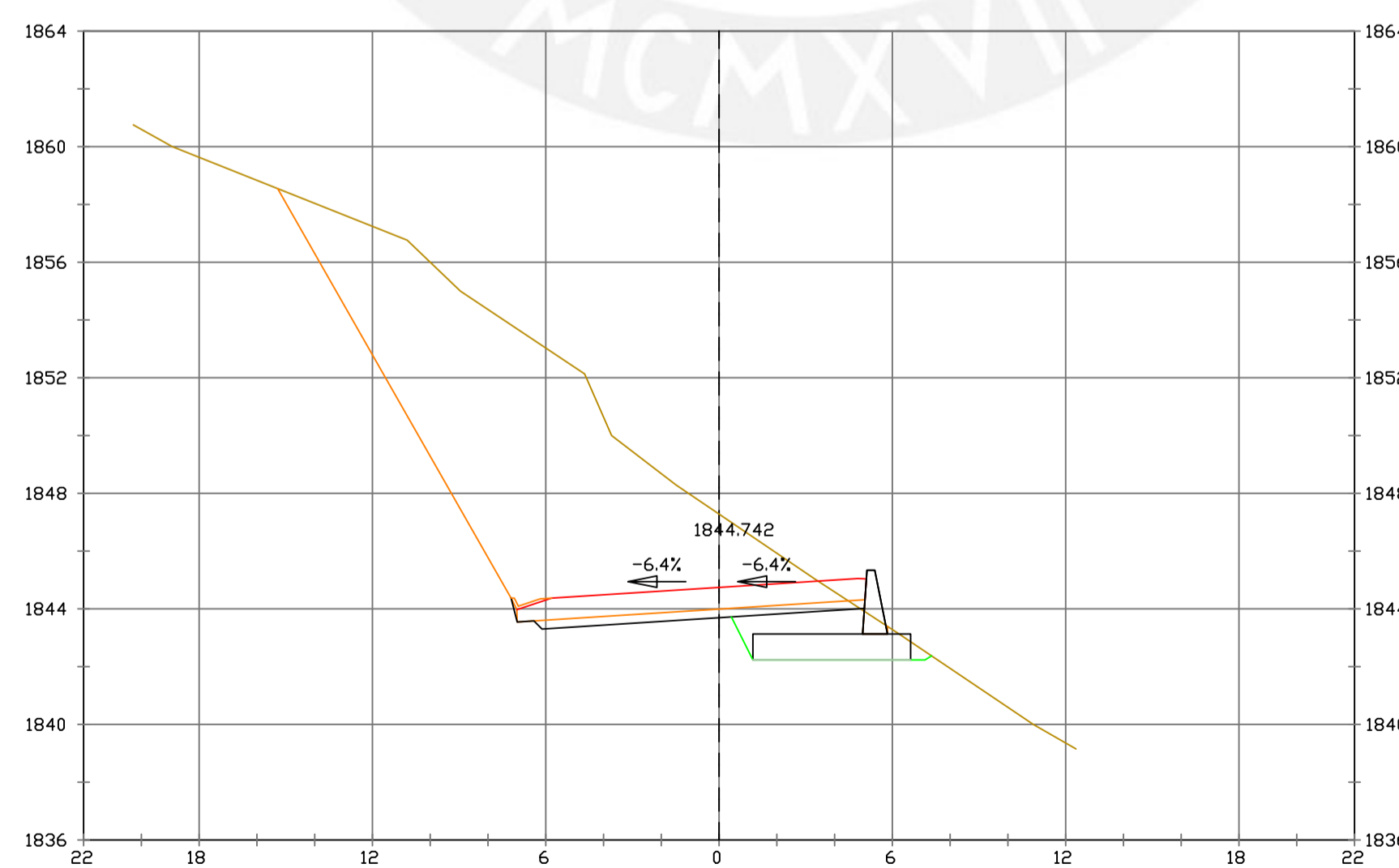
Pk=2+850
 EHI/200
 EV1/200

S. REVES CUNETA = 0.26 m². VP REVES CUNETA = 2.00 m³. RELL. ZAP. MURD = 18.94 m³.
 S. D TIERRA = 139.96 m². VP D TIERRA = 1201.55 m³. VP MURDS = 6.23 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.52 m². VP SUELO SEL 1 = 34.76 m³. VP FIRME = 90.53 m³.
 S. FIRME = 9.27 m². VP TERRAPLEN = 0.03 m³.
 VP ZAPATA MURDS = 24.57 m³.
 VP EXC ZM TIERRA = 43.24 m³.



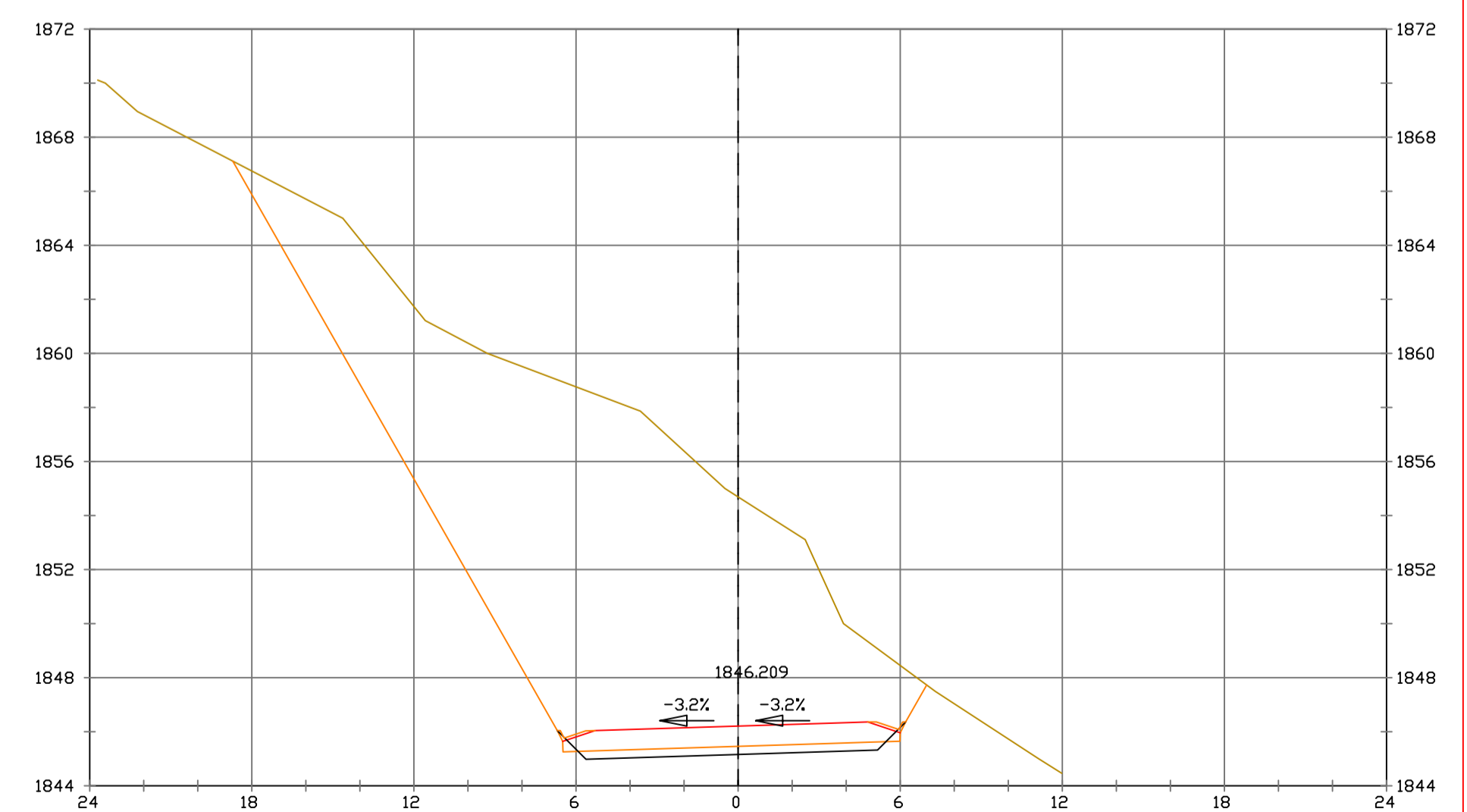
Pk=2+820
 EHI/200
 EV1/200

S. REVES CUNETA = 0.14 m². REVL. REZAS MOBIDEFA = 11.541 m³. RELL. ZAP. MURD = 115.51 m³.
 S. D TIERRA = 57.64 m². SV. MURD SIERRA = 2.550 m³. VP MURDS = 25.99 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.43 m². VP FIBROD=SEL 8.89 m³. VP FIRME = 88.94 m³.
 S. TERRAPLEN = 2.99 m². VP TERRAPLEN = 33.35 m³.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 16.42 m². VP EXC ZM TIERRA = 164.14 m³.



Pk=2+840
 EHI/200
 EV1/200

S. REVES CUNETA = 0.14 m². REVL. REZAS MOBIDEFA = 3.791 m³. RELL. ZAP. MURD = 64.56 m³.
 S. D TIERRA = 100.34 m². SV. MURD SIERRA = 1.286 m³. VP MURDS = 16.60 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.43 m². VP FIBROD=SEL 8.89 m³. VP FIRME = 88.62 m³.
 S. TERRAPLEN = 0.01 m². VP TERRAPLEN = 6.17 m³.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 8.65 m². VP EXC ZM TIERRA = 113.12 m³.



Pk=2+860
 EHI/200
 EV1/200

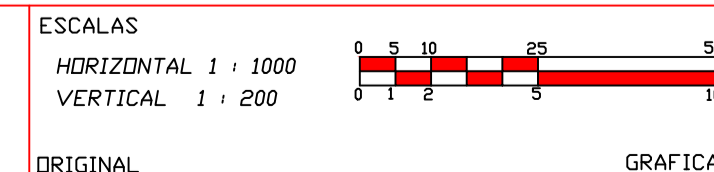
S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.74 m³. VP FIRME = 90.76 m³.
 S. D TIERRA = 195.94 m². VP D TIERRA = 1679.52 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.33 m². VP SUELO SEL 1 = 34.29 m³.
 S. FIRME = 8.89 m².



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
 E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS
 DE LA CRUZ

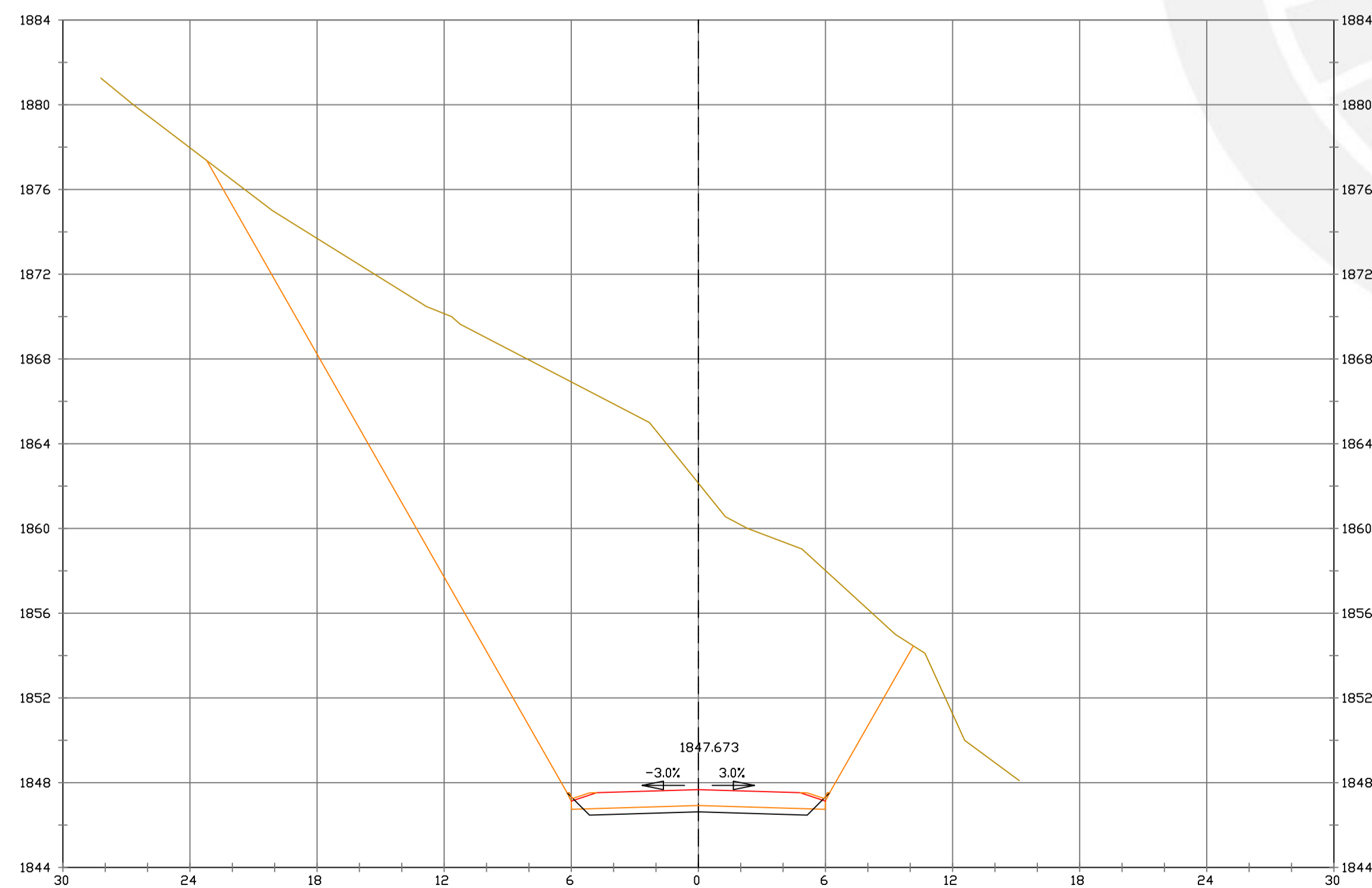
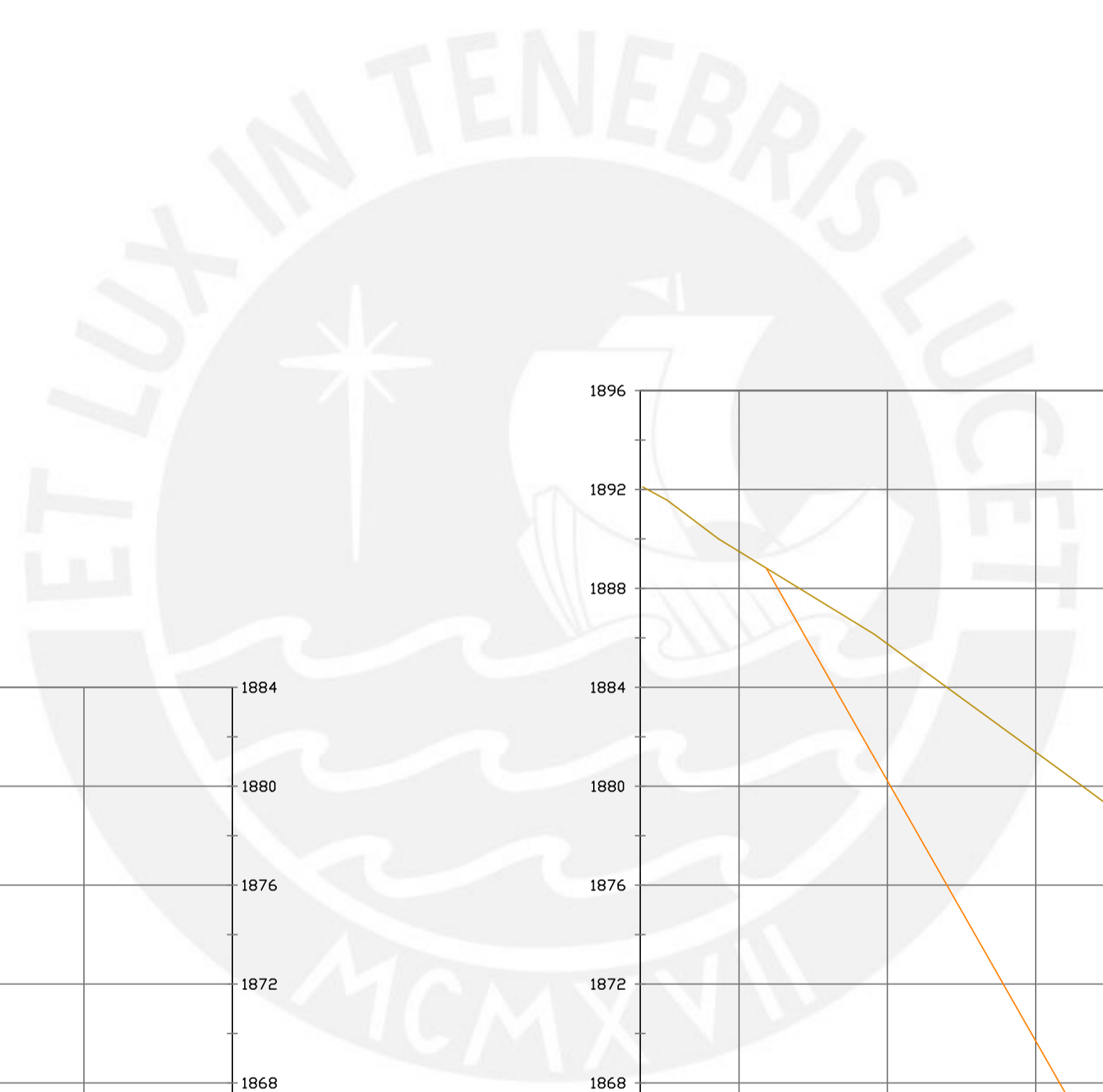


PROYECTO: CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

NOMBRE PLANO:
 SECCIONES TRANSVERSALES

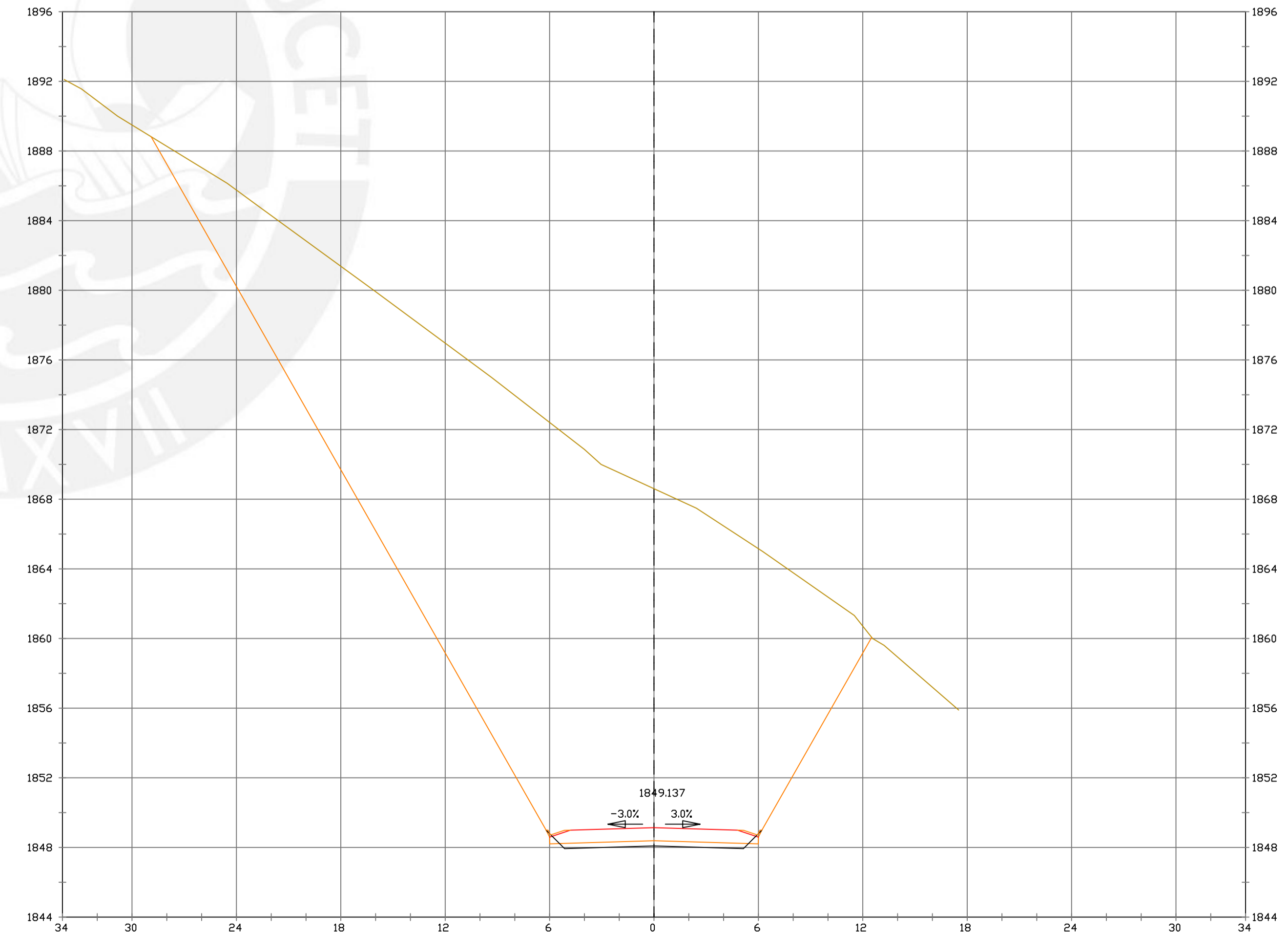
FECHA:
 06/12/2021

TESIS DE
 PREGRADO 41



Pk=2+880 EH1/200
EV1/200

S. REVES CUNETAS = 0.29 m². VP REVES CUNETAS = 5.75 m³. VP FIRME = 174.45 m³.
 S. D TIERRA = 375.52 m². VP D TIERRA = 5714.57 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m². VP SUELO SEL 1 = 65.00 m³.
 S. FIRME = 8.56 m².



Pk=2+900 EH1/200
EV1/200

S. REVES CUNETAS = 0.29 m². VP REVES CUNETAS = 5.74 m³. VP FIRME = 171.18 m³.
 S. D TIERRA = 580.97 m². VP D TIERRA = 9564.92 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m². VP SUELO SEL 1 = 63.44 m³.
 S. FIRME = 8.56 m².



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS
DE LA CRUZ

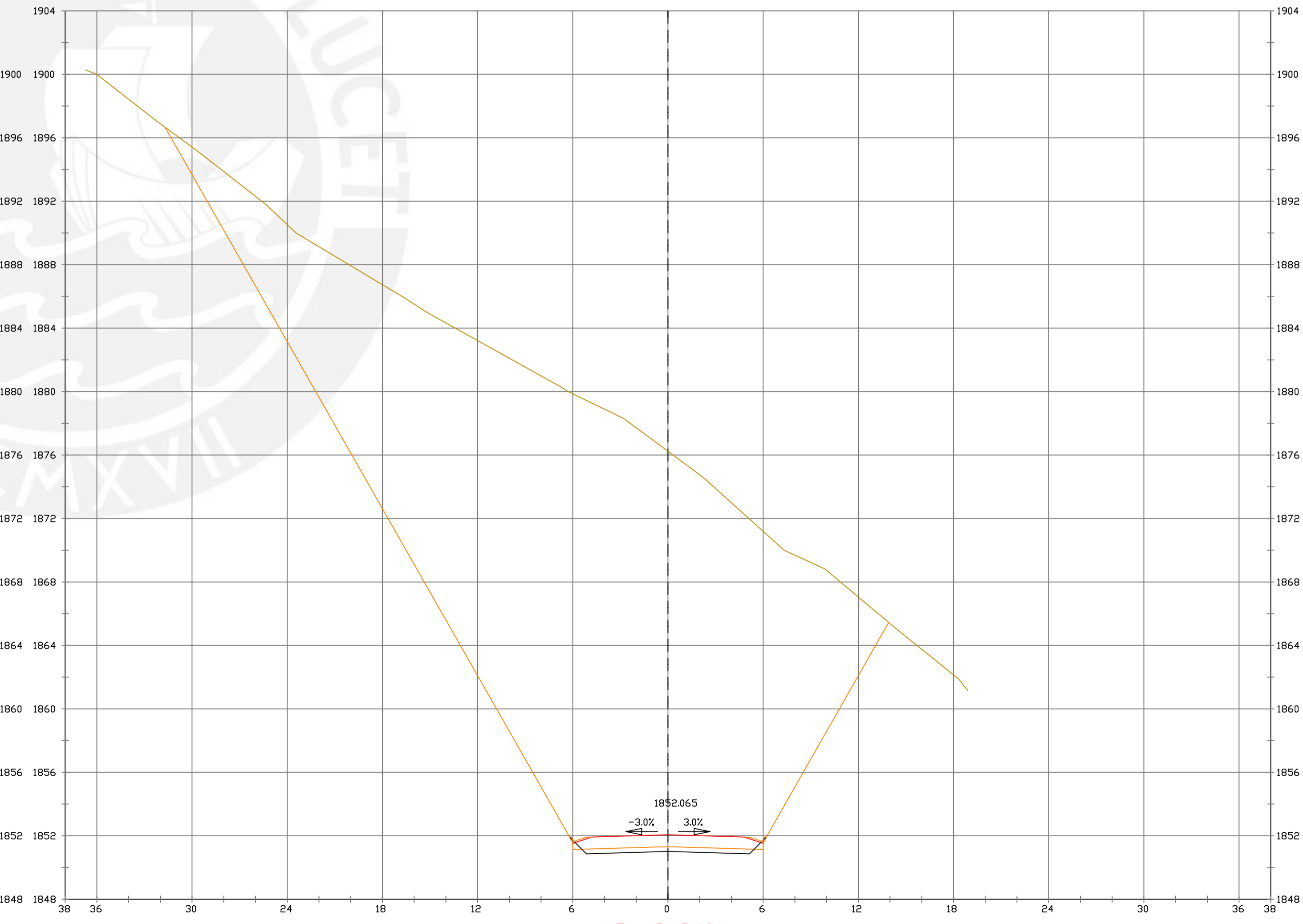
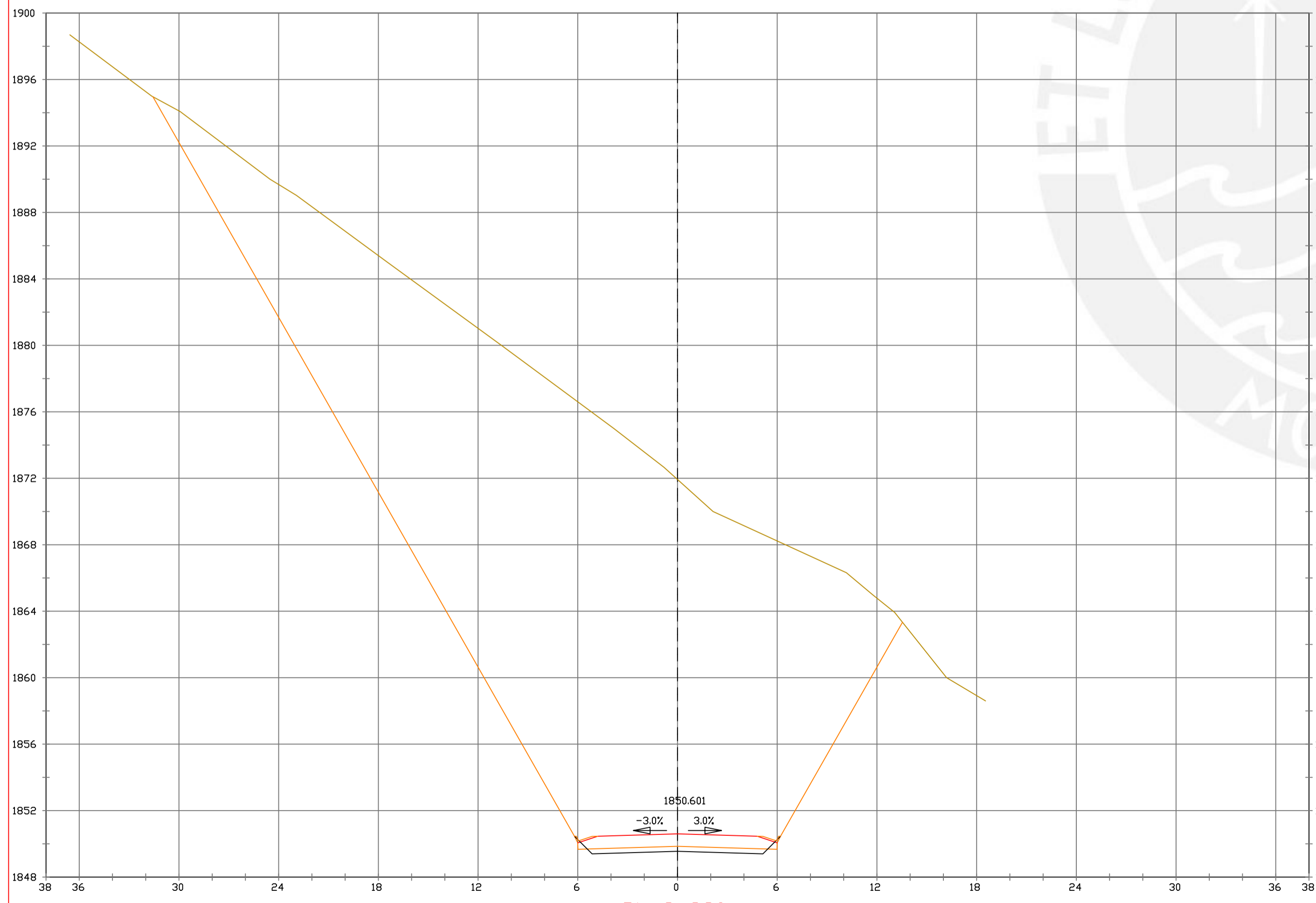
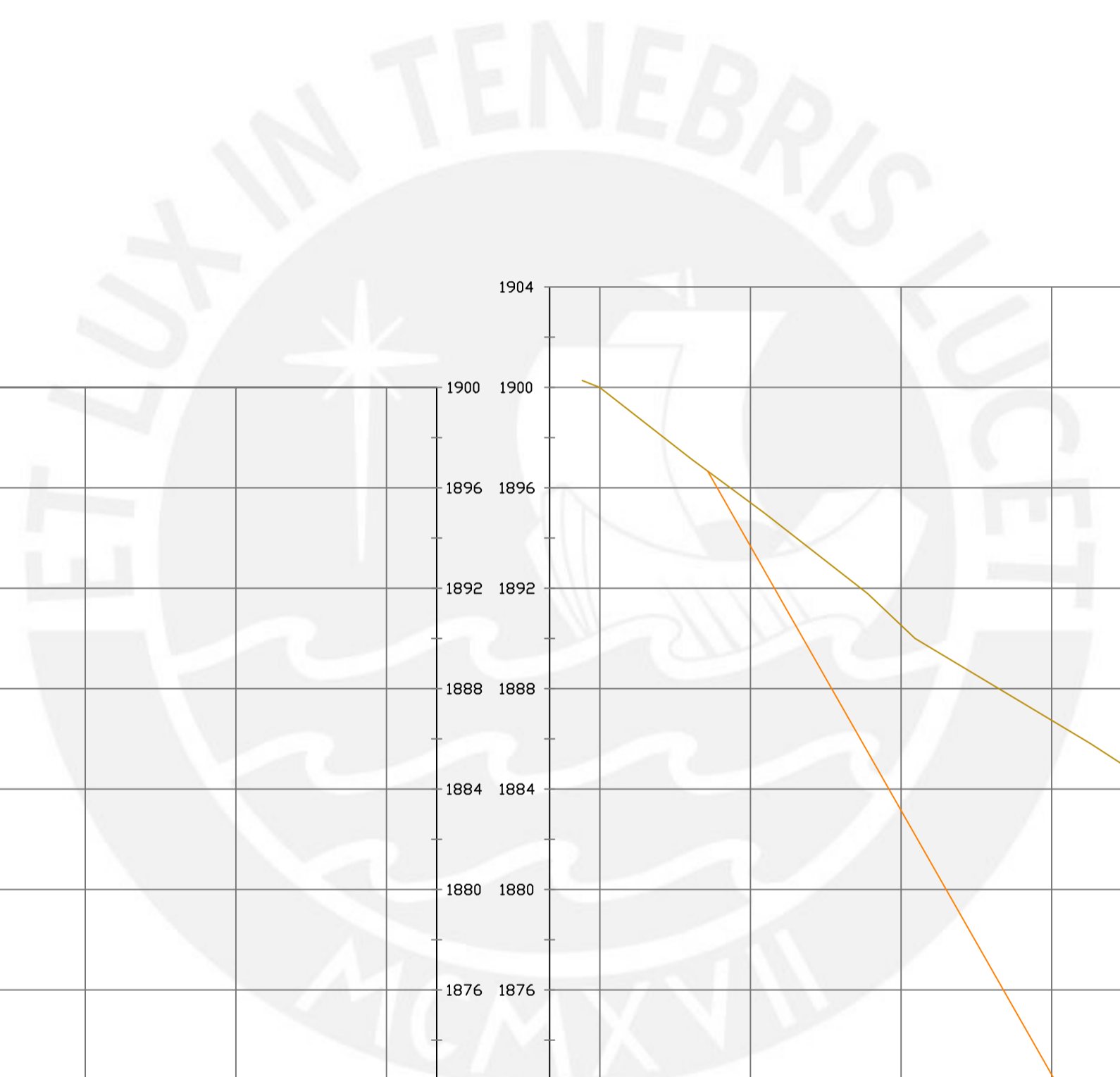
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
DE CACLIC A LUYA
AMAZONAS

NOMBRE PLANO :
SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
06/12/2021

TESIS DE
PREGRADO 42



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS
DE LA CRUZ

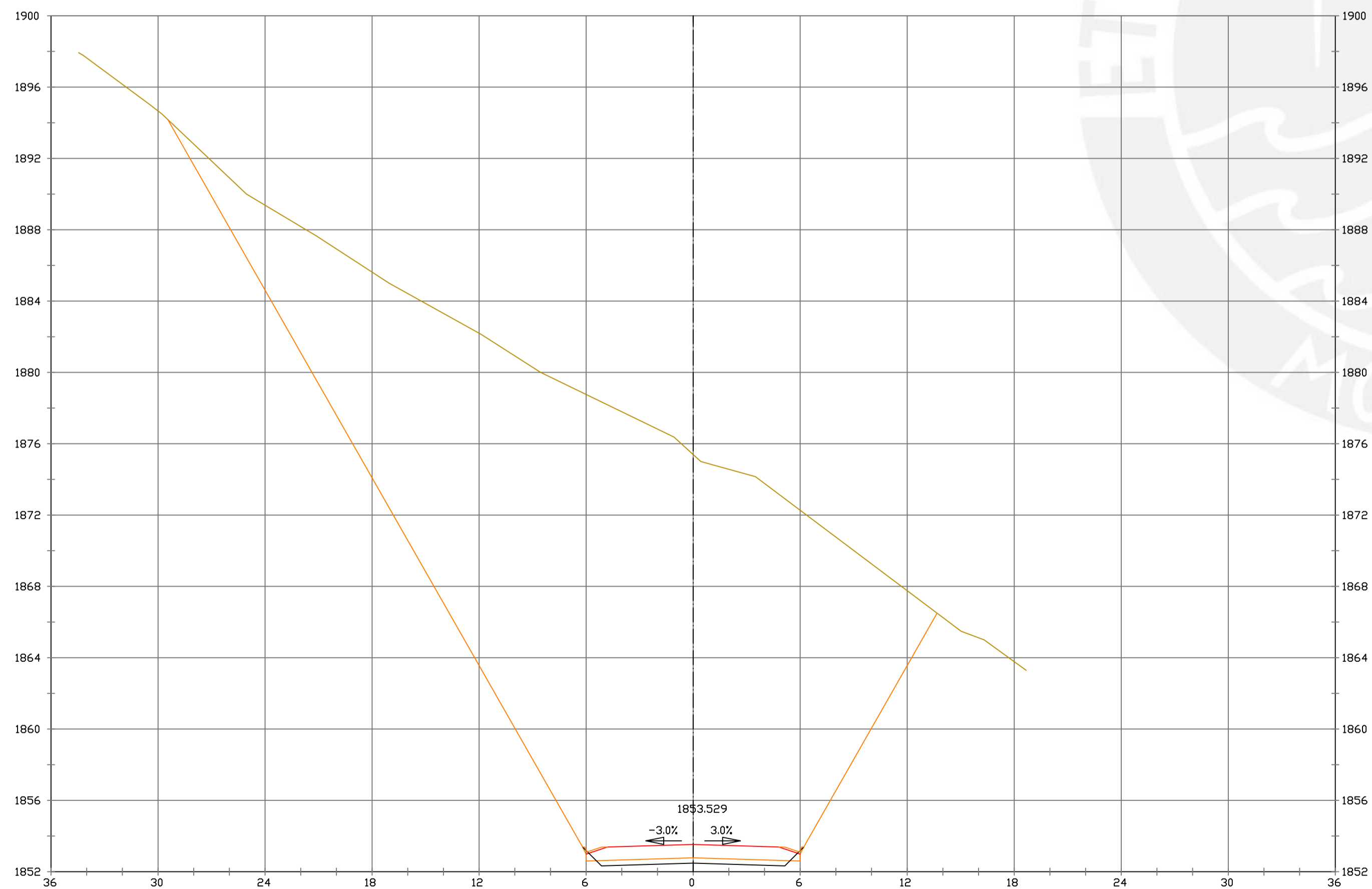
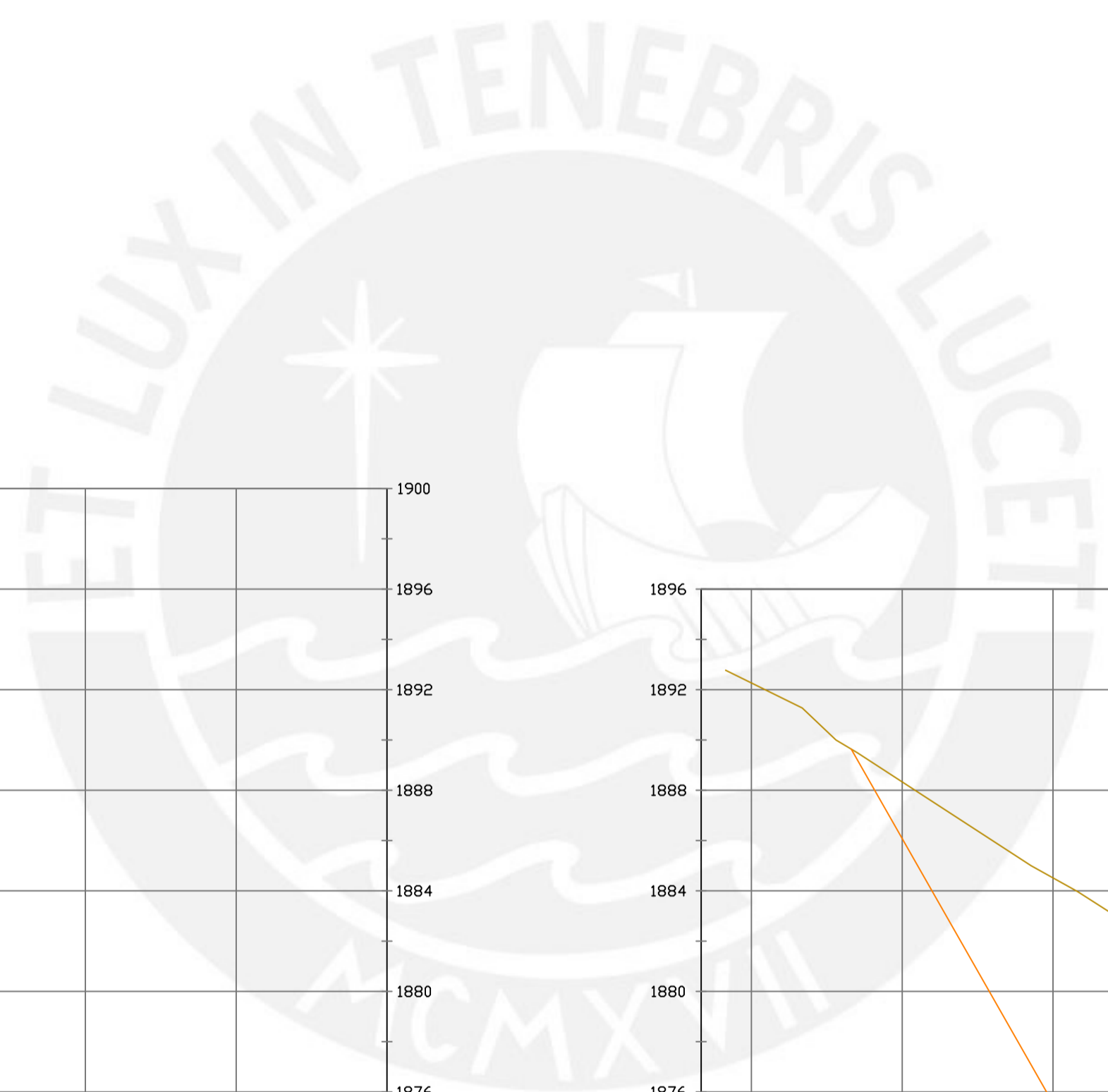
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
DE CACLIC A LUYA
AMAZONAS

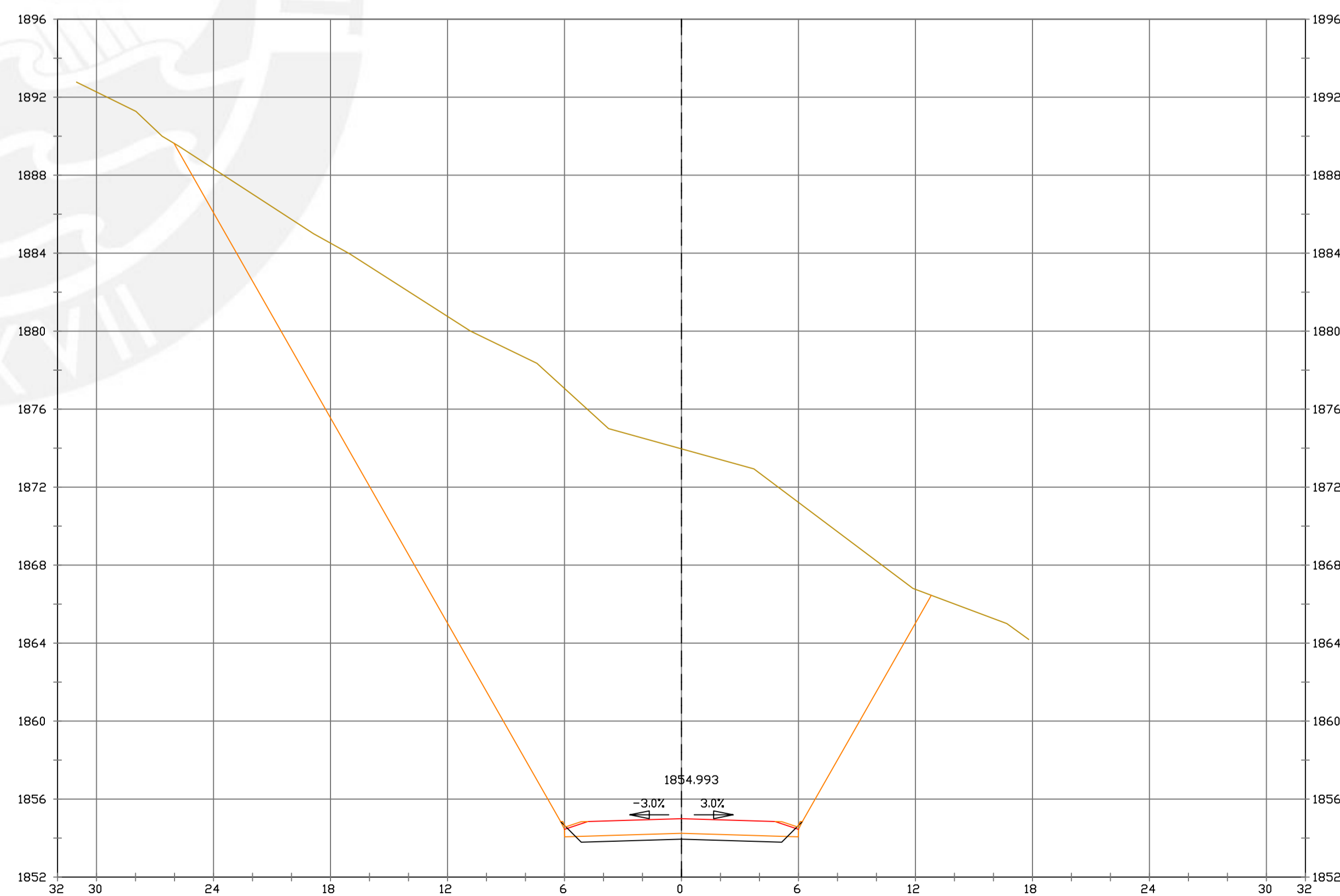
NOMBRE PLANO :
SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
06/12/2021

TESIS DE
PREGRADO 43



Pk=2+960
 EH1/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 5.74 m³. VP FIRME = 171.18 m³.
 S. D TIERRA = 636.31 m². VP D TIERRA = 13625.22 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m². VP SUELO SEL 1 = 63.44 m³.
 S. FIRME = 8.56 m².



Pk=2+980
 EH1/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 5.74 m³. VP FIRME = 171.18 m³.
 S. D TIERRA = 522.69 m². VP D TIERRA = 11590.00 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m². VP SUELO SEL 1 = 63.44 m³.
 S. FIRME = 8.56 m².



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

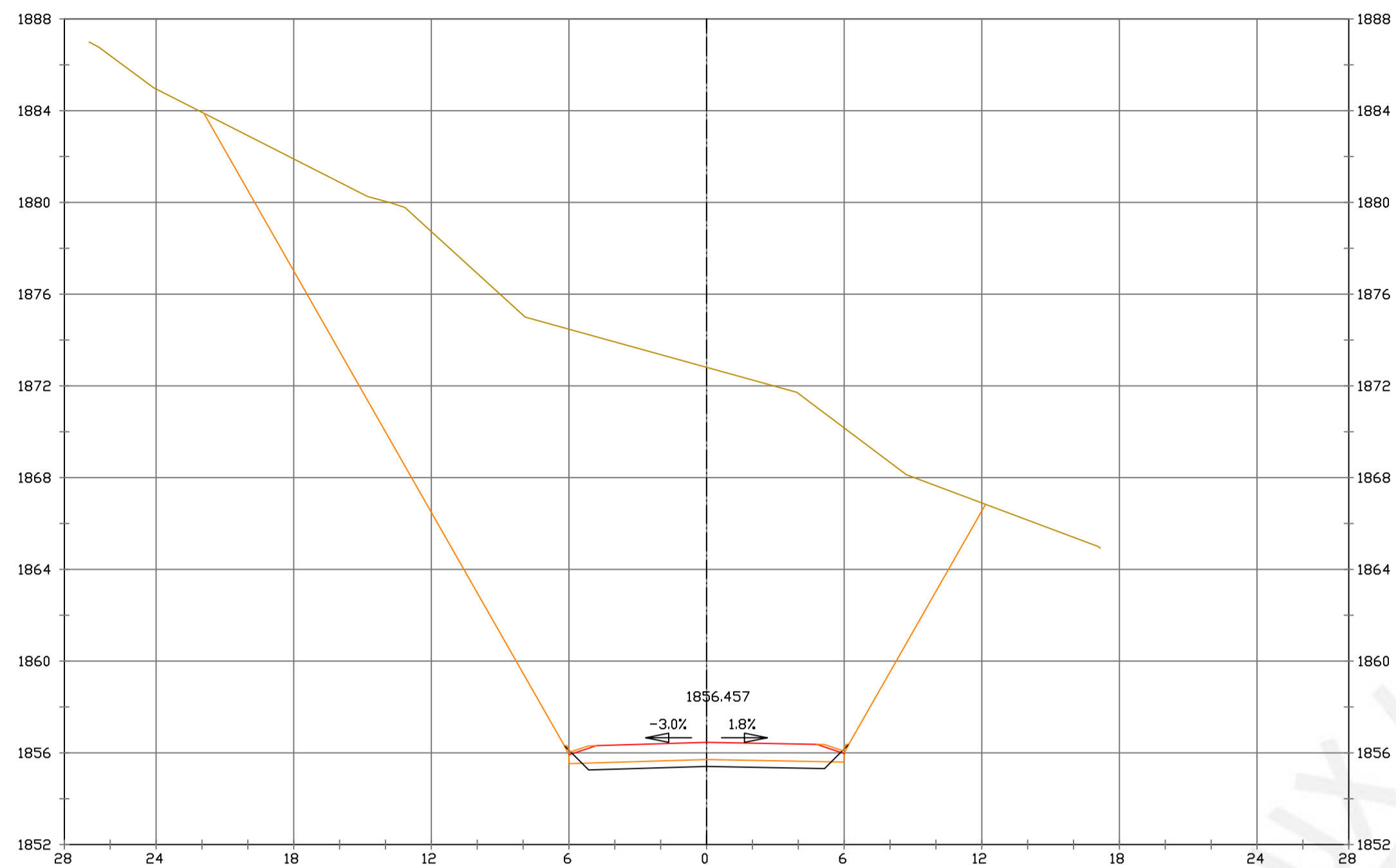
PROYECTO : CARRETERA DE CAULIC A LUYA AMAZONAS

NOMBRE PLANO : SECCIONES TRANSVERSALES

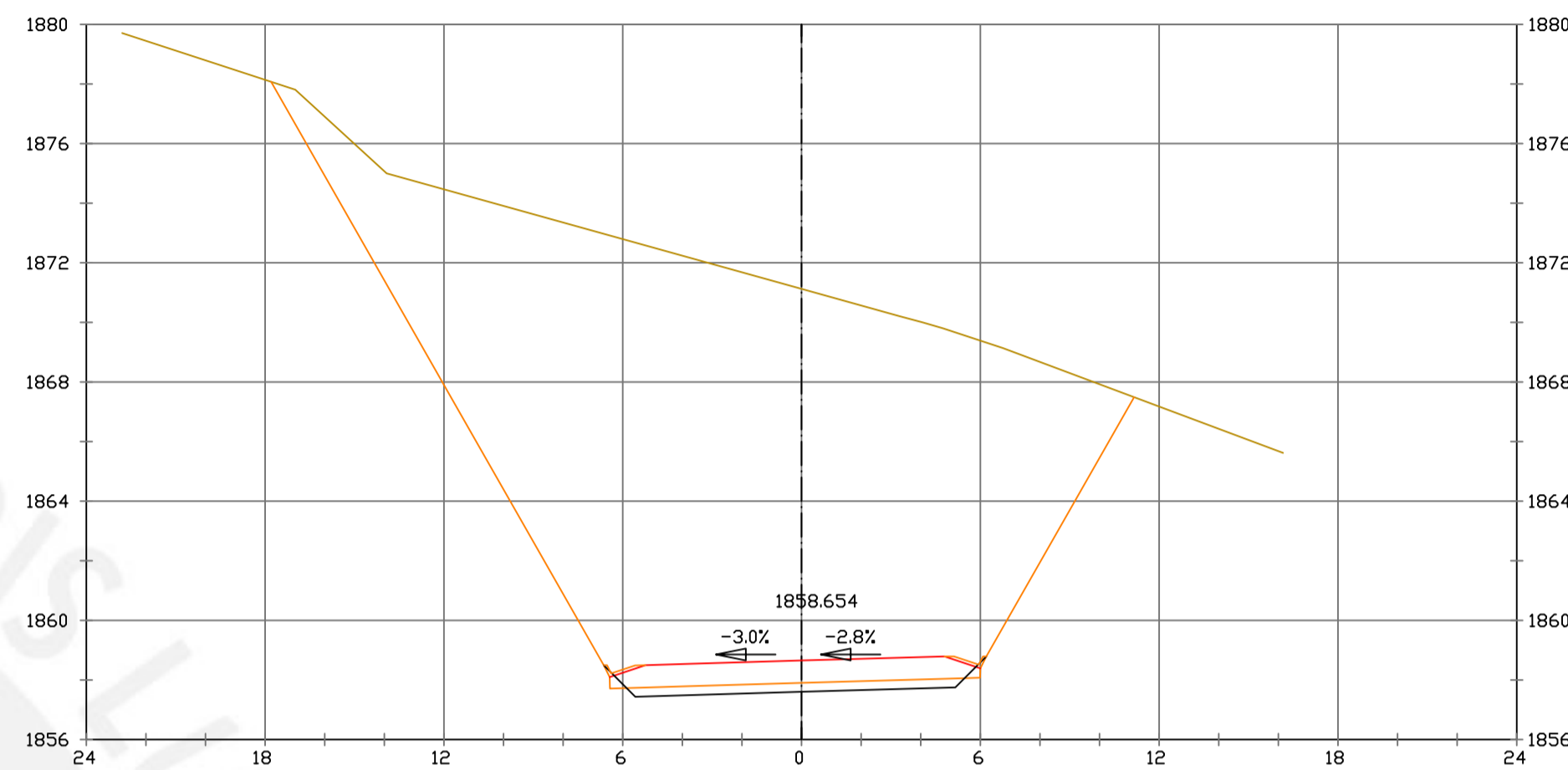
FECHA: 06/12/2021

TESIS DE PREGRADO

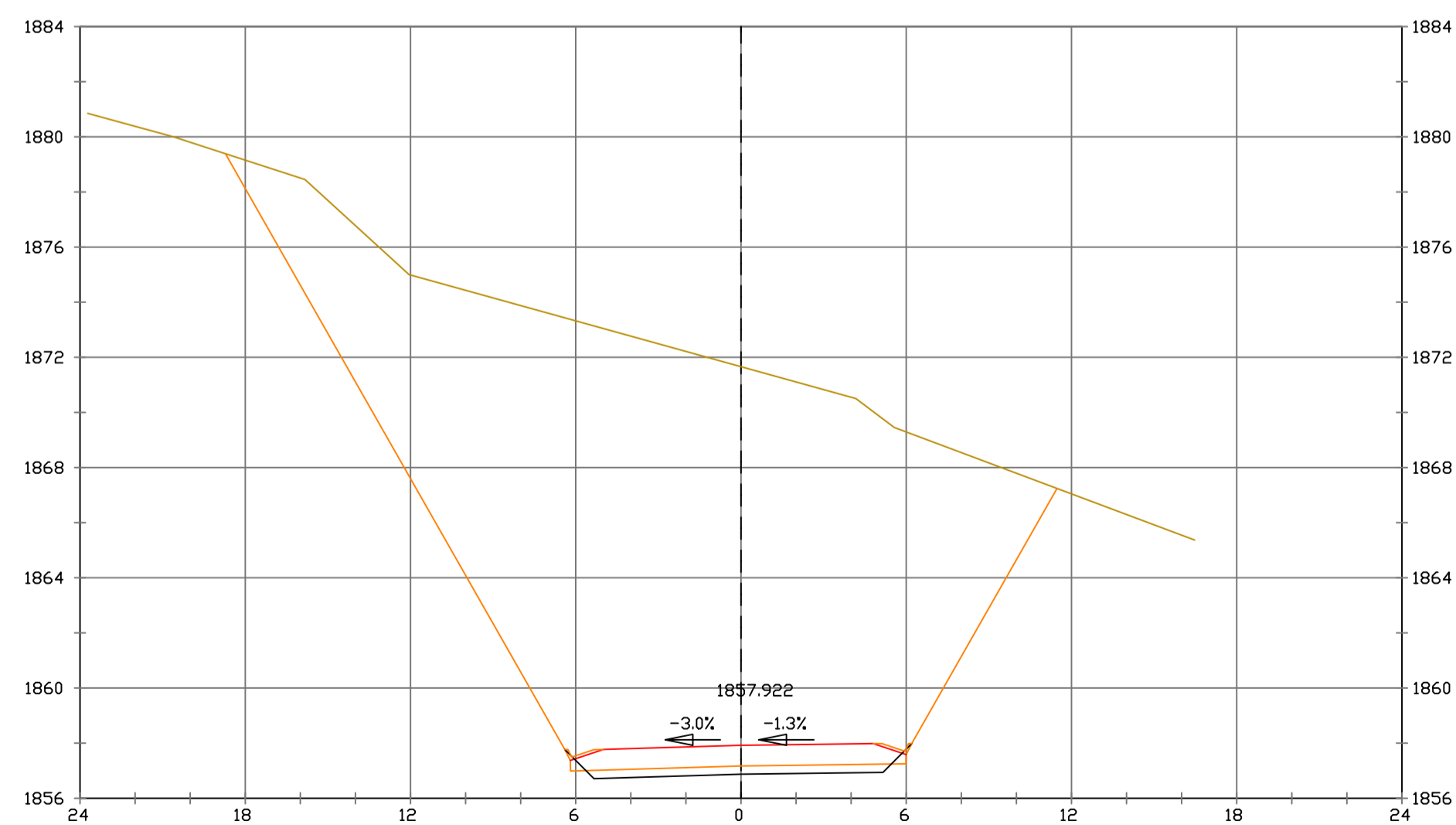
44



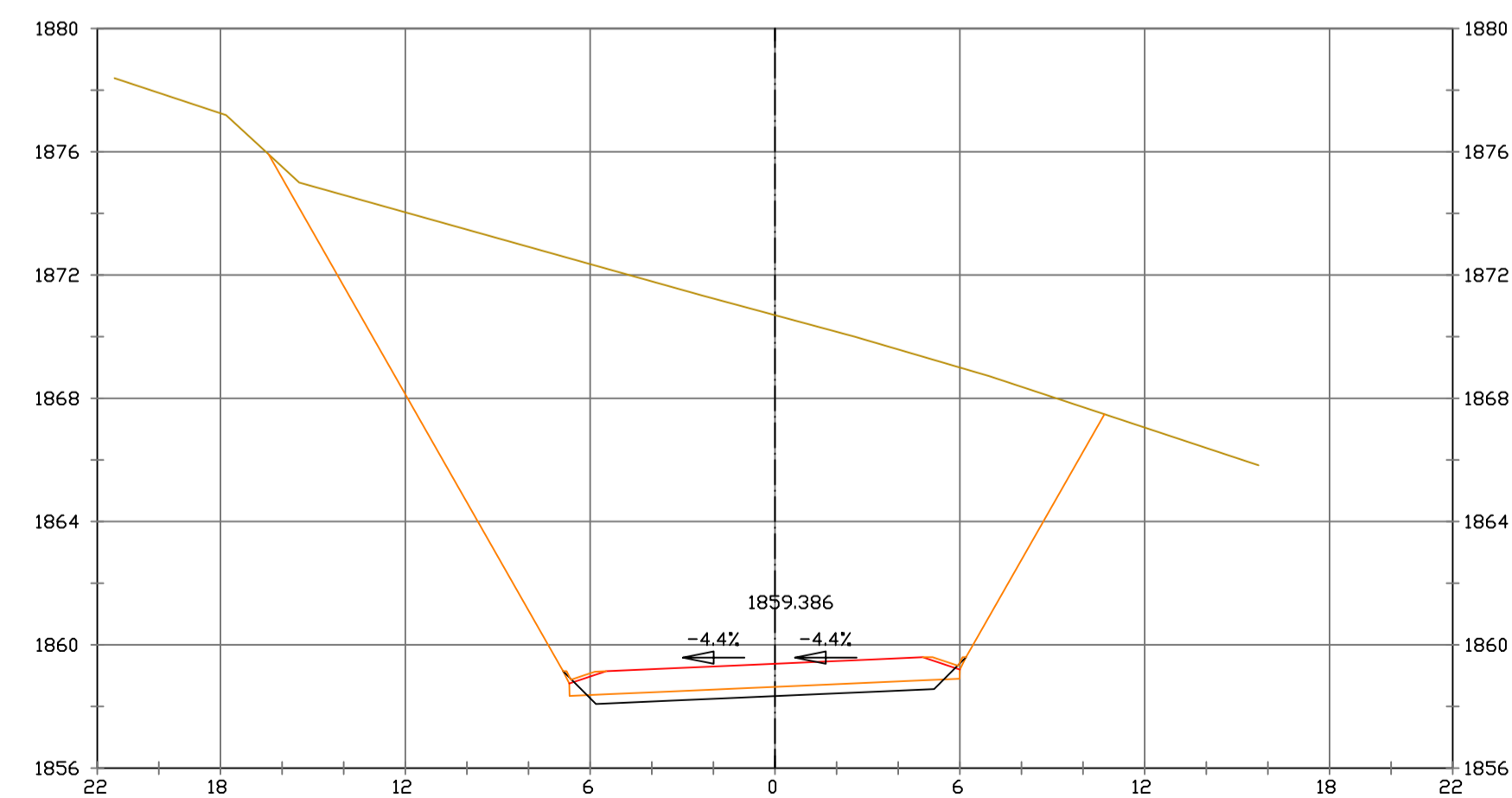
Pk=3+000
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETAS = 0.29 m². VP REVES CUNETAS = 5.74 m³. VP FIRME = 17110 m³.
 S. D TIERRA = 401.21 m². VP D TIERRA = 9239.05 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m². VP SUELO SEL 1 = 63.45 m³.
 S. FIRME = 8.55 m².



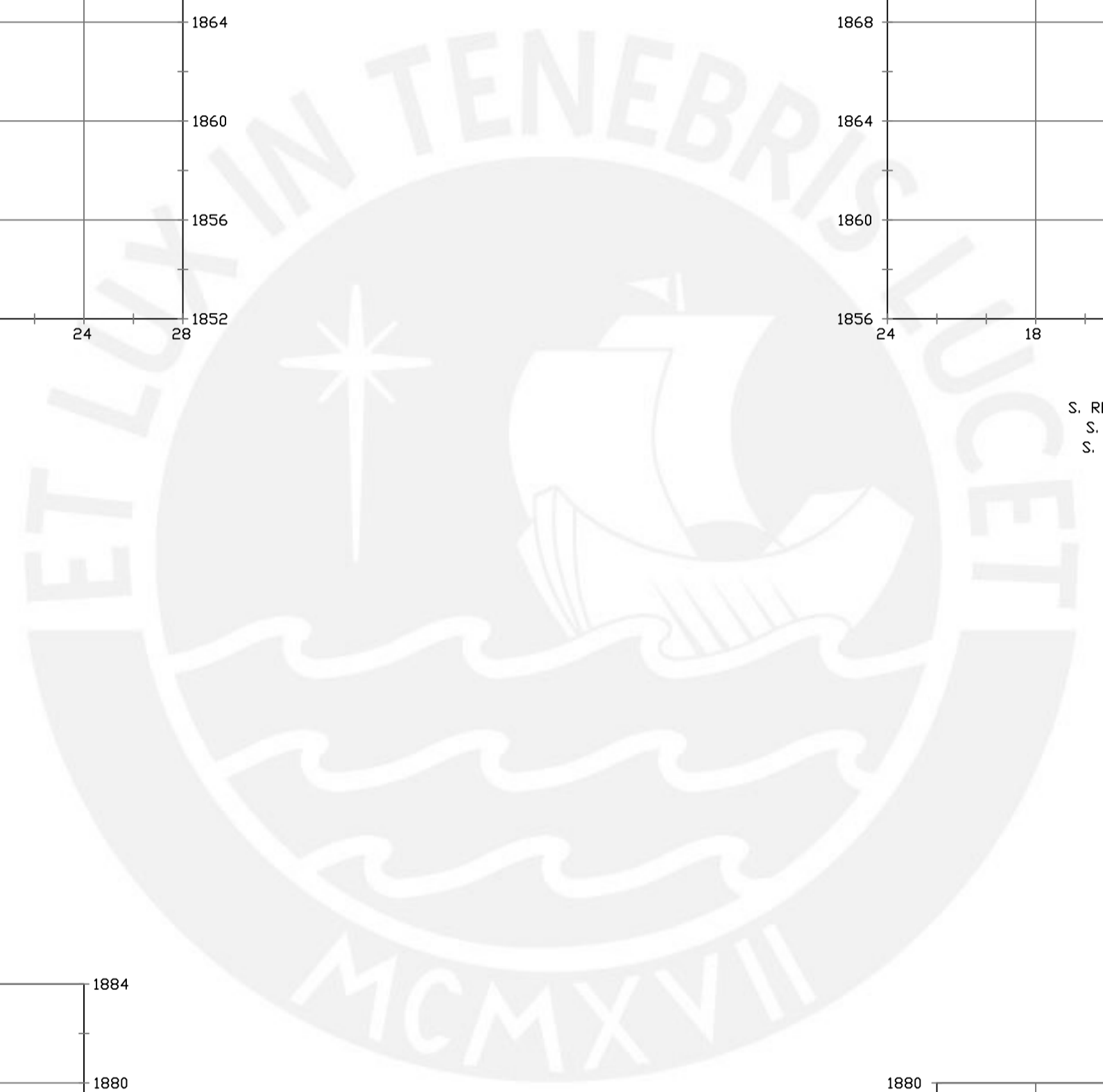
Pk=3+030
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETAS = 0.29 m². VP REVES CUNETAS = 2.89 m³. VP FIRME = 87.62 m³.
 S. D TIERRA = 273.72 m². VP D TIERRA = 2904.26 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.31 m². VP SUELO SEL 1 = 32.75 m³.
 S. FIRME = 8.85 m².



Pk=3+020
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETAS = 0.29 m². VP REVES CUNETAS = 5.76 m³. VP FIRME = 172.28 m³.
 S. D TIERRA = 307.14 m². VP D TIERRA = 7083.47 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.24 m². VP SUELO SEL 1 = 64.11 m³.
 S. FIRME = 8.68 m².



Pk=3+040
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETAS = 0.29 m². VP REVES CUNETAS = 2.88 m³. VP FIRME = 89.36 m³.
 S. D TIERRA = 244.56 m². VP D TIERRA = 2591.37 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.38 m². VP SUELO SEL 1 = 33.48 m³.
 S. FIRME = 9.03 m².



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
 E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

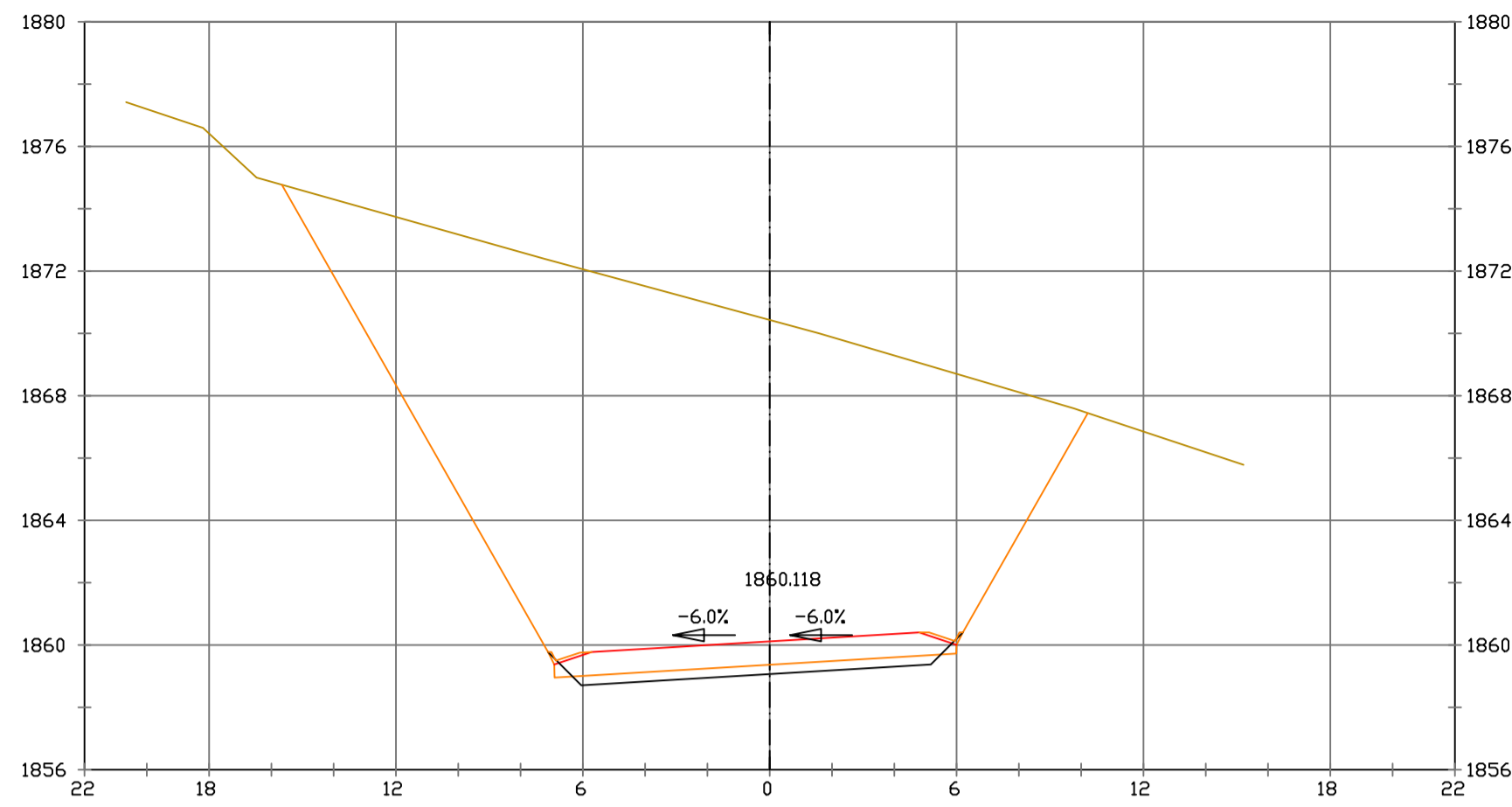
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

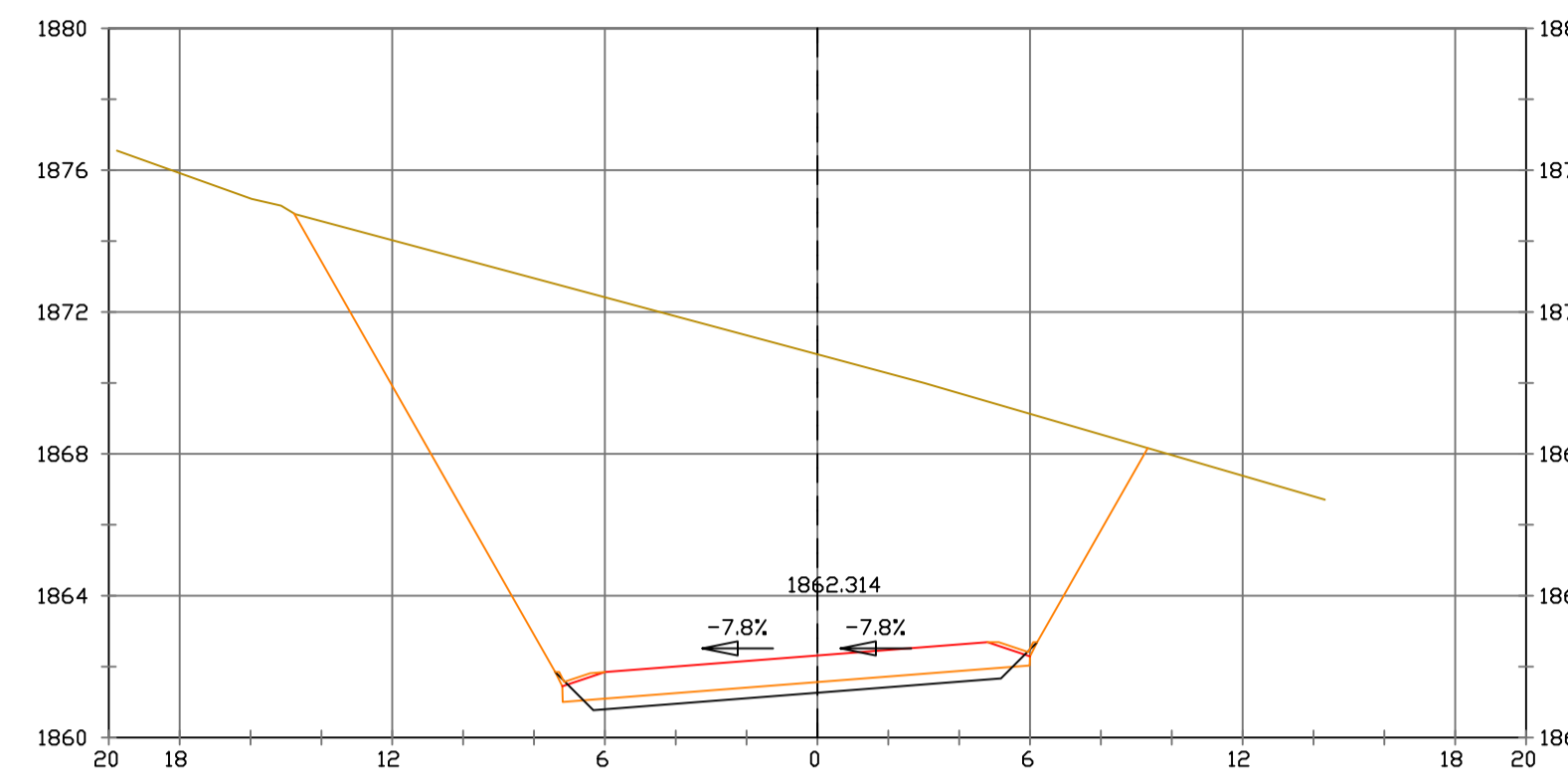
NOMBRE PLANO :
 SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
 06/12/2021

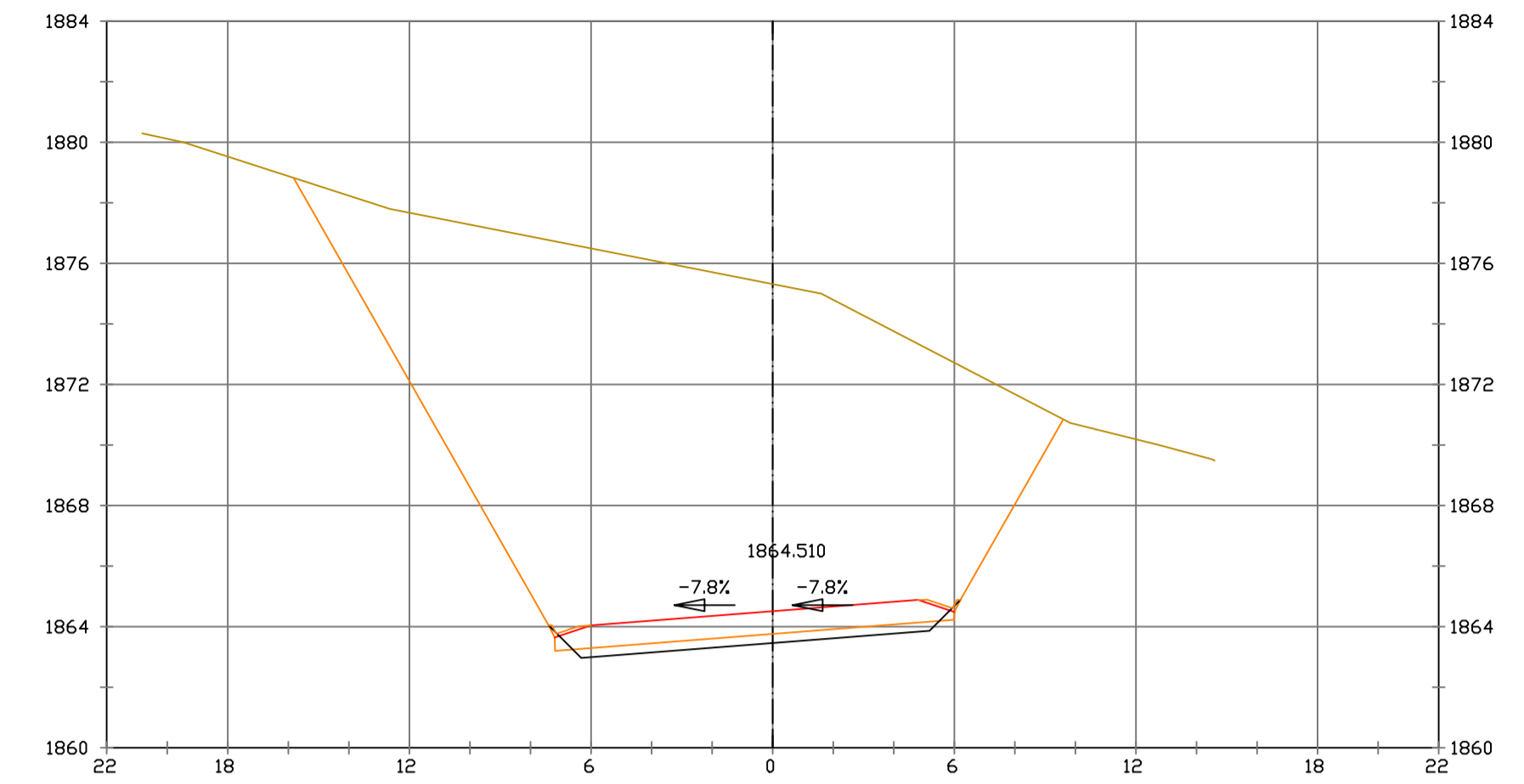
TESIS DE
 PREGRADO 45



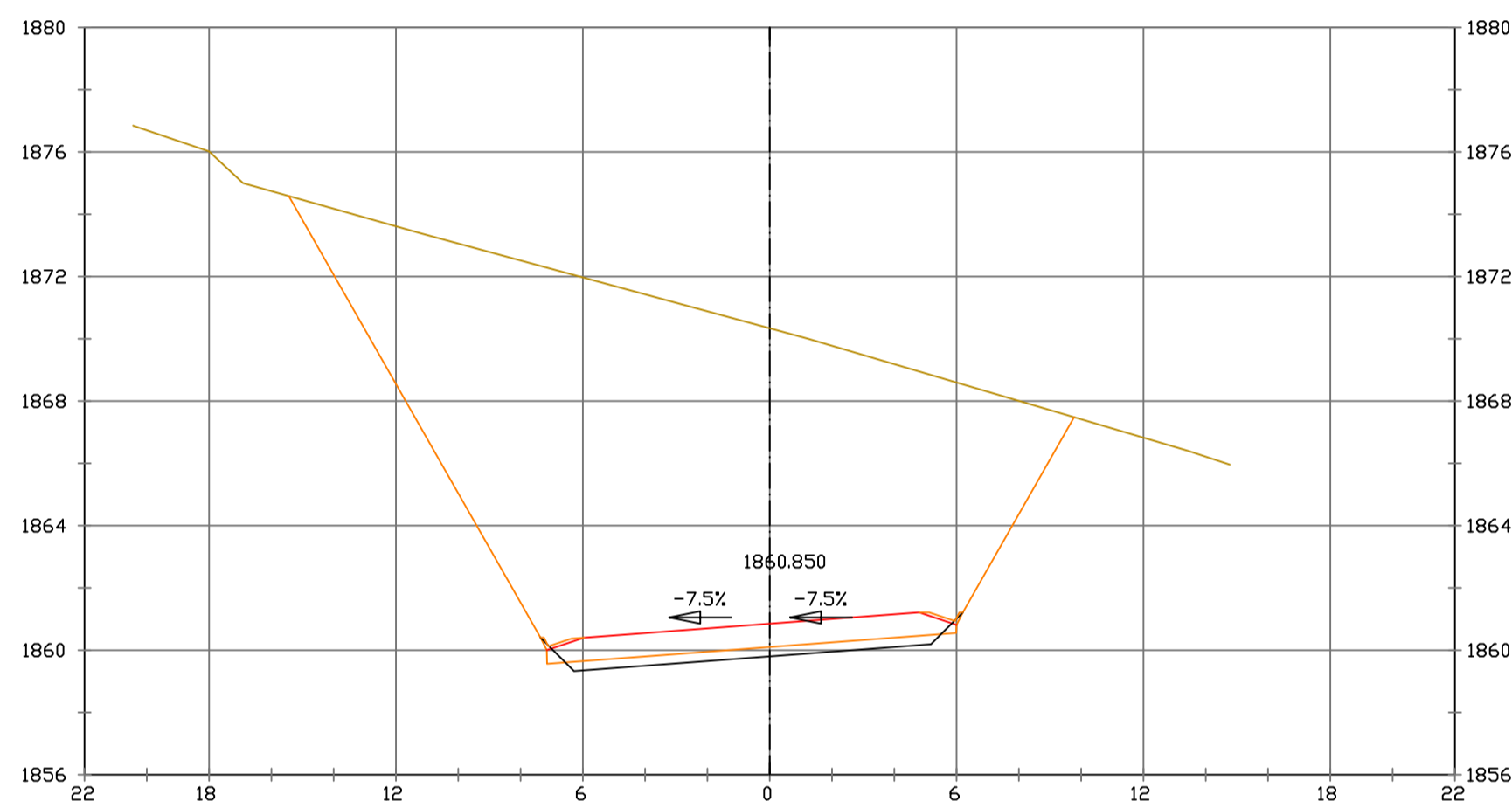
Pk=3+050 EHI/200 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.87 m³. VP FIRME = 91.15 m³.
 S. D TIERRA = 222.36 m². VP D TIERRA = 2334.60 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.46 m². VP SUELO SEL 1 = 34.21 m³.
 S. FIRME = 9.21 m².



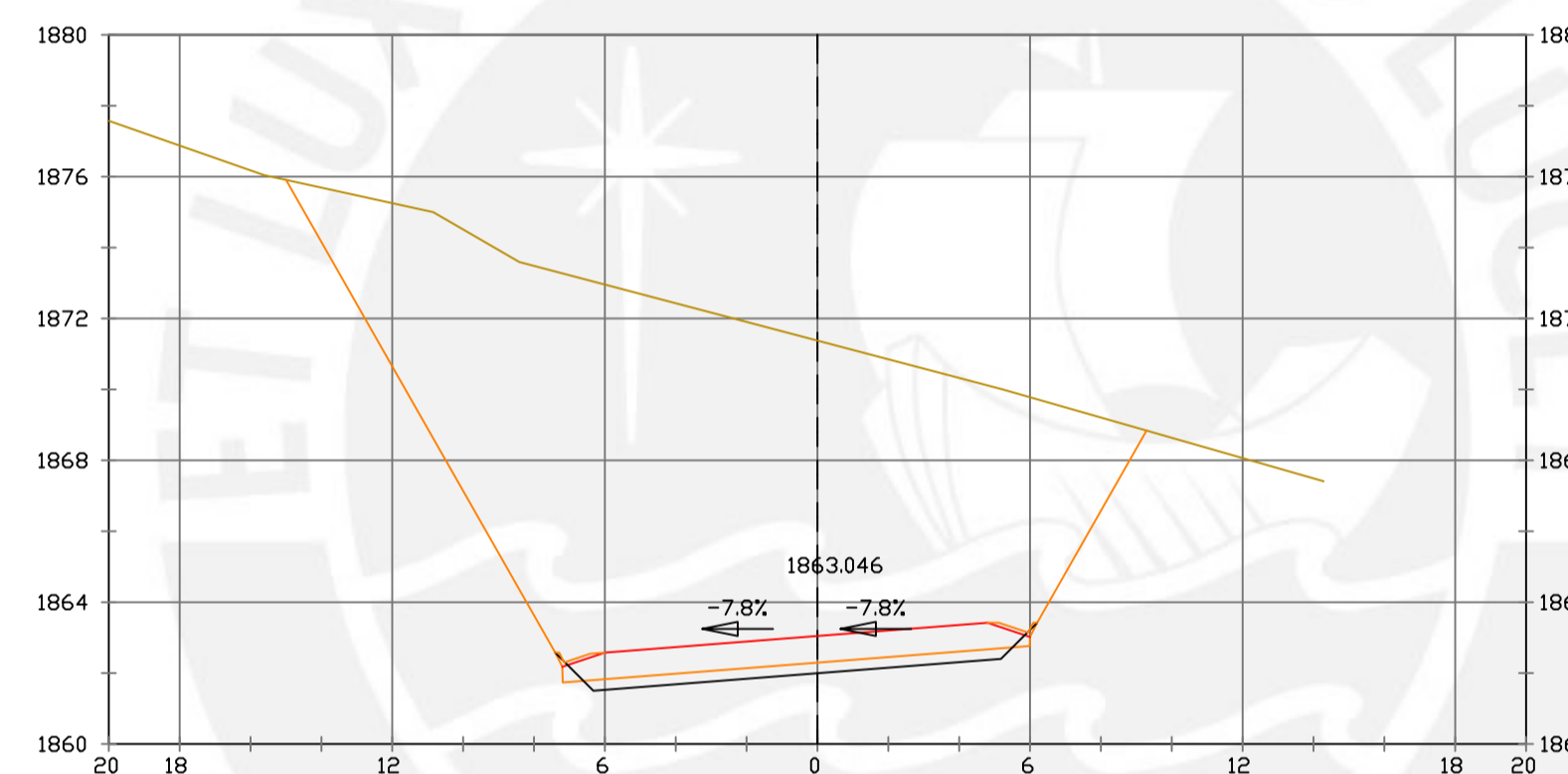
Pk=3+080 EHI/200 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.85 m³. VP FIRME = 94.16 m³.
 S. D TIERRA = 181.65 m². VP D TIERRA = 1863.17 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.54 m². VP SUELO SEL 1 = 35.42 m³.
 S. FIRME = 9.42 m².



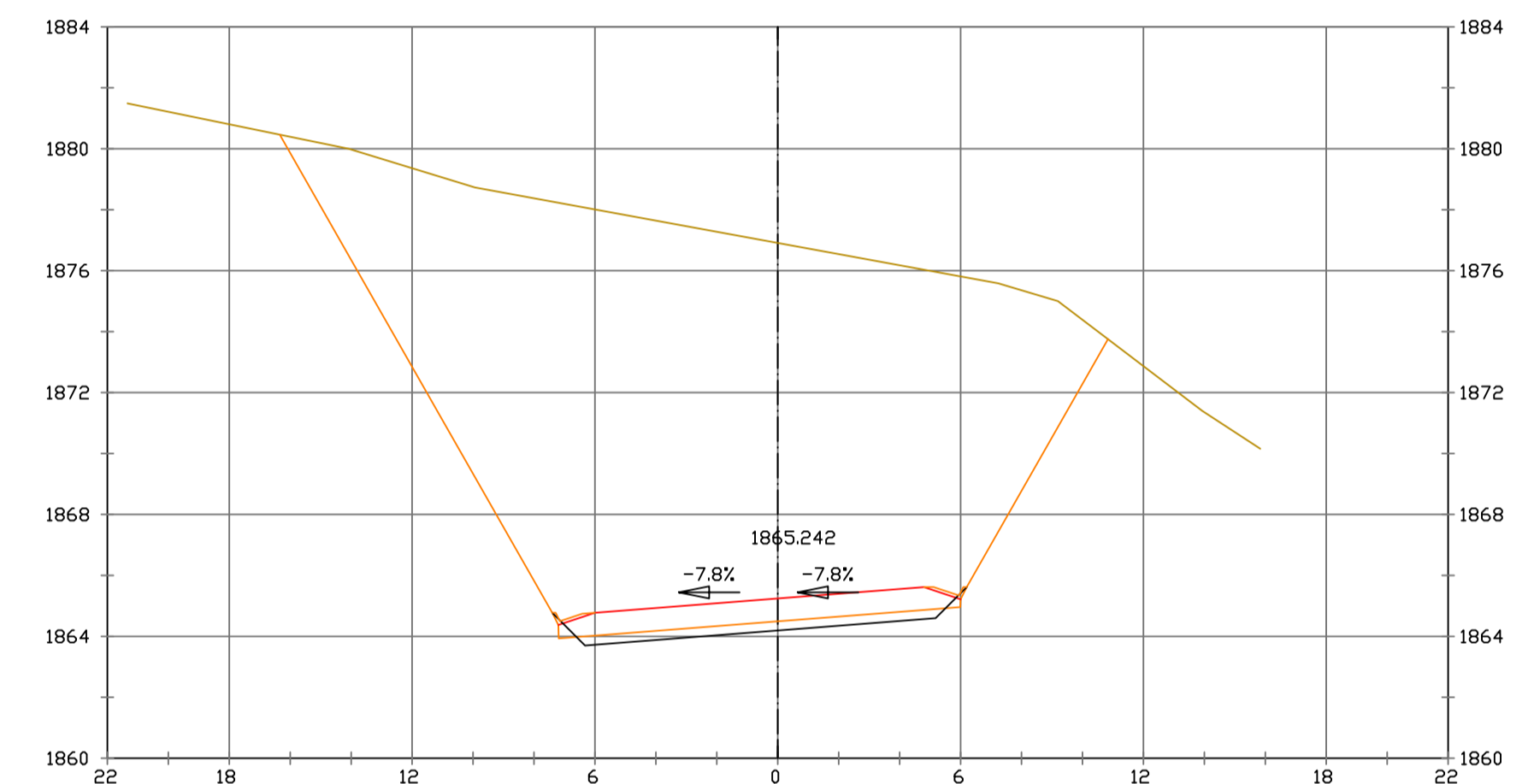
Pk=3+110 EHI/200 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.85 m³. VP FIRME = 94.16 m³.
 S. D TIERRA = 224.66 m². VP D TIERRA = 2094.54 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.54 m². VP SUELO SEL 1 = 35.42 m³.
 S. FIRME = 9.42 m².



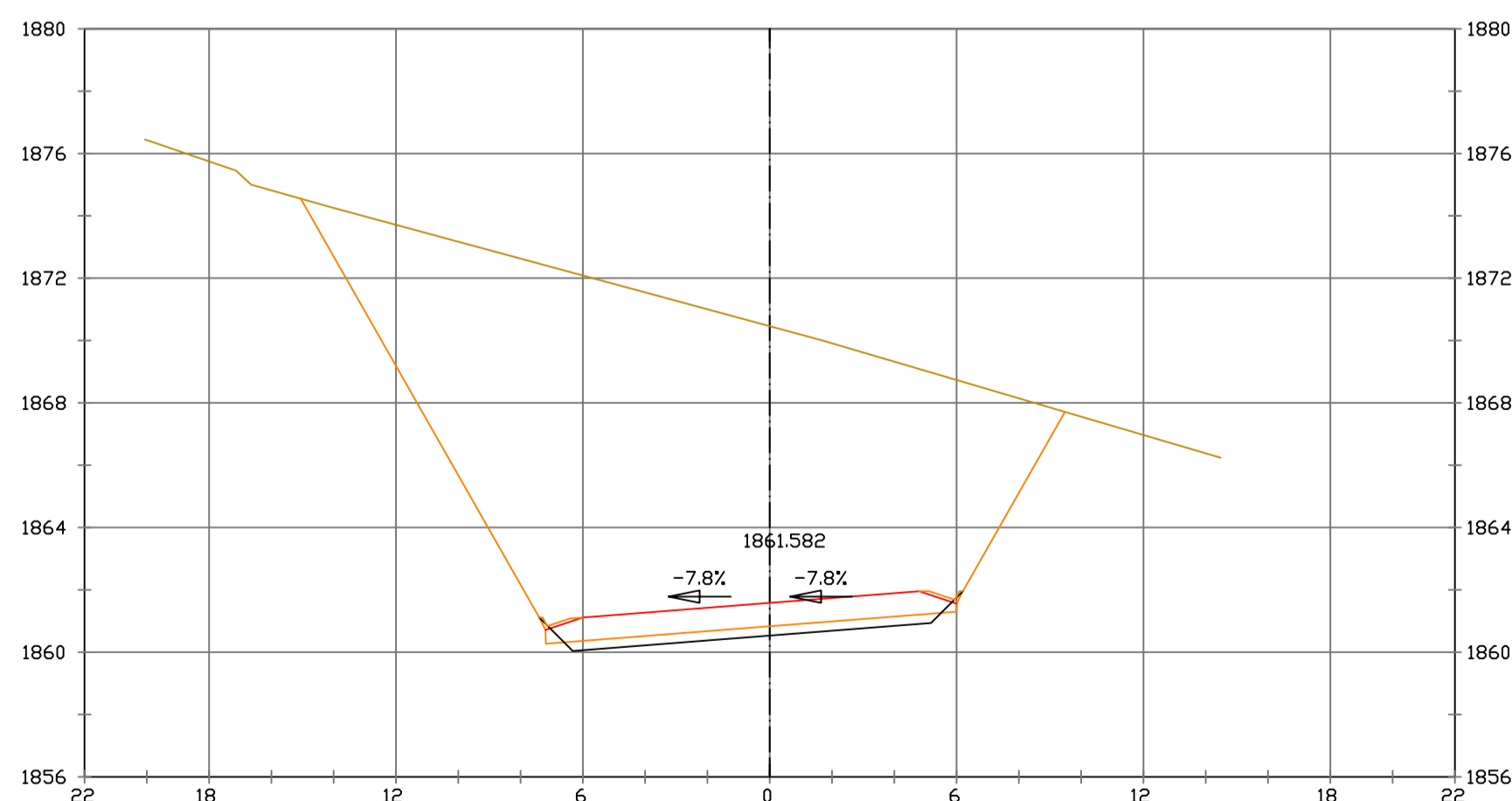
Pk=3+060 EHI/200 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.86 m³. VP FIRME = 92.95 m³.
 S. D TIERRA = 205.49 m². VP D TIERRA = 2139.25 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.53 m². VP SUELO SEL 1 = 34.93 m³.
 S. FIRME = 9.39 m².



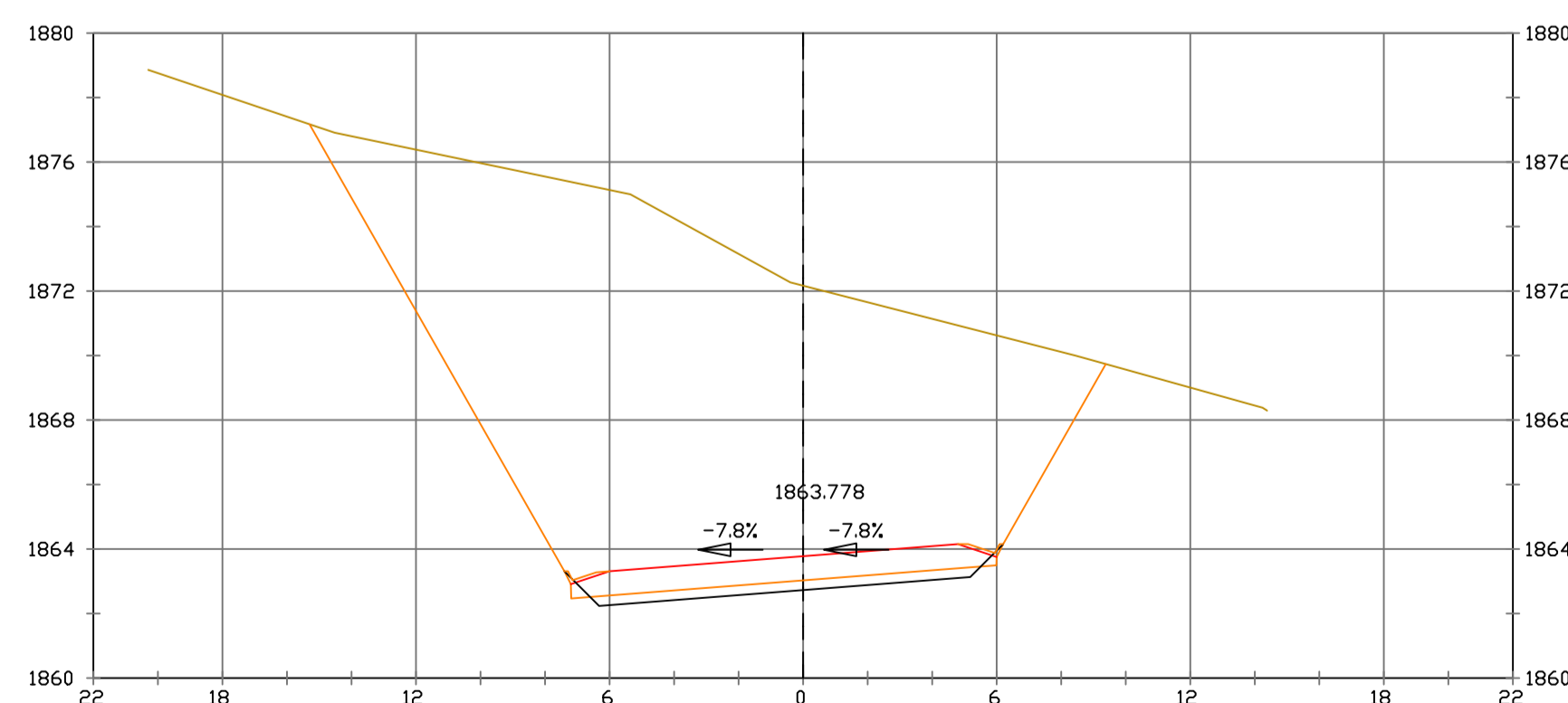
Pk=3+090 EHI/200 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.85 m³. VP FIRME = 94.16 m³.
 S. D TIERRA = 181.35 m². VP D TIERRA = 1814.97 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.54 m². VP SUELO SEL 1 = 35.42 m³.
 S. FIRME = 9.42 m².



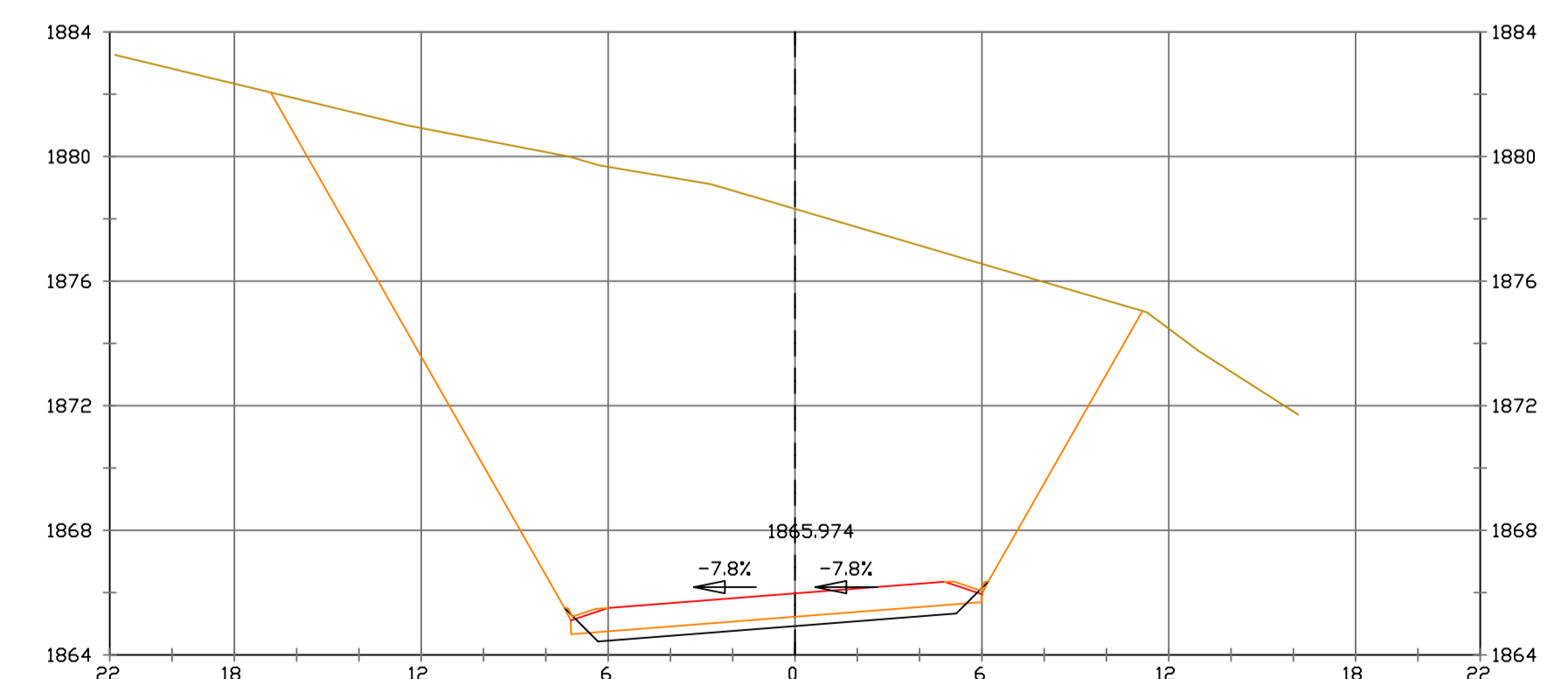
Pk=3+120 EHI/200 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.85 m³. VP FIRME = 94.16 m³.
 S. D TIERRA = 258.97 m². VP D TIERRA = 2418.18 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.54 m². VP SUELO SEL 1 = 35.42 m³.
 S. FIRME = 9.42 m².



Pk=3+070 EHI/200 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.85 m³. VP FIRME = 94.01 m³.
 S. D TIERRA = 190.99 m². VP D TIERRA = 1982.37 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.54 m². VP SUELO SEL 1 = 35.36 m³.
 S. FIRME = 9.42 m².



Pk=3+100 EHI/200 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.85 m³. VP FIRME = 94.16 m³.
 S. D TIERRA = 194.25 m². VP D TIERRA = 1877.96 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.54 m². VP SUELO SEL 1 = 35.42 m³.
 S. FIRME = 9.42 m².



Pk=3+130 EHI/200 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.85 m³. VP FIRME = 94.16 m³.
 S. D TIERRA = 275.88 m². VP D TIERRA = 2674.26 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.54 m². VP SUELO SEL 1 = 35.42 m³.
 S. FIRME = 9.42 m².

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

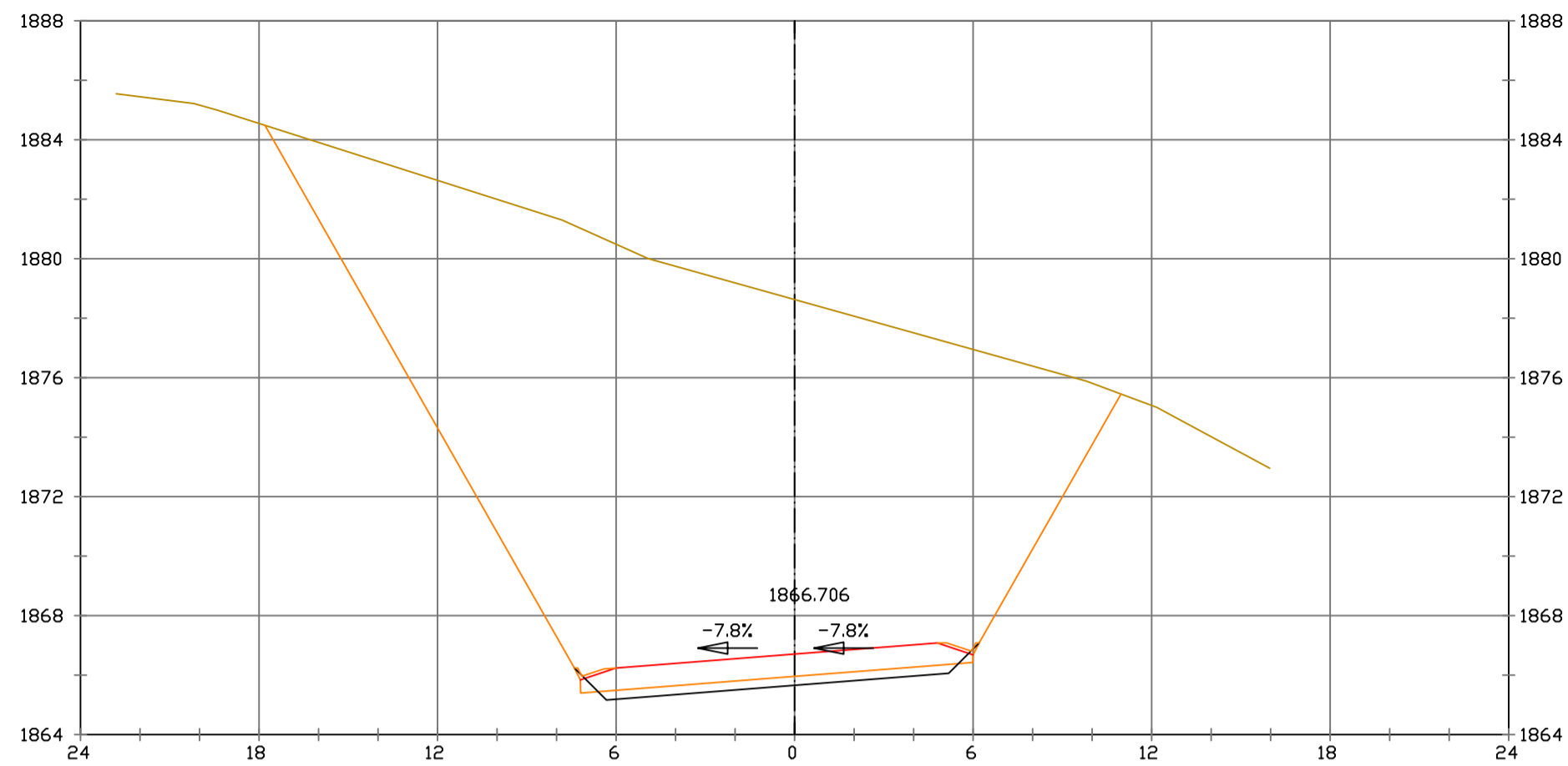
ESCALAS
HORIZONTAL 1 : 1000
VERTICAL 1 : 200
ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA DE CACLIC A LUYA AMAZONAS

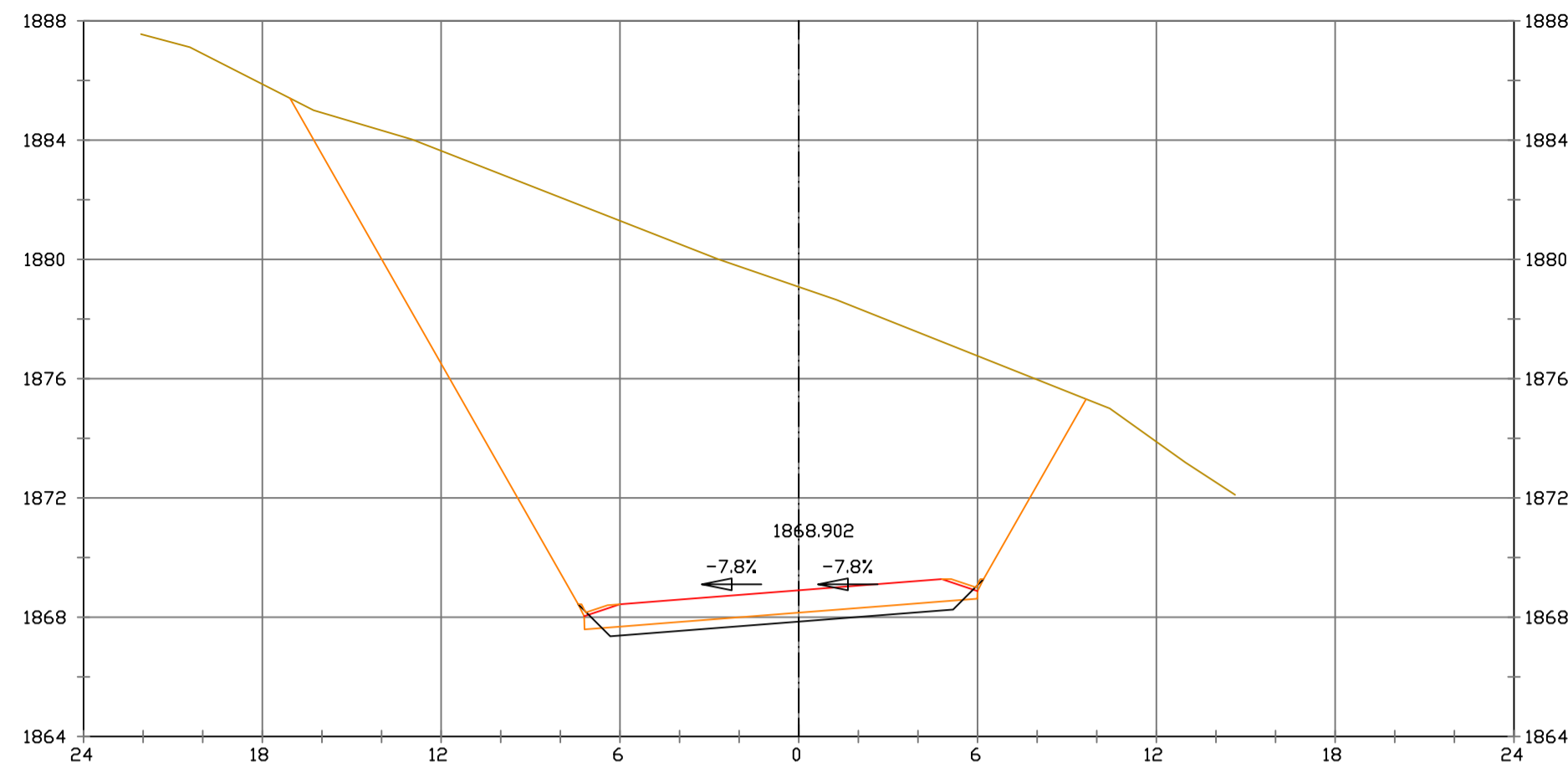
NOMBRE PLANO : SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 06/12/2021

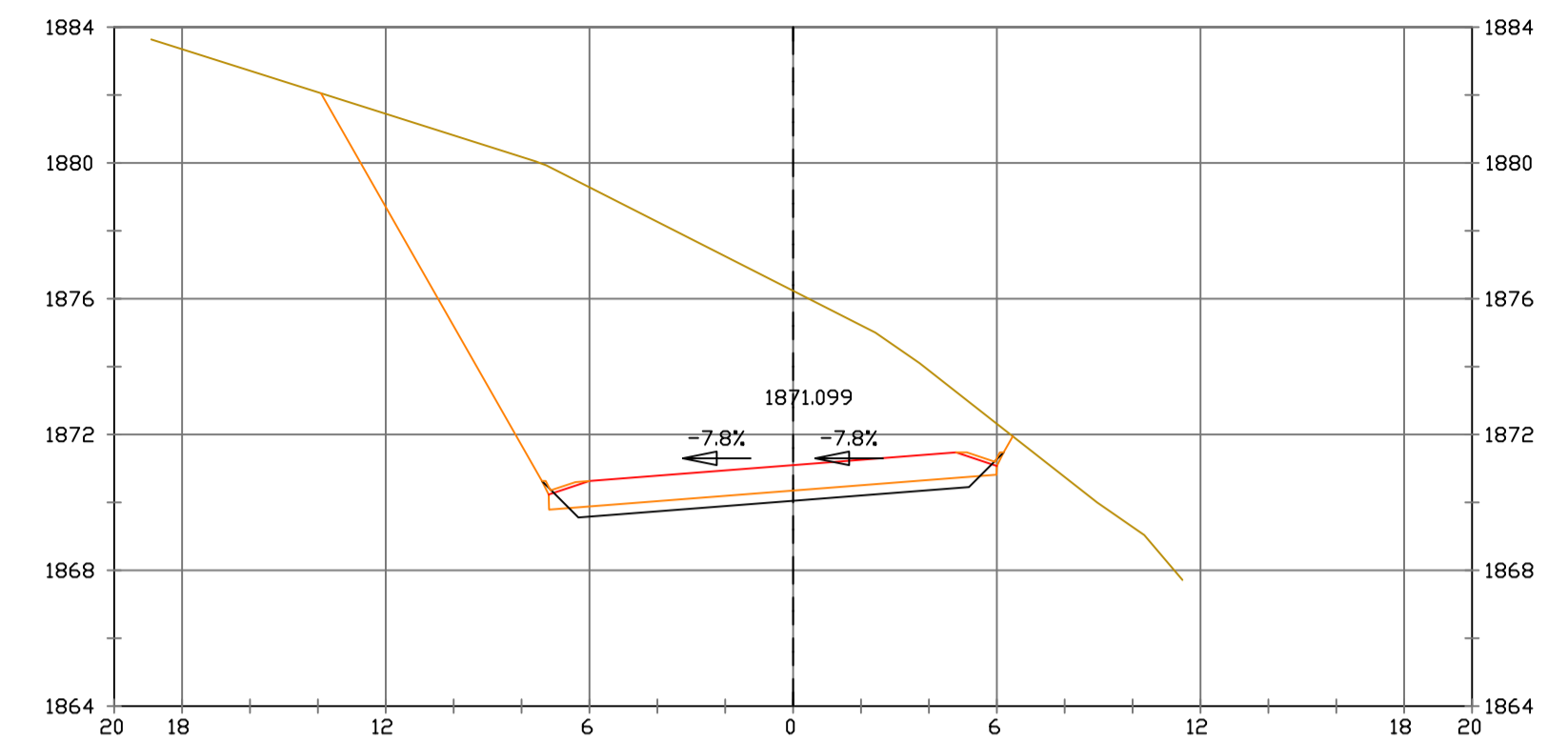
TESIS DE PREGRADO 46



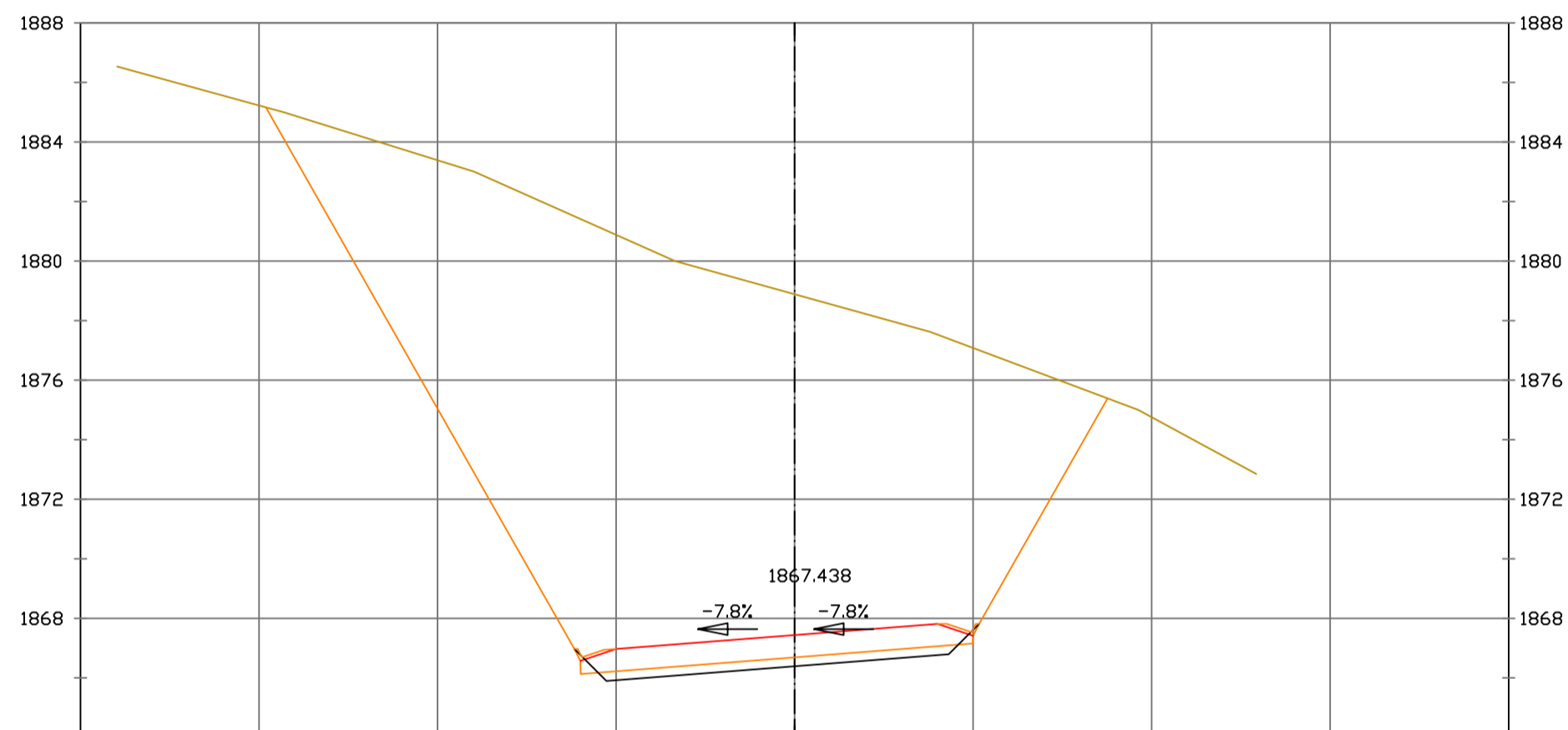
Pk=3+140
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.85 m³. VP FIRME = 94.16 m³.
 S. D TIERRA = 279.94 m². VP D TIERRA = 2779.07 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.54 m². VP SUELO SEL 1 = 35.42 m³.
 S. FIRME = 9.42 m².



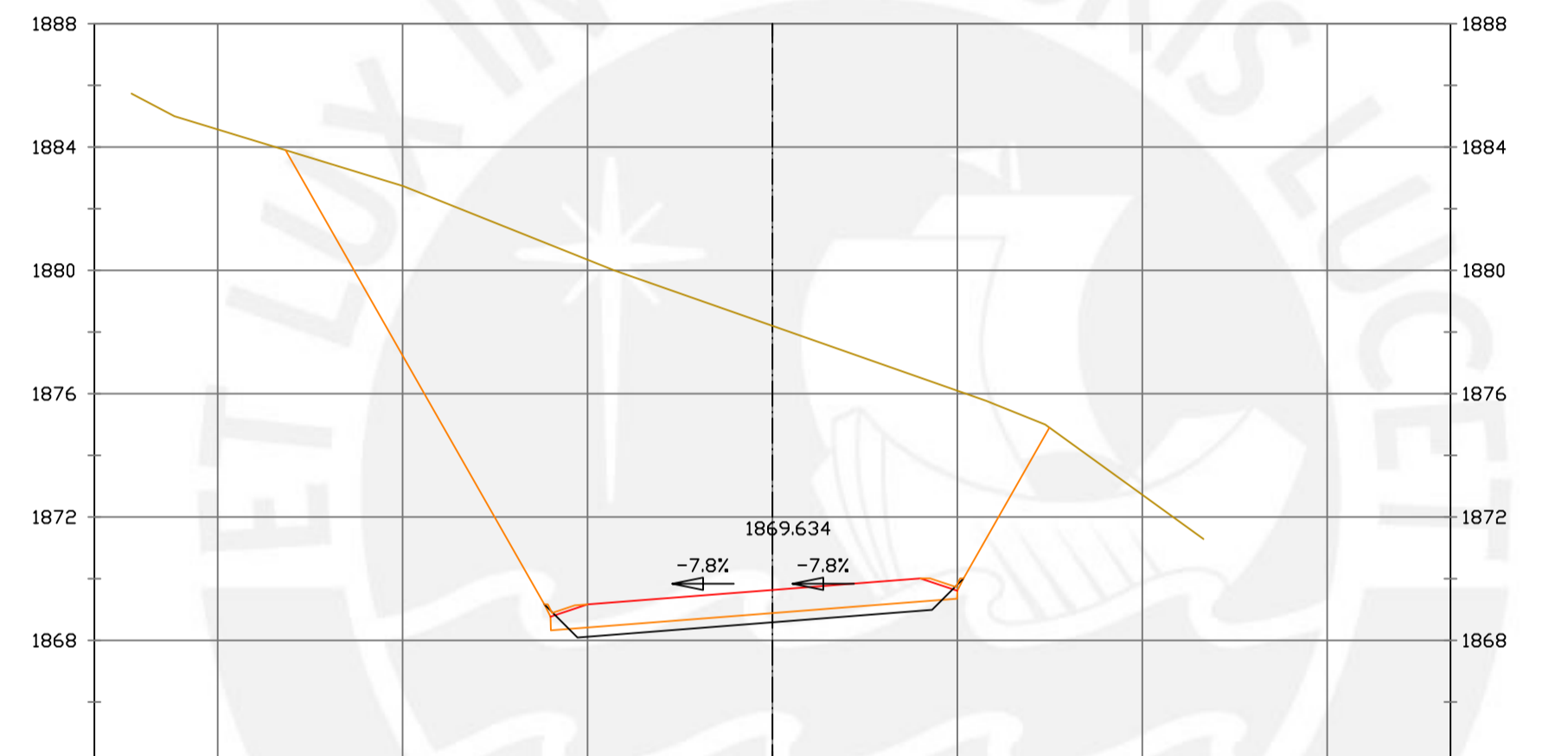
Pk=3+170
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.85 m³. VP FIRME = 94.16 m³.
 S. D TIERRA = 232.80 m². VP D TIERRA = 2485.62 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.54 m². VP SUELO SEL 1 = 35.42 m³.
 S. FIRME = 9.42 m².



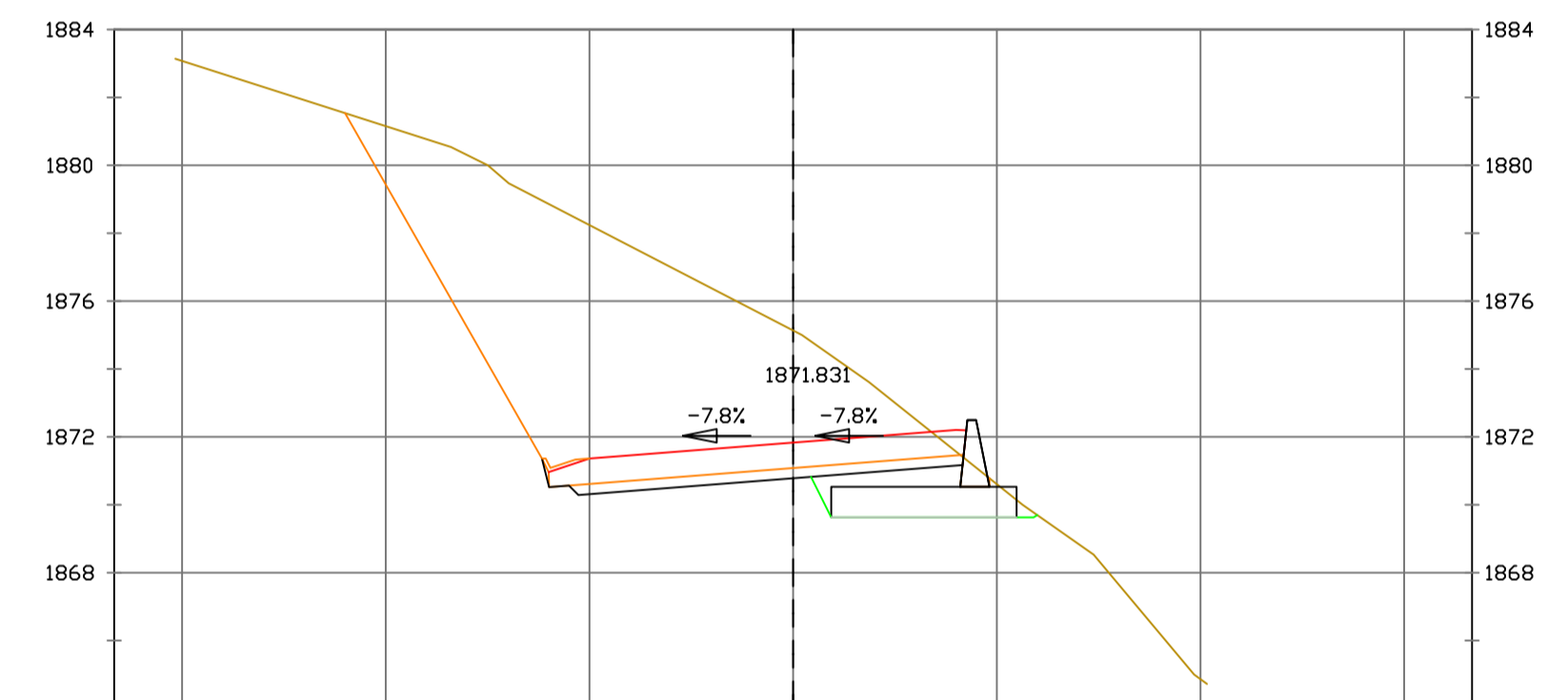
Pk=3+200
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.85 m³. VP FIRME = 94.16 m³.
 S. D TIERRA = 116.74 m². VP D TIERRA = 1359.45 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.54 m². VP SUELO SEL 1 = 35.42 m³.
 S. FIRME = 9.42 m².



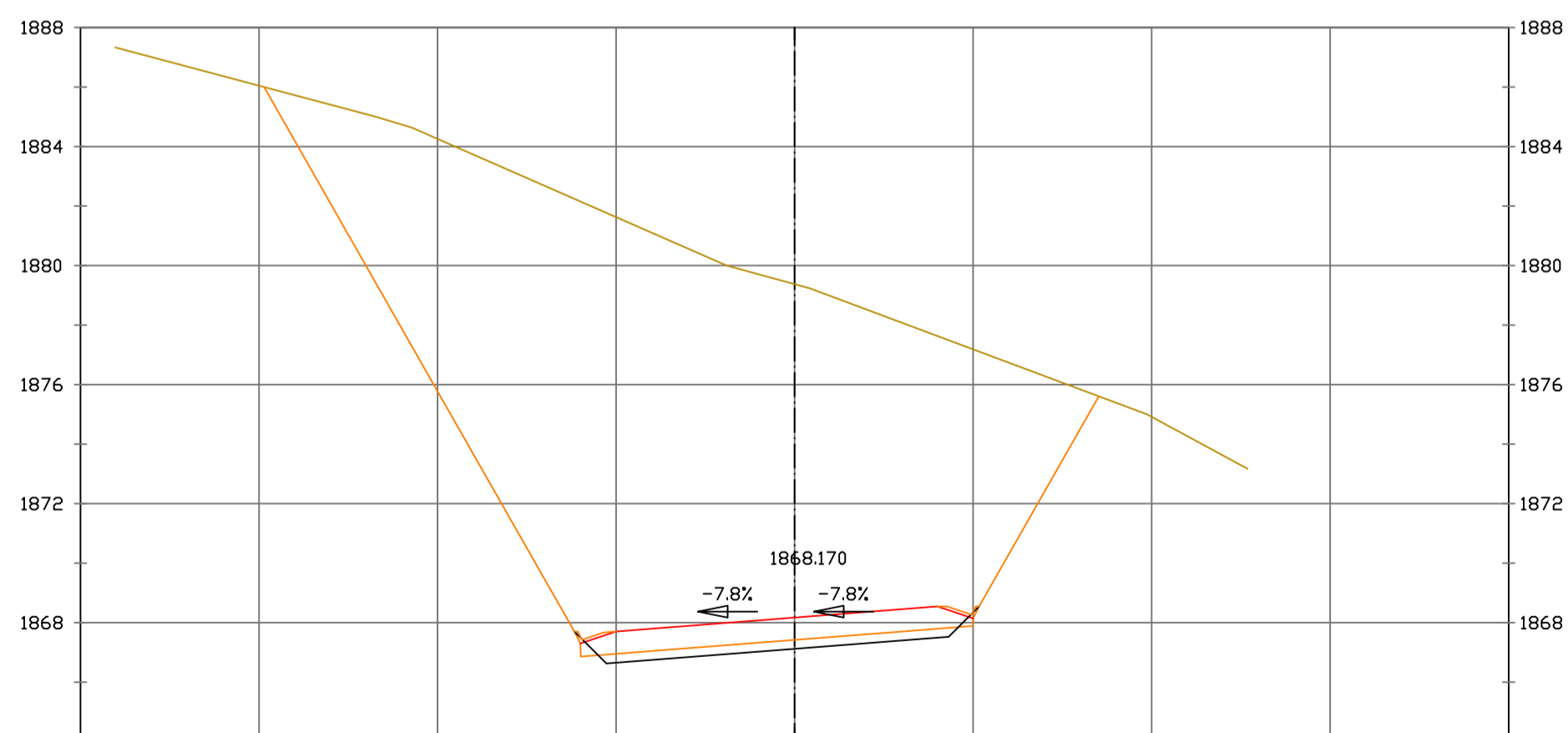
Pk=3+150
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.85 m³. VP FIRME = 94.16 m³.
 S. D TIERRA = 269.46 m². VP D TIERRA = 2747.01 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.54 m². VP SUELO SEL 1 = 35.42 m³.
 S. FIRME = 9.42 m².



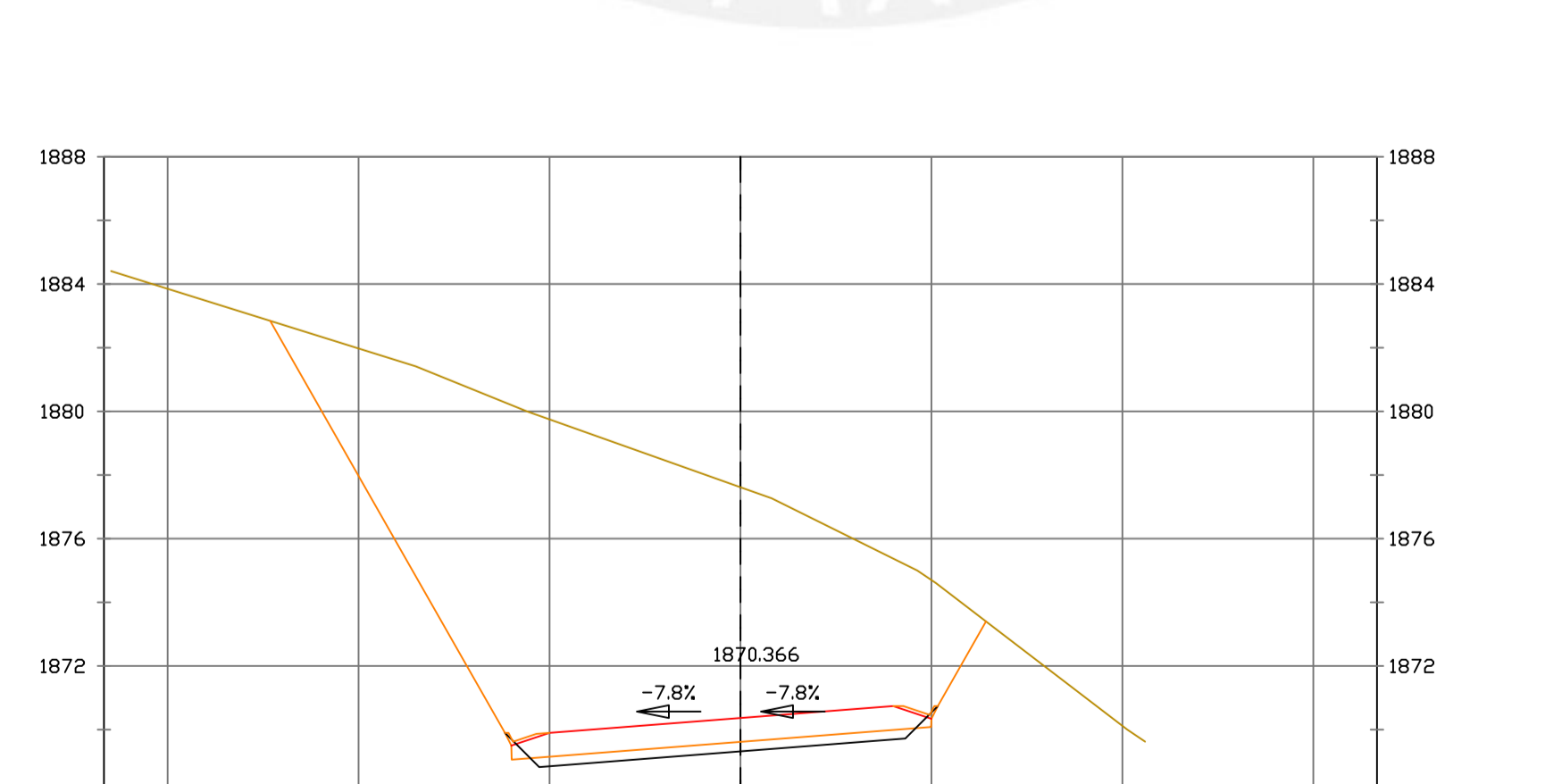
Pk=3+180
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.85 m³. VP FIRME = 94.16 m³.
 S. D TIERRA = 191.90 m². VP D TIERRA = 2123.51 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.54 m². VP SUELO SEL 1 = 35.42 m³.
 S. FIRME = 9.42 m².



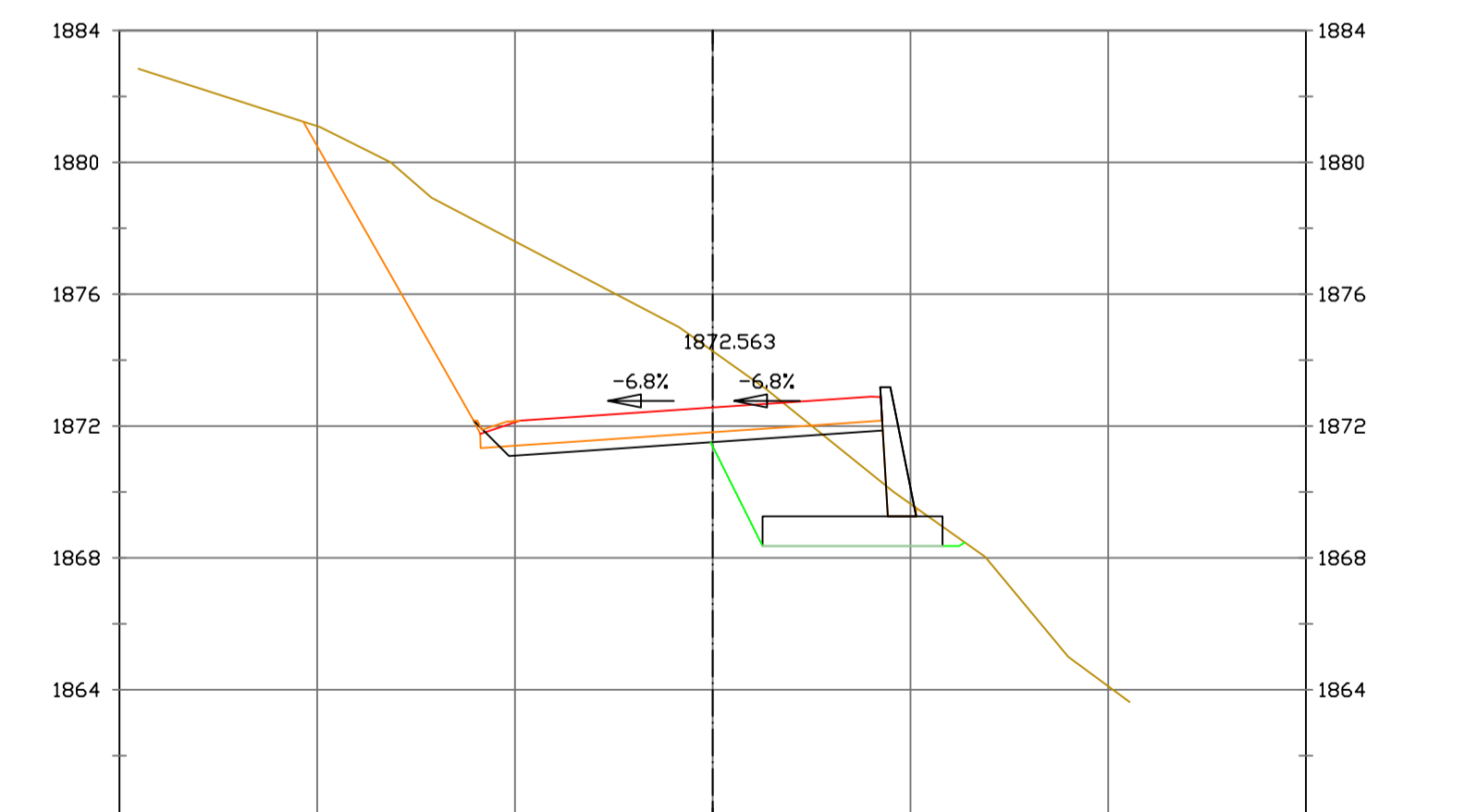
Pk=3+210
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.14 m². VP REVES CUNETA = 0.21 m³. VP FIRME = 12.28 m³.
 S. D TIERRA = 83.70 m². VP D TIERRA = 890.24 m³. VP MURDS = 5.49 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.48 m². VP SUELO SEL 1 = 35.11 m³. VP FIRME = 91.97 m³.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDS = 24.57 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 7.28 m². VP EXC ZM TIERRA = 36.38 m³.
 S. RELLE ZAP MURD = 2.46 m².



Pk=3+160
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.85 m³. VP FIRME = 94.16 m³.
 S. D TIERRA = 264.32 m². VP D TIERRA = 2668.94 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.54 m². VP SUELO SEL 1 = 35.42 m³.
 S. FIRME = 9.42 m².



Pk=3+190
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.85 m³. VP FIRME = 94.16 m³.
 S. D TIERRA = 155.15 m². VP D TIERRA = 1735.27 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.54 m². VP SUELO SEL 1 = 35.42 m³.
 S. FIRME = 9.42 m².



Pk=3+220
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.14 m². VP REVES CUNETA = 0.21 m³. VP FIRME = 65.01 m³.
 S. D TIERRA = 57.83 m². VP D TIERRA = 628.06 m³. VP MURDS = 16.93 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.44 m². VP SUELO SEL 1 = 34.61 m³. VP FIRME = 89.55 m³.
 S. TERRAPLEN = 1.54 m². VP TERRAPLEN = 7.69 m³.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 15.39 m². VP EXC ZM TIERRA = 113.34 m³.



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
 E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS
 DE LA CRUZ

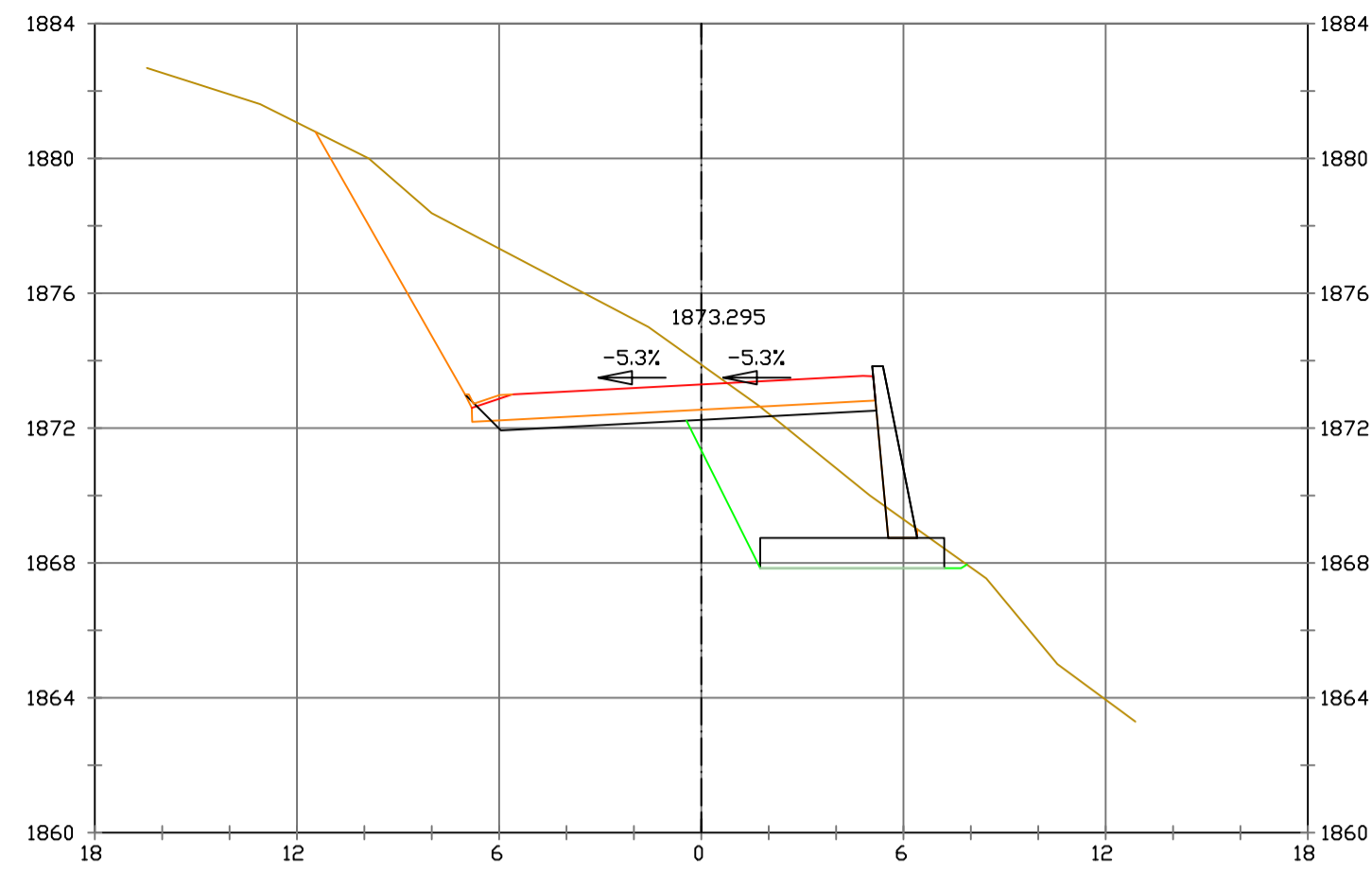
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL
 GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

NOMBRE PLANO :
 SECCIONES TRANSVERSALES

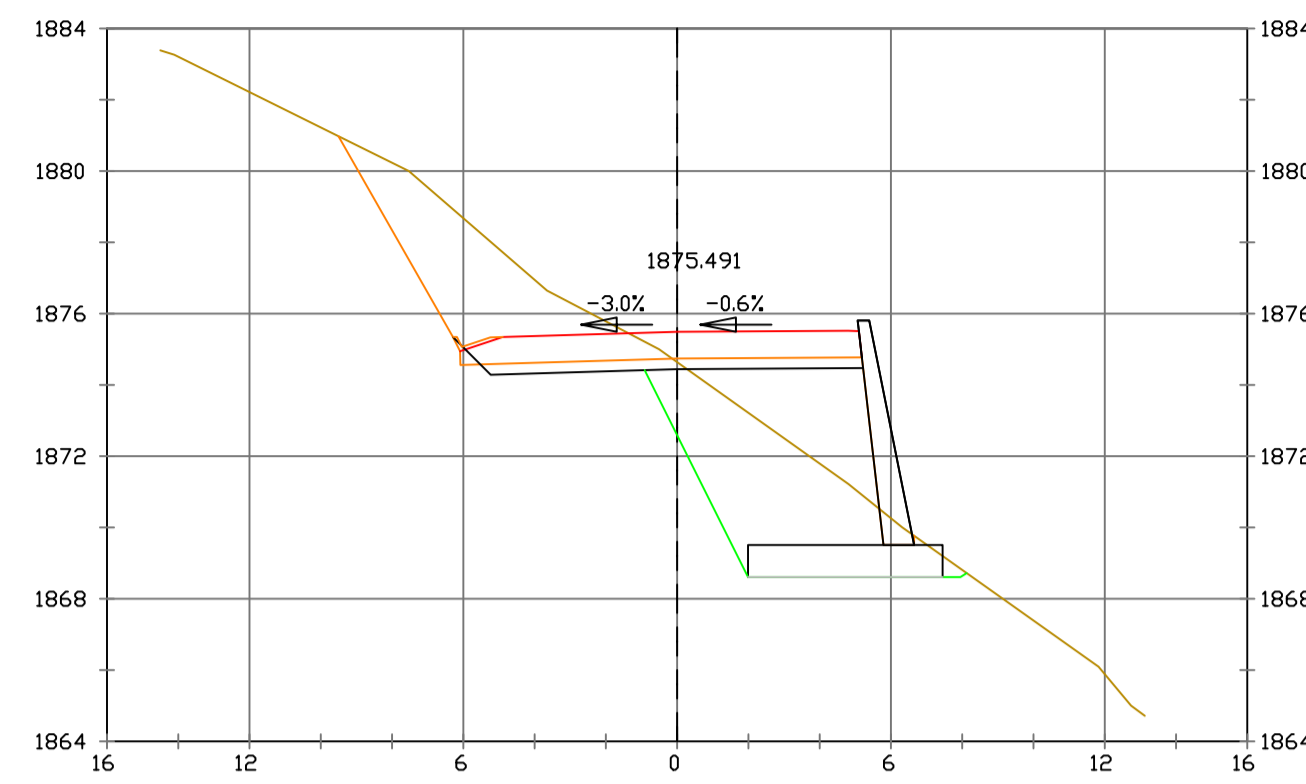
FECHA: 06/12/2021

TESIS DE
 PREGRADO 47



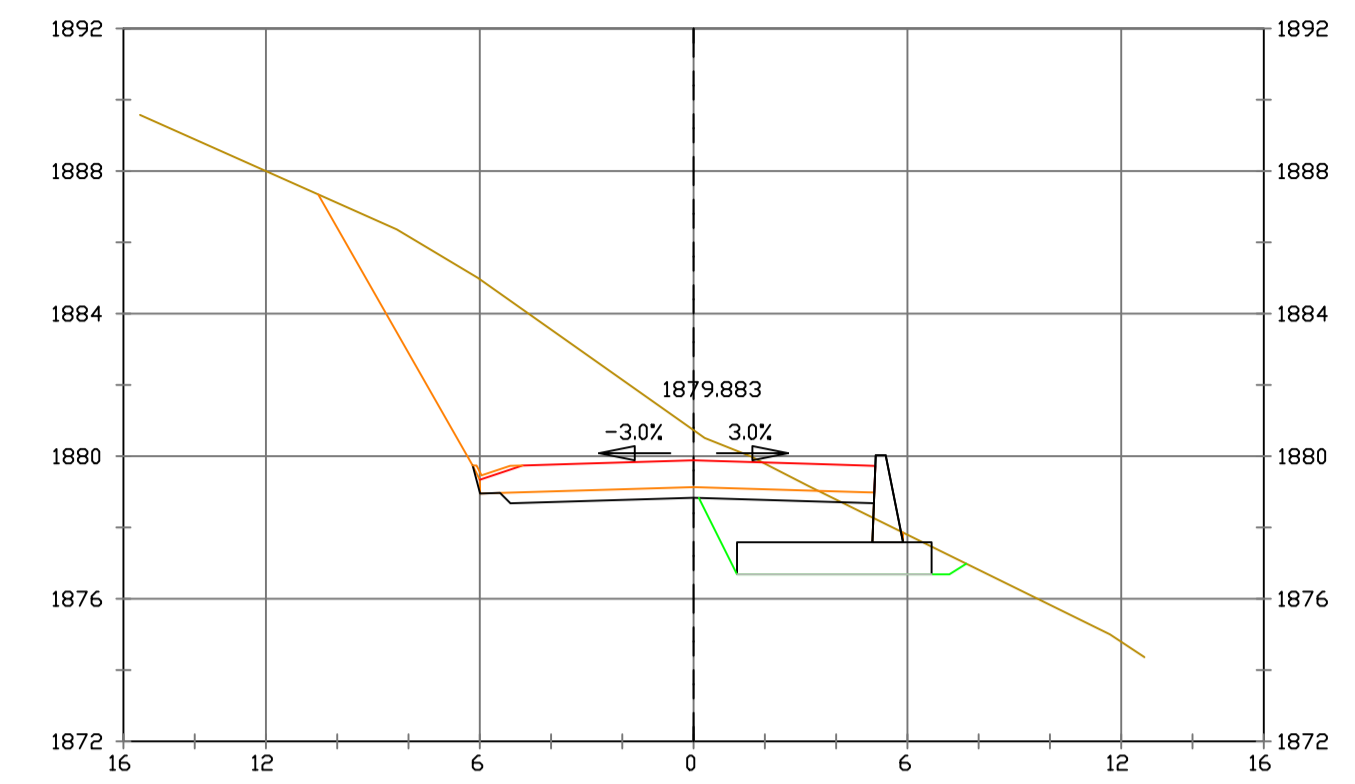
Pk=3+230 EHI/200 EVI/200

S. REVES CUNETA = 0.14 m². VP REVES CUNETA = 14.06 m³. VP MURD = 123.02 m³.
 S. D TIERRA = 40.21 m². VP MURD TIERRA = 0.09 m³. VP MURD = 26.44 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.38 m². VP FIRMED SEL 0.75 m³. VP FIRME = 88.41 m³.
 S. TERRAPLEN = 4.50 m². VP TERRAPLEN = 30.19 m³.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 18.90 m². VP EXC ZM TIERRA = 171.48 m³.



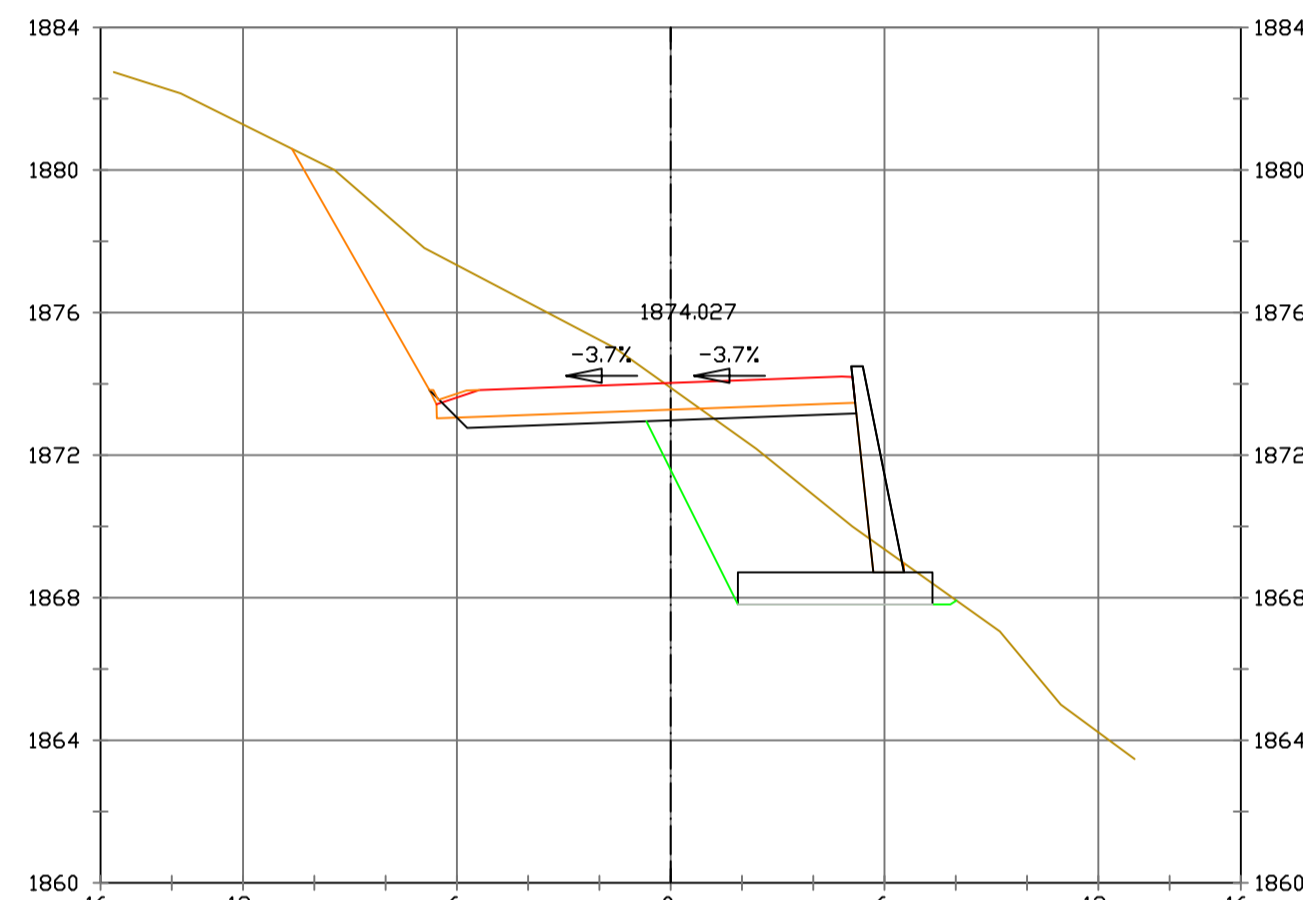
Pk=3+260 EHI/200 EVI/200

S. REVES CUNETA = 0.14 m². VP REVES CUNETA = 16.60 m³. VP MURD = 165.04 m³.
 S. D TIERRA = 20.17 m². VP MURD TIERRA = 0.71 m³. VP MURD = 36.80 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m². VP FIRMED SEL 0.80 m³. VP FIRME = 82.92 m³.
 S. TERRAPLEN = 9.58 m². VP TERRAPLEN = 90.75 m³.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 21.45 m². VP EXC ZM TIERRA = 213.50 m³.



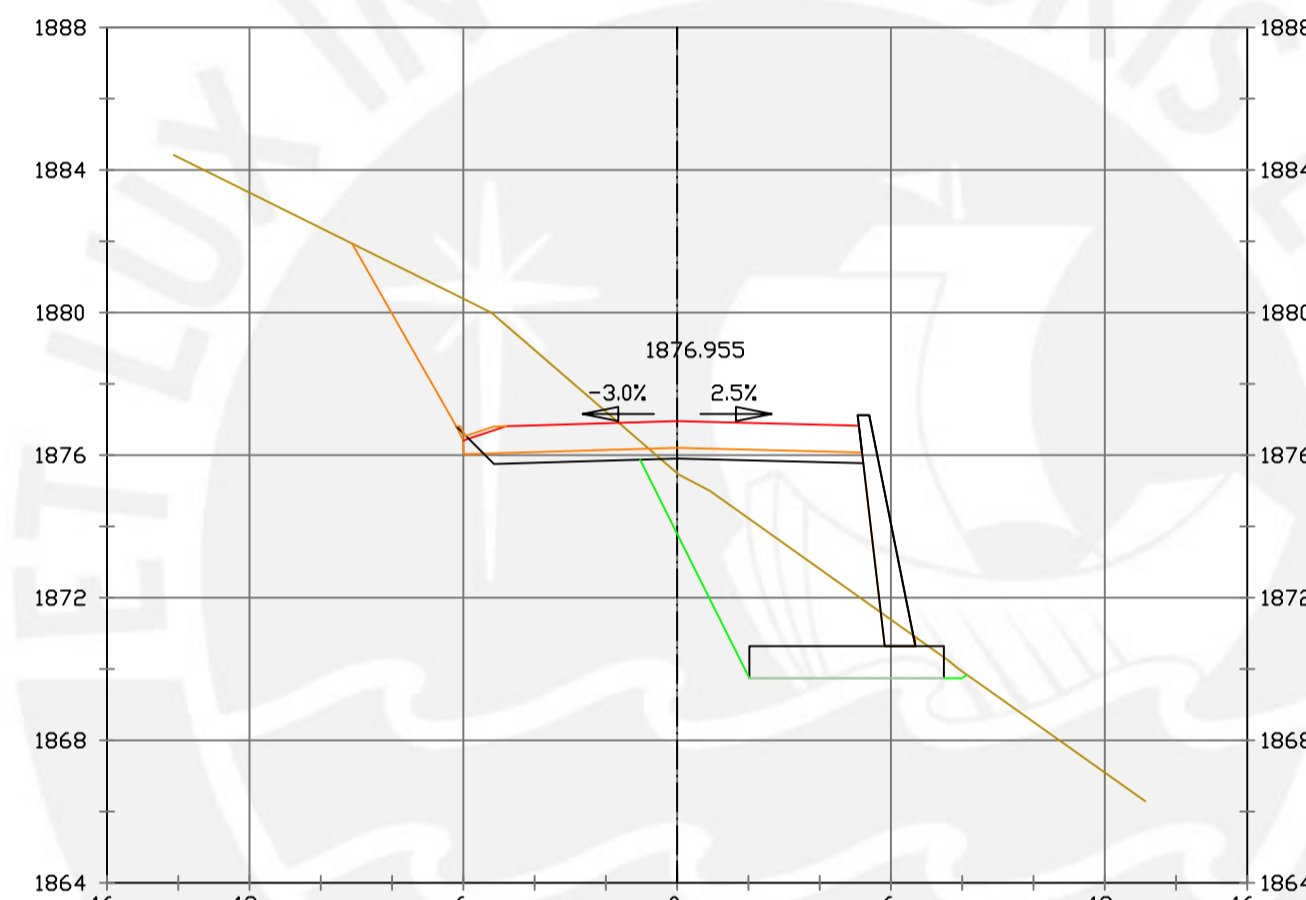
Pk=3+320 EHI/200 EVI/200

S. REVES CUNETA = 0.14 m². VP REVES CUNETA = 5.82 m³. VP MURD = 169.14 m³.
 S. D TIERRA = 41.85 m². VP MURD TIERRA = 1.39 m³. VP MURD = 39.95 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.14 m². VP FIRMED SEL 0.98 m³. VP FIRME = 162.09 m³.
 S. TERRAPLEN = 0.19 m². VP TERRAPLEN = 53.07 m³.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDS = 98.28 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 10.77 m². VP EXC ZM TIERRA = 266.73 m³.



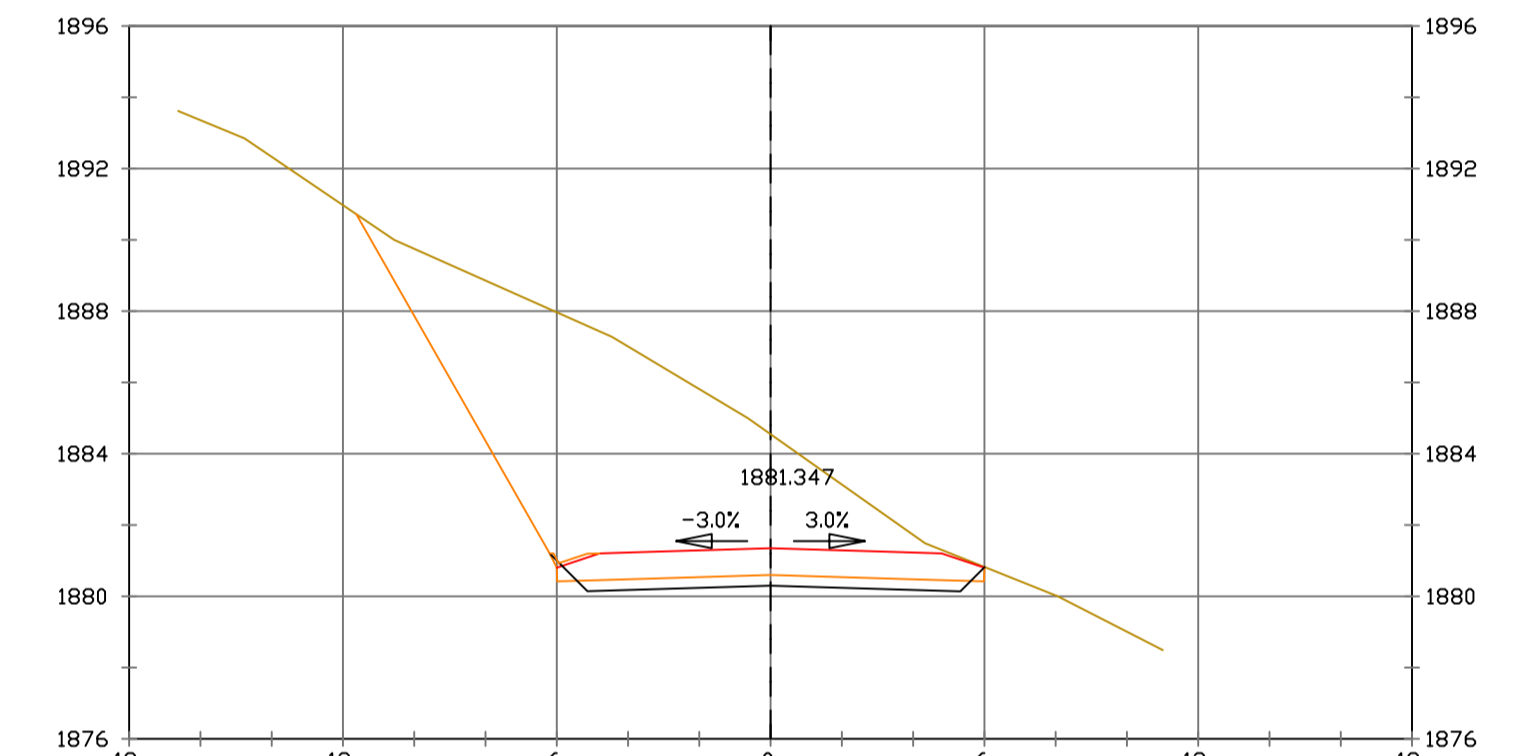
Pk=3+240 EHI/200 EVI/200

S. REVES CUNETA = 0.14 m². VP REVES CUNETA = 15.71 m³. VP MURD = 149.84 m³.
 S. D TIERRA = 29.37 m². VP MURD TIERRA = 3.42 m³. VP MURD = 32.09 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.31 m². VP FIRMED SEL 0.96 m³. VP FIRME = 86.57 m³.
 S. TERRAPLEN = 6.96 m². VP TERRAPLEN = 57.31 m³.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 20.56 m². VP EXC ZM TIERRA = 197.30 m³.



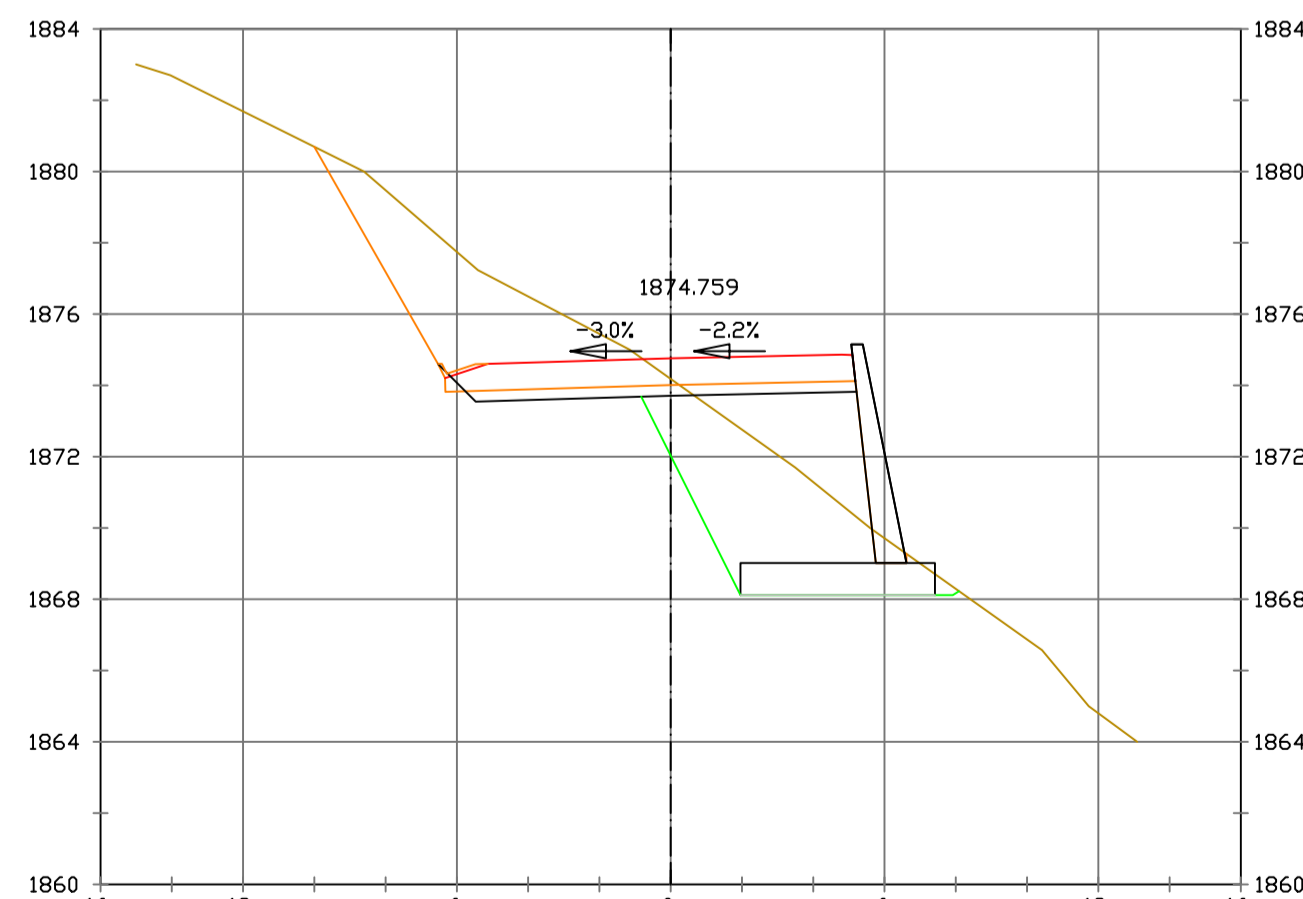
Pk=3+280 EHI/200 EVI/200

S. REVES CUNETA = 0.14 m². VP REVES CUNETA = 15.99 m³. VP MURD = 325.93 m³.
 S. D TIERRA = 19.87 m². VP MURD TIERRA = 3.80 m³. VP MURD = 75.71 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.15 m². VP FIRMED SEL 0.84 m³. VP FIRME = 163.39 m³.
 S. TERRAPLEN = 11.79 m². VP TERRAPLEN = 213.74 m³.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDS = 98.28 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 20.83 m². VP EXC ZM TIERRA = 422.85 m³.



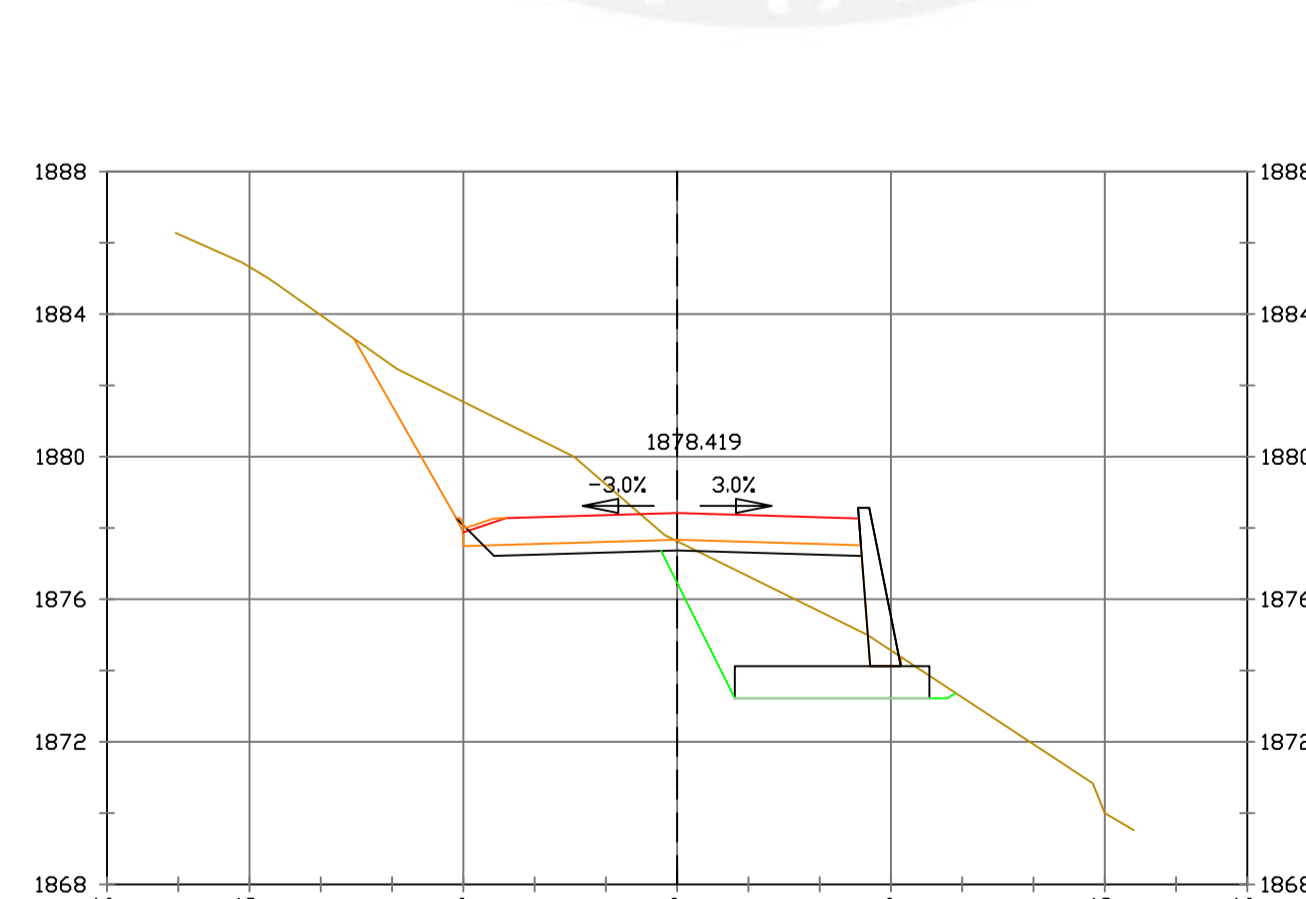
Pk=3+340 EHI/200 EVI/200

S. REVES CUNETA = 0.14 m². VP REVES CUNETA = 2.87 m³. VP MURD = 58.75 m³.
 S. D TIERRA = 69.59 m². VP D TIERRA = 1114.41 m³. VP MURD = 13.90 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.23 m². VP FIRMED SEL 0.93 m³. VP FIRME = 166.42 m³.
 S. TERRAPLEN = 8.56 m². VP TERRAPLEN = 1.90 m³.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 107.74 m³.



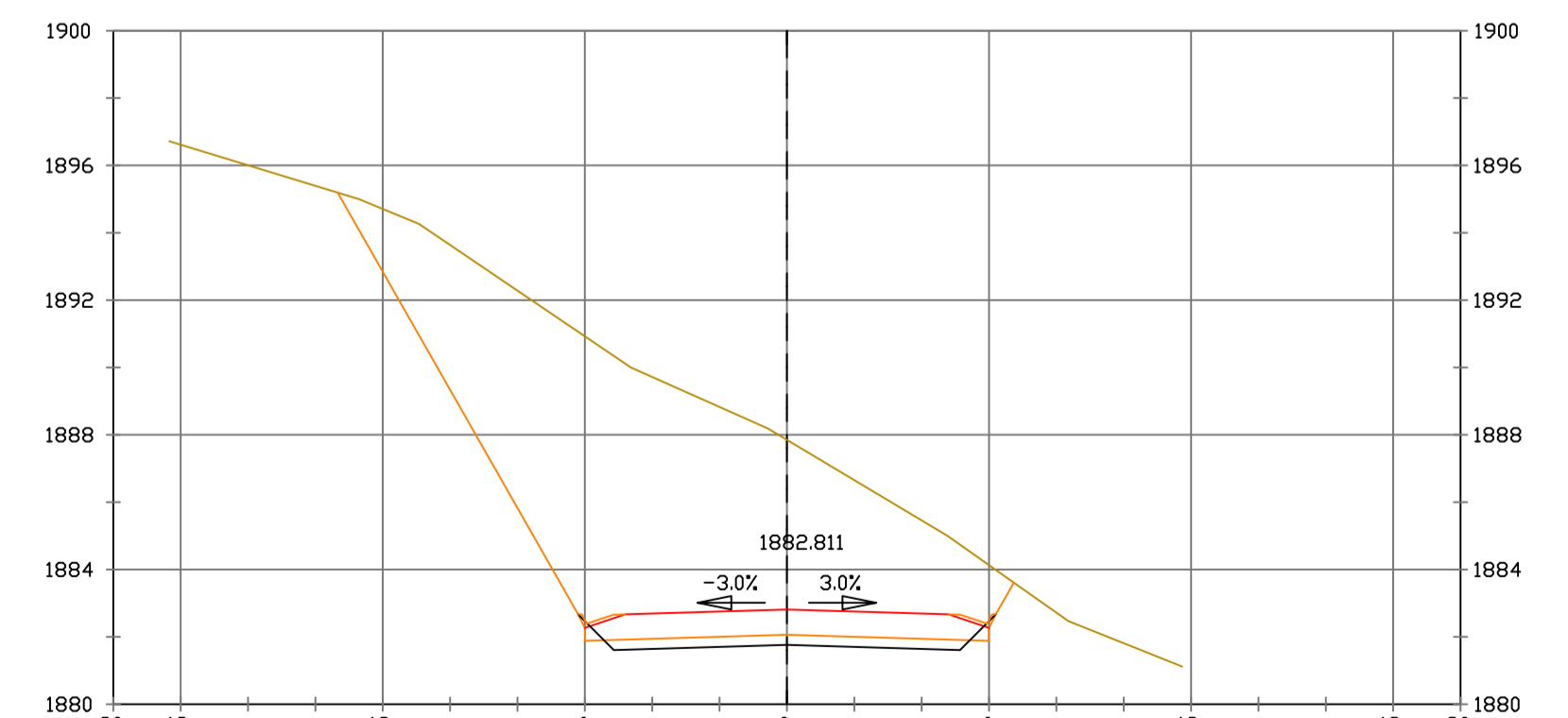
Pk=3+250 EHI/200 EVI/200

S. REVES CUNETA = 0.14 m². VP REVES CUNETA = 16.40 m³. VP MURD = 160.57 m³.
 S. D TIERRA = 23.30 m². VP MURD TIERRA = 3.68 m³. VP MURD = 35.24 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.25 m². VP FIRMED SEL 0.99 m³. VP FIRME = 84.72 m³.
 S. TERRAPLEN = 8.57 m². VP TERRAPLEN = 77.63 m³.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 21.25 m². VP EXC ZM TIERRA = 209.03 m³.



Pk=3+300 EHI/200 EVI/200

S. REVES CUNETA = 0.14 m². VP REVES CUNETA = 11.04 m³. VP MURD = 270.26 m³.
 S. D TIERRA = 20.60 m². VP MURD TIERRA = 2.60 m³. VP MURD = 64.46 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.14 m². VP FIRMED SEL 0.93 m³. VP FIRME = 162.62 m³.
 S. TERRAPLEN = 5.12 m². VP TERRAPLEN = 169.07 m³.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDS = 98.28 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 15.90 m². VP EXC ZM TIERRA = 367.32 m³.



Pk=3+360 EHI/200 EVI/200

S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 4.30 m³. VP FIRME = 171.18 m³.
 S. D TIERRA = 105.31 m². VP D TIERRA = 1748.97 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m². VP FIRMED SEL 0.93 m³. VP FIRME = 63.99 m³.
 S. TERRAPLEN = 8.56 m².



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

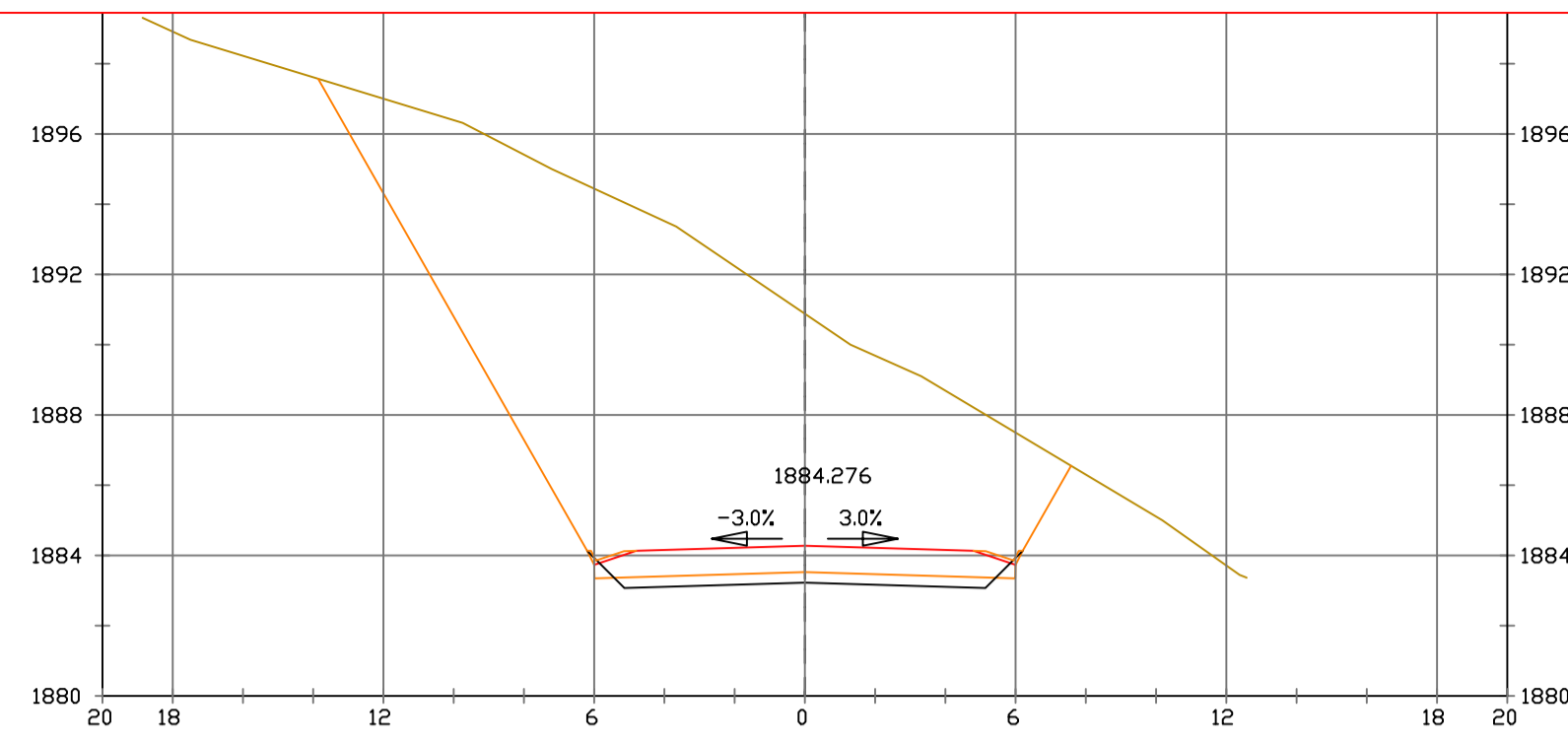
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA DE CACLIC A LUYA AMAZONAS

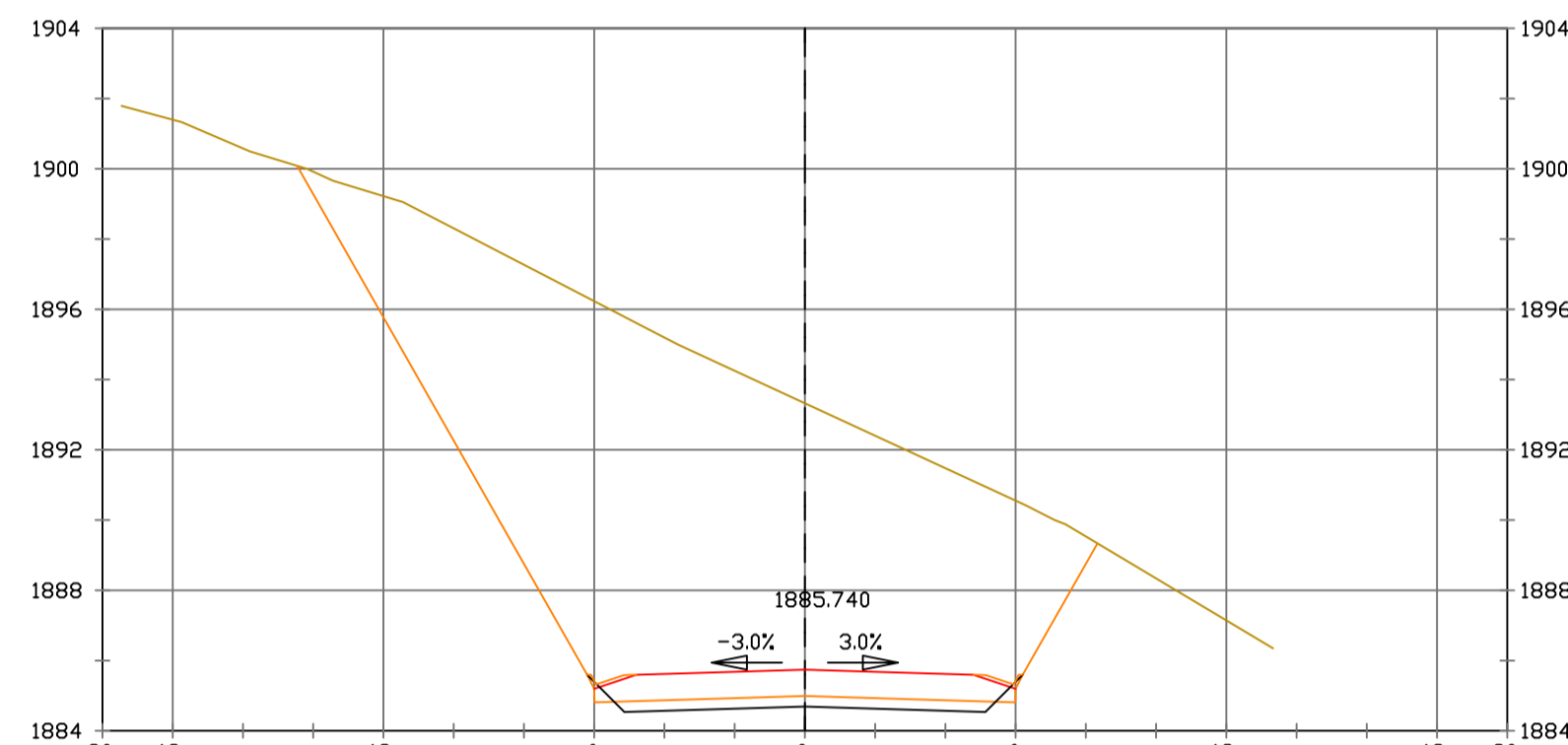
NOMBRE PLANO : SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 06/12/2021

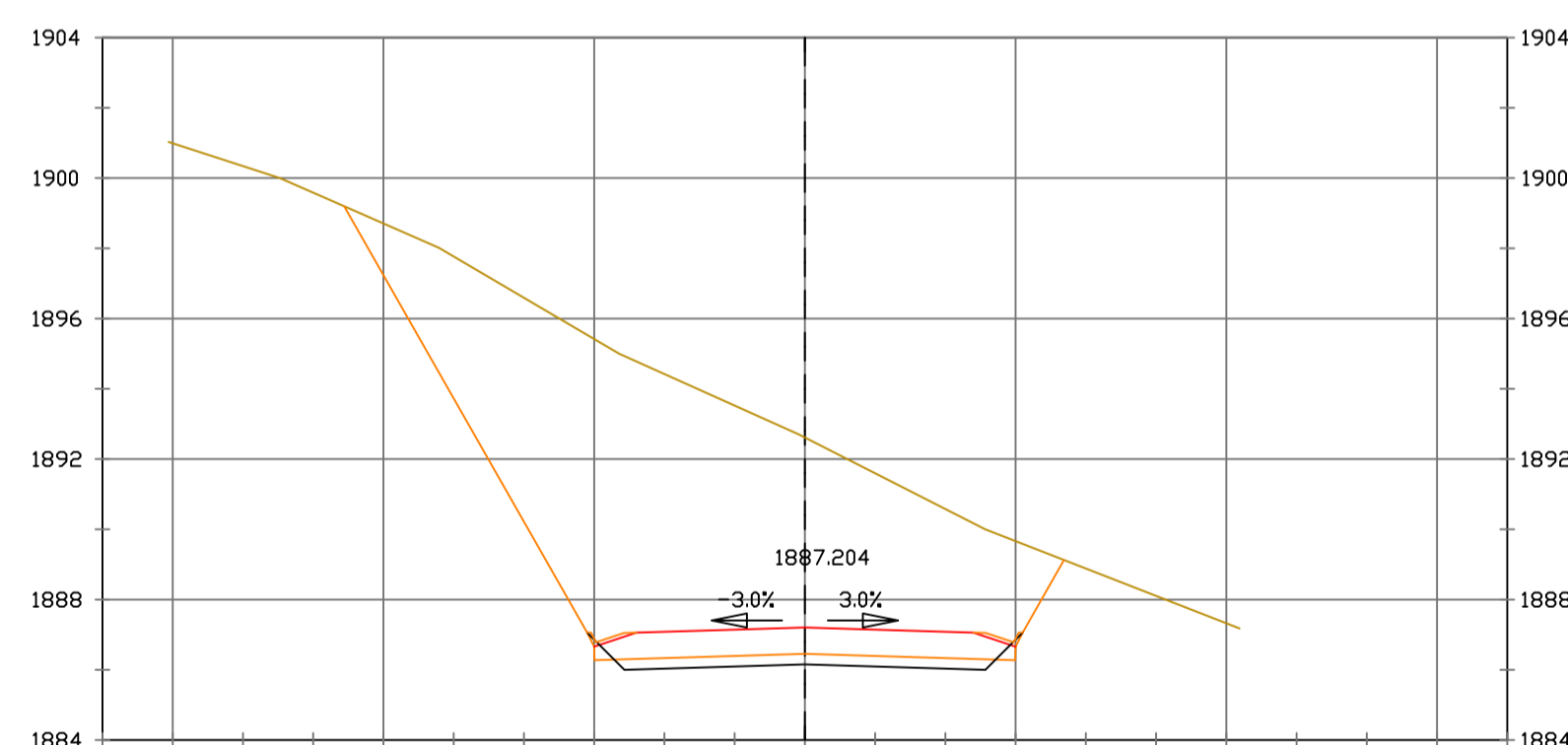
TESIS DE PREGRADO 48



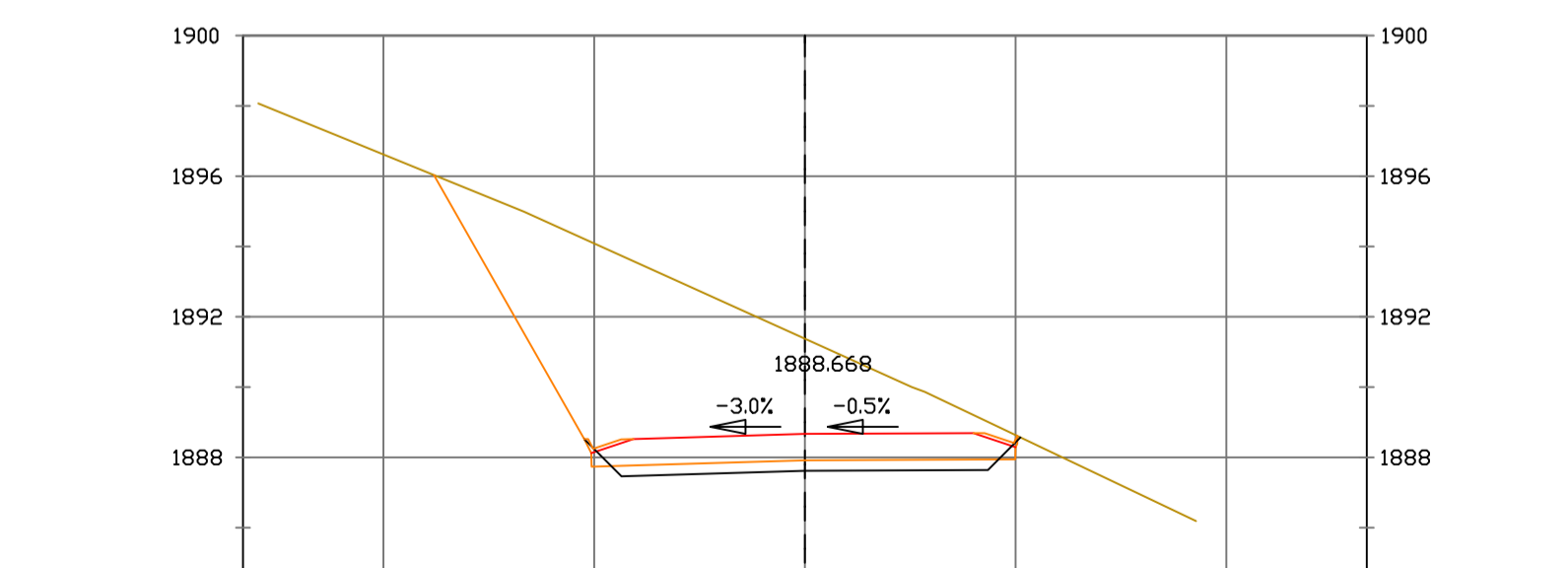
Pk=3+380
 EHI/200 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m2. VP REVES CUNETA = 5.74 m3. VP FIRME = 171.18 m3.
 S. D TIERRA = 139.82 m2. VP D TIERRA = 2451.29 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m2. VP SUELO SEL 1 = 63.44 m3.
 S. FIRME = 8.56 m2.



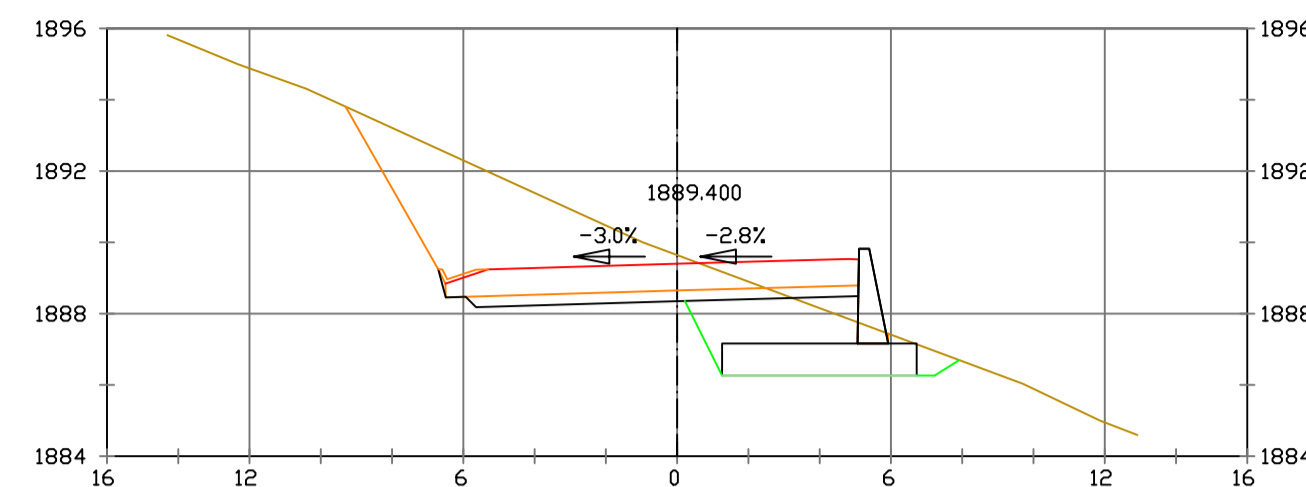
Pk=3+400
 EHI/200 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m2. VP REVES CUNETA = 5.74 m3. VP FIRME = 171.18 m3.
 S. D TIERRA = 158.15 m2. VP D TIERRA = 2979.65 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m2. VP SUELO SEL 1 = 63.44 m3.
 S. FIRME = 8.56 m2.



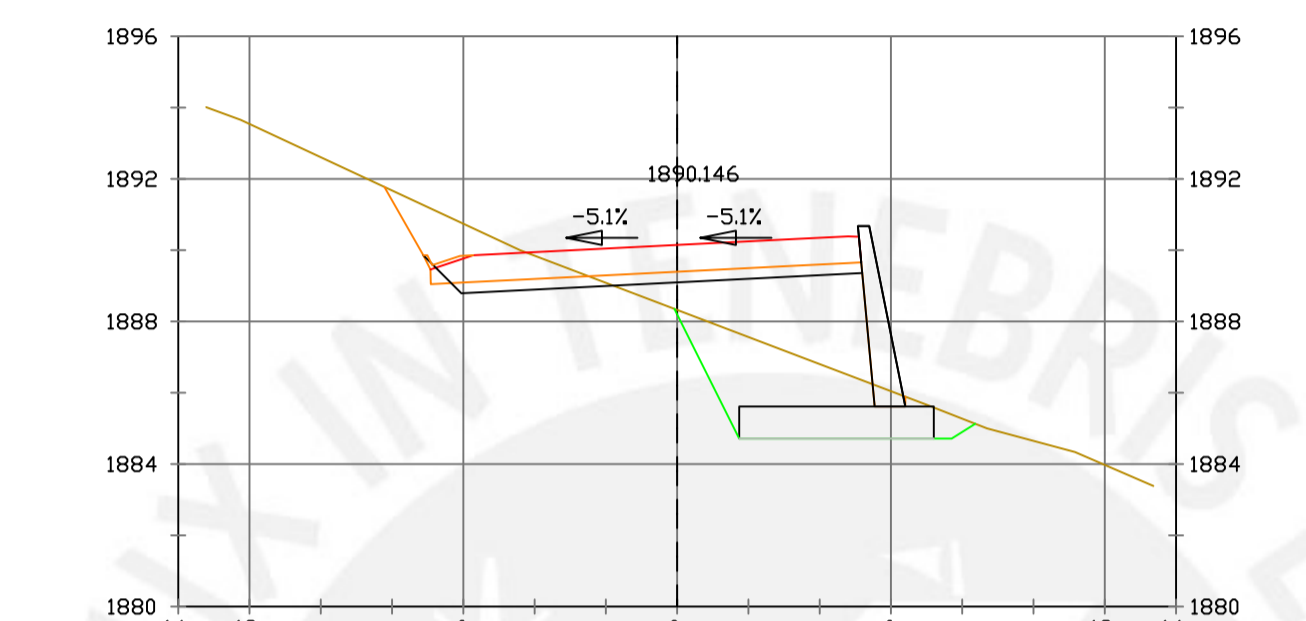
Pk=3+420
 EHI/200 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m2. VP REVES CUNETA = 5.74 m3. VP FIRME = 171.18 m3.
 S. D TIERRA = 110.79 m2. VP D TIERRA = 2689.38 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m2. VP SUELO SEL 1 = 63.44 m3.
 S. FIRME = 8.56 m2.



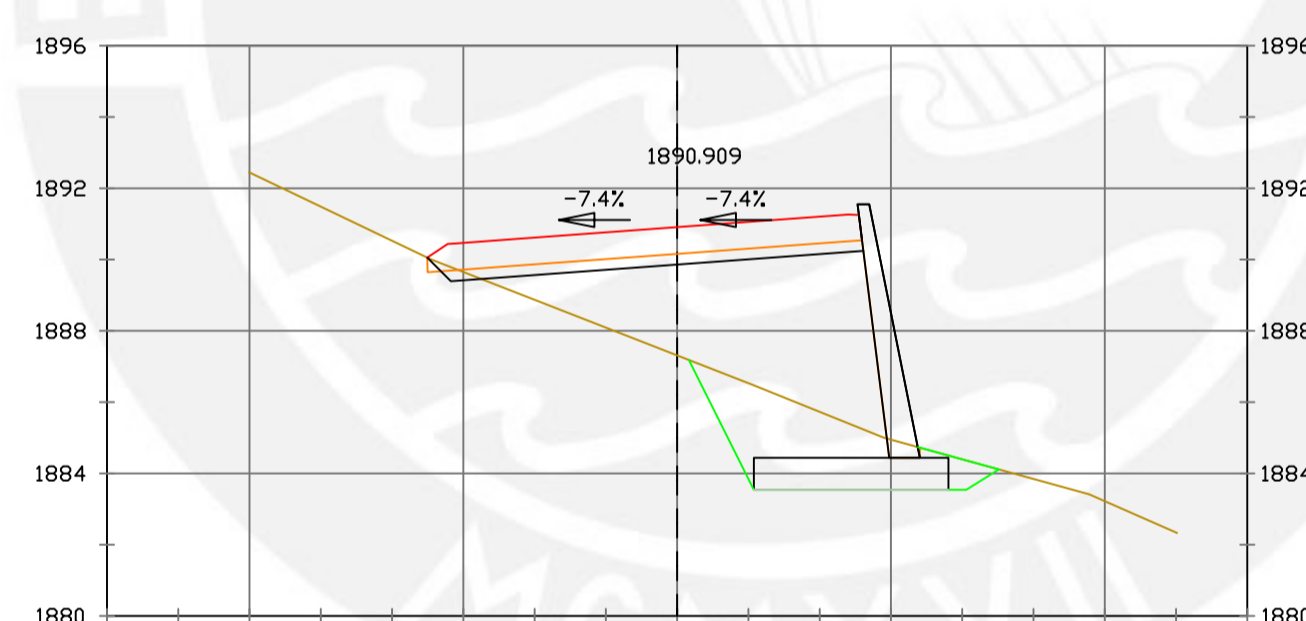
Pk=3+440
 EHI/200 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.27 m2. VP REVES CUNETA = 5.54 m3. VP FIRME = 171.56 m3.
 S. D TIERRA = 58.87 m2. VP D TIERRA = 1696.62 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.22 m2. VP SUELO SEL 1 = 63.92 m3.
 S. FIRME = 8.60 m2.



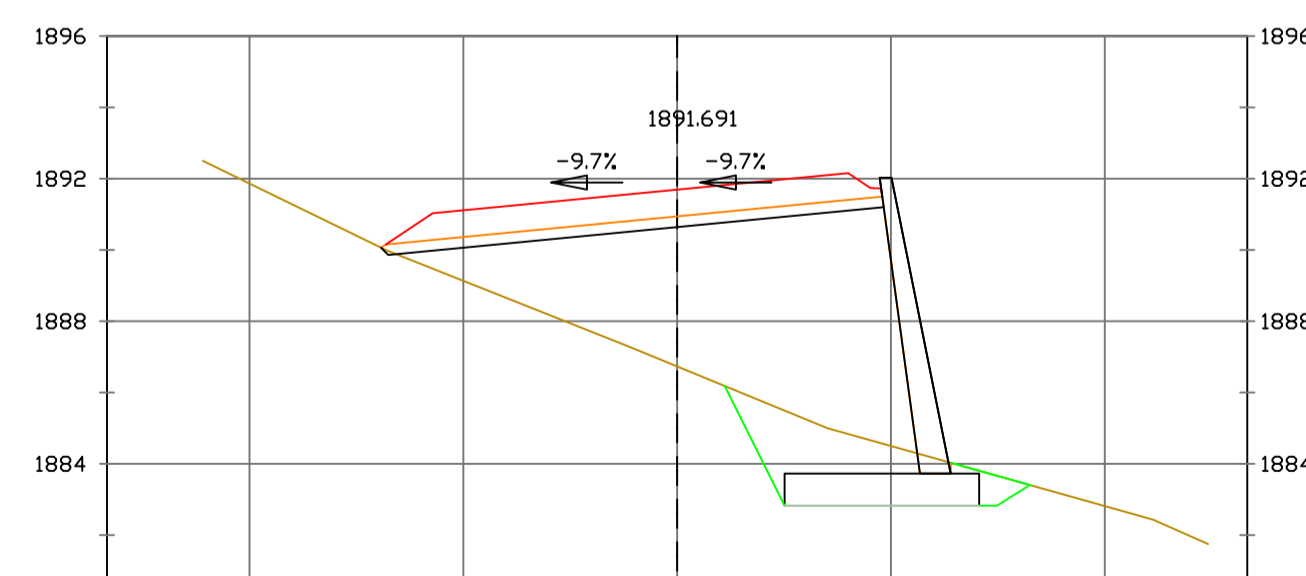
Pk=3+450
 EHI/200 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.14 m2. VP REVES CUNETA = 6.04 m3. VP RELL ZAP MURD = 15.09 m3.
 S. D TIERRA = 25.57 m2. VP D TIERRA = 452.18 m3. VP MURDS = 3.81 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.30 m2. VP SUELO SEL 1 = 64.28 m3. VP FIRME = 86.31 m3.
 S. TERRAPLEN = 0.68 m2. VP TERRAPLEN = 2.35 m3.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2. VP ZAPATA MURDS = 12.29 m3.
 S. EXC ZM TIERRA = 10.95 m2. VP EXC ZM TIERRA = 27.37 m3.



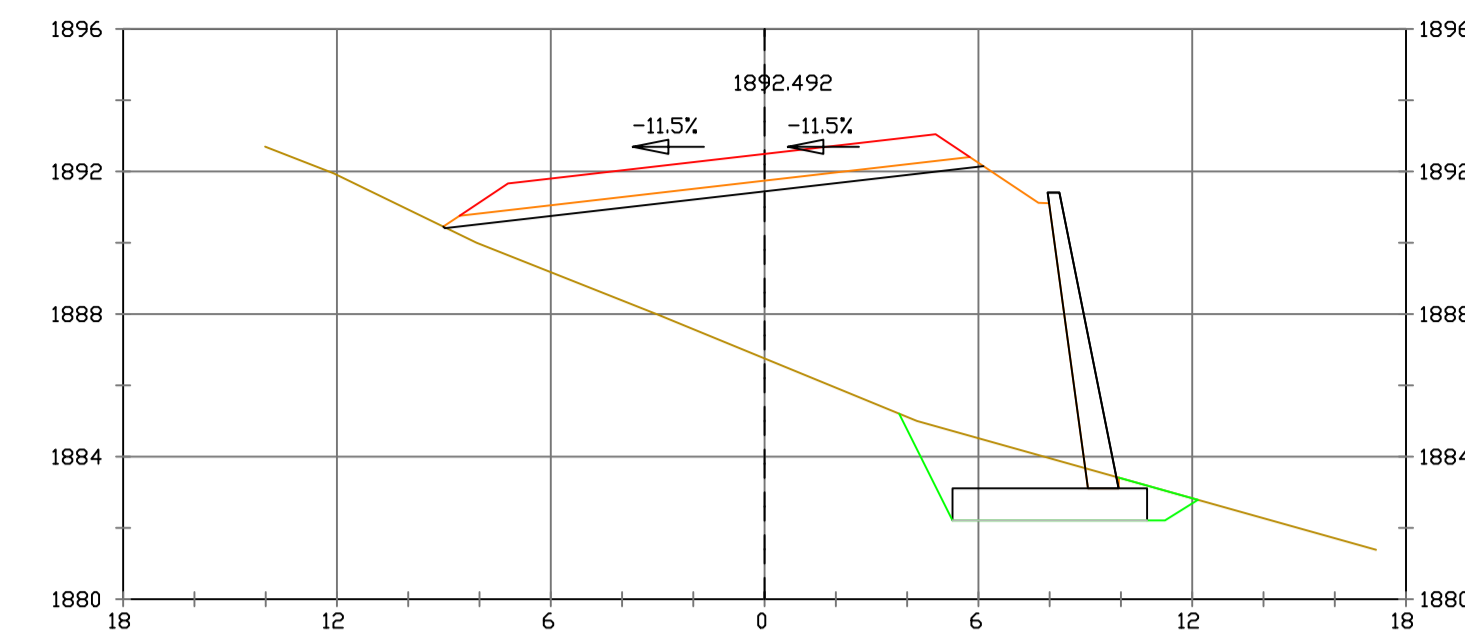
Pk=3+460
 EHI/200 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.14 m2. VP REVES CUNETA = 6.04 m3. VP RELL ZAP MURD = 77.28 m3.
 S. D TIERRA = 7.00 m2. VP D TIERRA = 126.63 m3. VP MURDS = 22.60 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.41 m2. VP SUELO SEL 1 = 63.50 m3. VP FIRME = 86.54 m3.
 S. TERRAPLEN = 10.94 m2. VP TERRAPLEN = 51.49 m3.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2. VP ZAPATA MURDS = 49.14 m3.
 S. EXC ZM TIERRA = 13.33 m2. VP EXC ZM TIERRA = 126.42 m3.



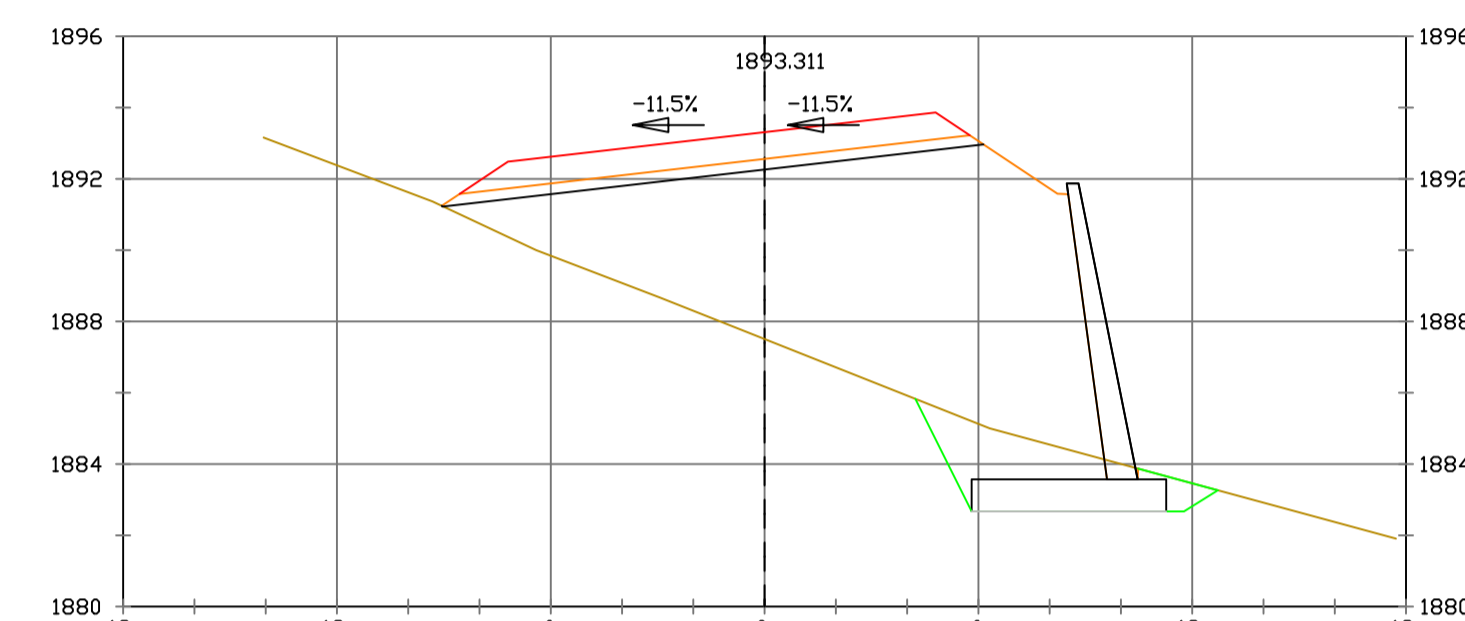
Pk=3+470
 EHI/200 EVI/200
 S. D TIERRA = 0.66 m2. VP D TIERRA = 0.36 m3. VP RELL ZAP MURD = 86.07 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.51 m2. VP SUELO SEL 1 = 64.7 m3. VP MURDS = 36.36 m3.
 S. TERRAPLEN = 28.37 m2. VP TERRAPLEN = 32.99 m3. VP FIRME = 86.72 m3.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2. VP ZAPATA MURDS = 194.25 m3.
 S. EXC ZM TIERRA = 13.35 m2. VP EXC ZM TIERRA = 49.14 m3.
 S. RELL ZAP MURD = 8.44 m2. VP EXC ZM TIERRA = 135.19 m3.



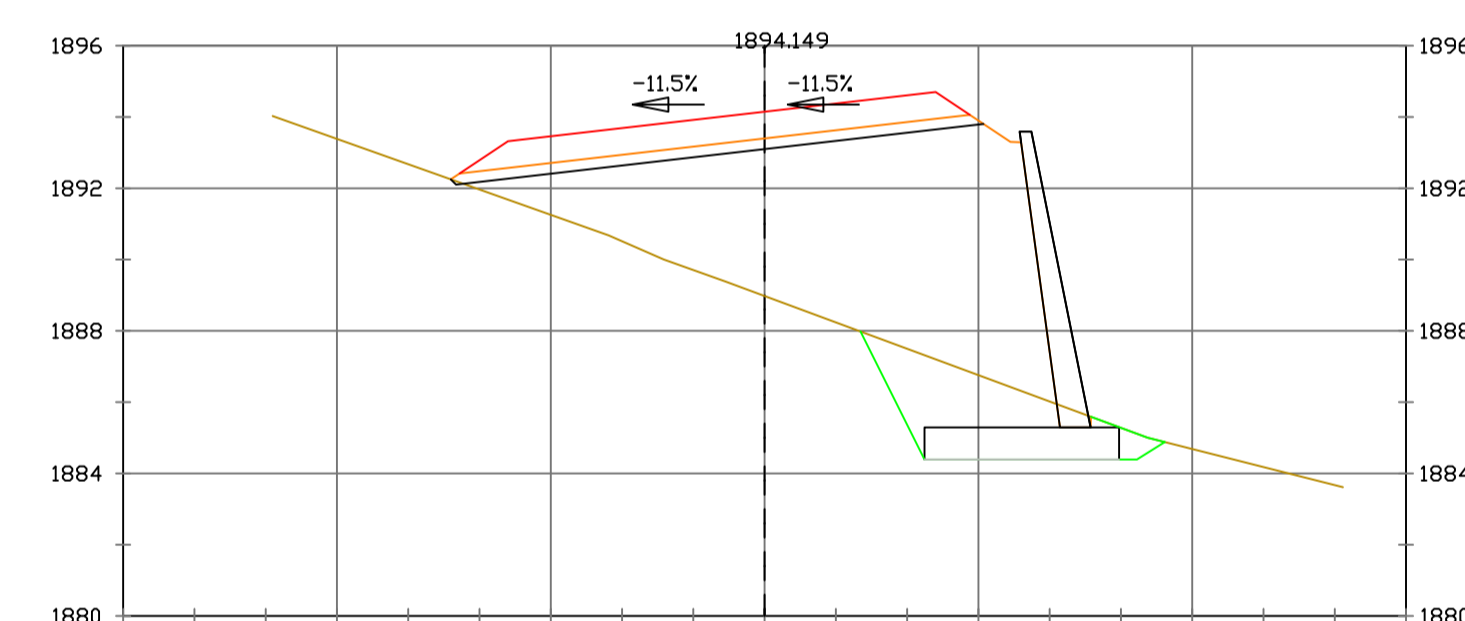
Pk=3+480
 EHI/200 EVI/200
 S. D TIERRA = 0.41 m2. VP D TIERRA = 4.94 m3. VP RELL ZAP MURD = 78.76 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 4.20 m2. VP SUELO SEL 1 = 84.28 m3. VP MURDS = 46.33 m3.
 S. TERRAPLEN = 49.48 m2. VP TERRAPLEN = 381.97 m3. VP FIRME = 93.19 m3.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2. VP ZAPATA MURDS = 49.14 m3.
 S. EXC ZM TIERRA = 12.32 m2. VP EXC ZM TIERRA = 127.84 m3.
 S. RELL ZAP MURD = 7.40 m2.



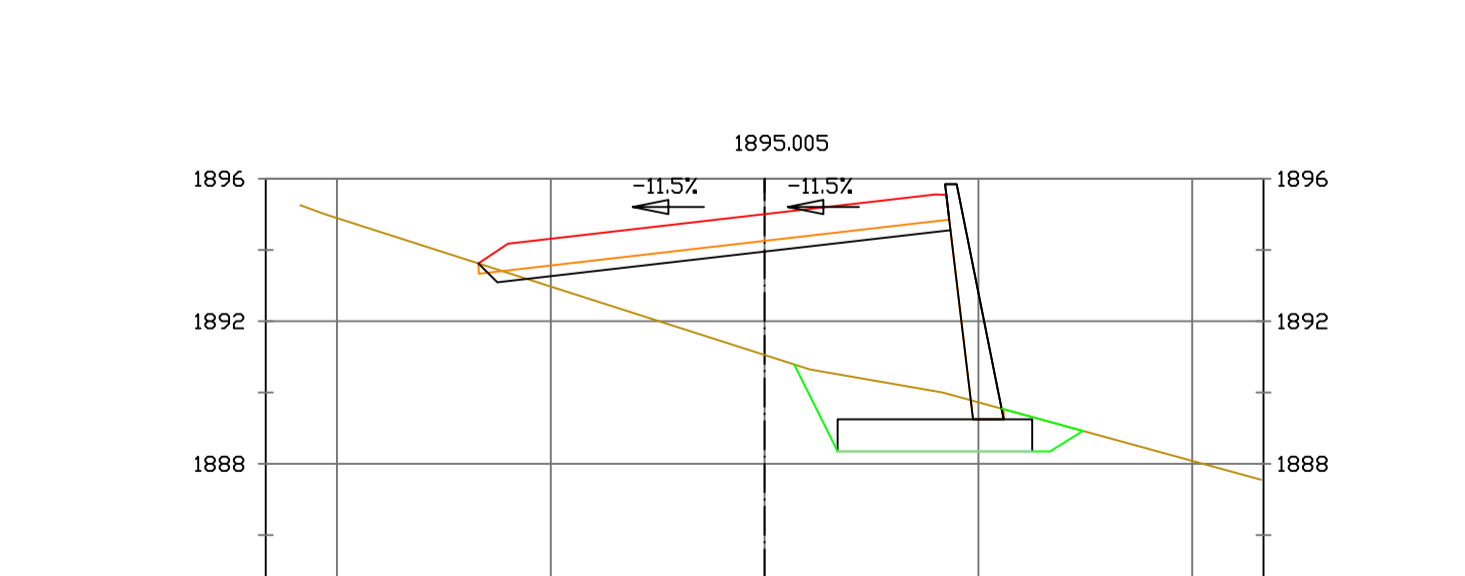
Pk=3+490
 EHI/200 EVI/200
 S. D TIERRA = 0.39 m2. VP D TIERRA = 4.94 m3. VP RELL ZAP MURD = 70.83 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 4.43 m2. VP SUELO SEL 1 = 87.45 m3. VP MURDS = 49.42 m3.
 S. TERRAPLEN = 76.73 m2. VP TERRAPLEN = 642.25 m3. VP FIRME = 97.63 m3.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2. VP ZAPATA MURDS = 49.14 m3.
 S. EXC ZM TIERRA = 11.83 m2. VP EXC ZM TIERRA = 119.98 m3.
 S. RELL ZAP MURD = 6.91 m2.



Pk=3+500
 EHI/200 EVI/200
 S. D TIERRA = 0.38 m2. VP D TIERRA = 4.94 m3. VP RELL ZAP MURD = 69.20 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 4.43 m2. VP SUELO SEL 1 = 87.45 m3. VP MURDS = 49.42 m3.
 S. TERRAPLEN = 82.27 m2. VP TERRAPLEN = 809.27 m3. VP FIRME = 98.70 m3.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2. VP ZAPATA MURDS = 49.14 m3.
 S. EXC ZM TIERRA = 11.92 m2. VP EXC ZM TIERRA = 118.34 m3.
 S. RELL ZAP MURD = 7.00 m2.



Pk=3+510
 EHI/200 EVI/200
 S. D TIERRA = 0.44 m2. VP D TIERRA = 4.94 m3. VP RELL ZAP MURD = 77.14 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 4.40 m2. VP SUELO SEL 1 = 87.45 m3. VP MURDS = 49.42 m3.
 S. TERRAPLEN = 62.58 m2. VP TERRAPLEN = 744.31 m3. VP FIRME = 98.70 m3.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2. VP ZAPATA MURDS = 49.14 m3.
 S. EXC ZM TIERRA = 13.36 m2. VP EXC ZM TIERRA = 126.28 m3.
 S. RELL ZAP MURD = 8.44 m2.



Pk=3+520
 EHI/200 EVI/200
 S. D TIERRA = 0.61 m2. VP D TIERRA = 8.91 m3. VP RELL ZAP MURD = 75.12 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.85 m2. VP SUELO SEL 1 = 80.92 m3. VP MURDS = 46.54 m3.
 S. TERRAPLEN = 30.91 m2. VP TERRAPLEN = 439.62 m3. VP FIRME = 97.67 m3.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m2. VP ZAPATA MURDS = 49.14 m3.
 S. EXC ZM TIERRA = 10.67 m2. VP EXC ZM TIERRA = 124.24 m3.
 S. RELL ZAP MURD = 5.77 m2.

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

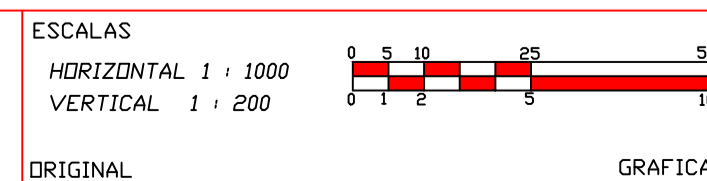
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

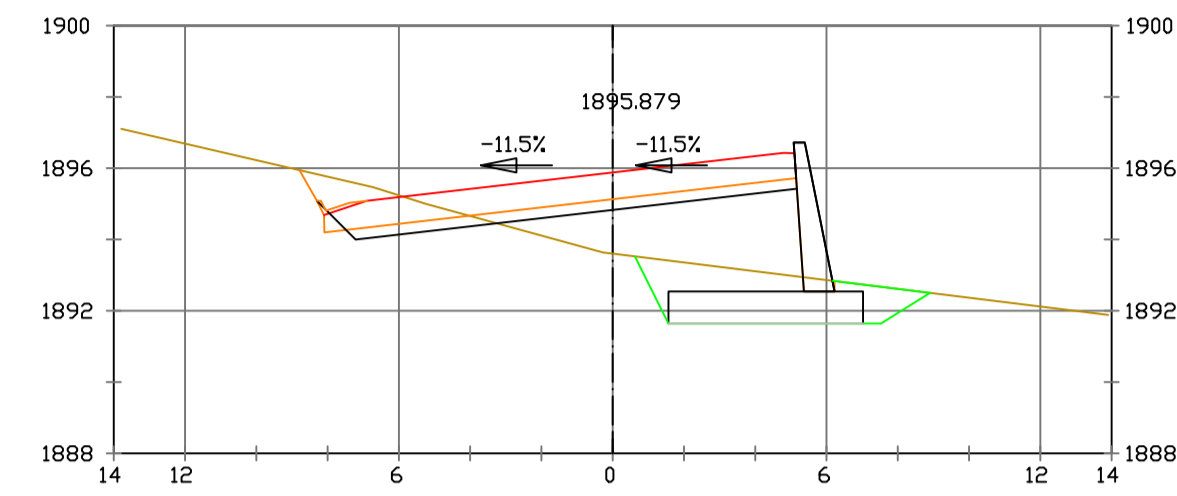


PROYECTO: CARRETERA DE CACLIC A LUYA AMAZONAS

NOMBRE PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES

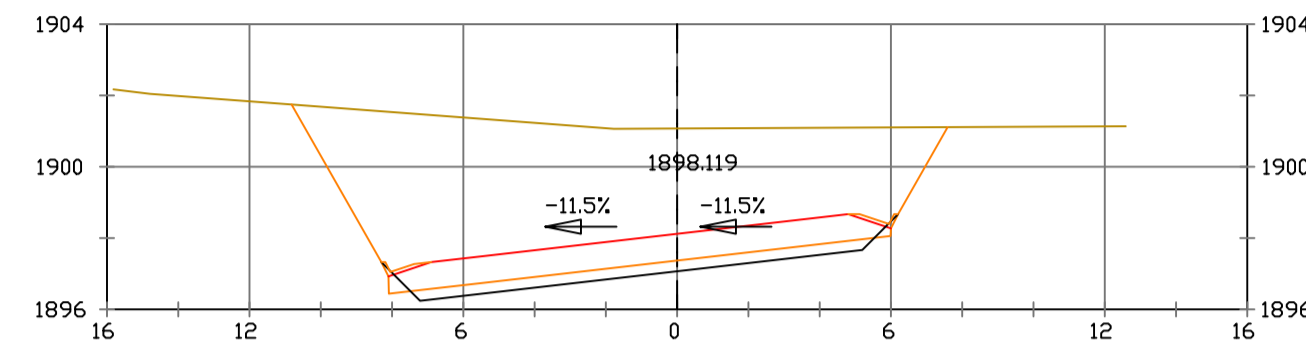
FECHA: 06/12/2021

TESIS DE PREGRADO 49



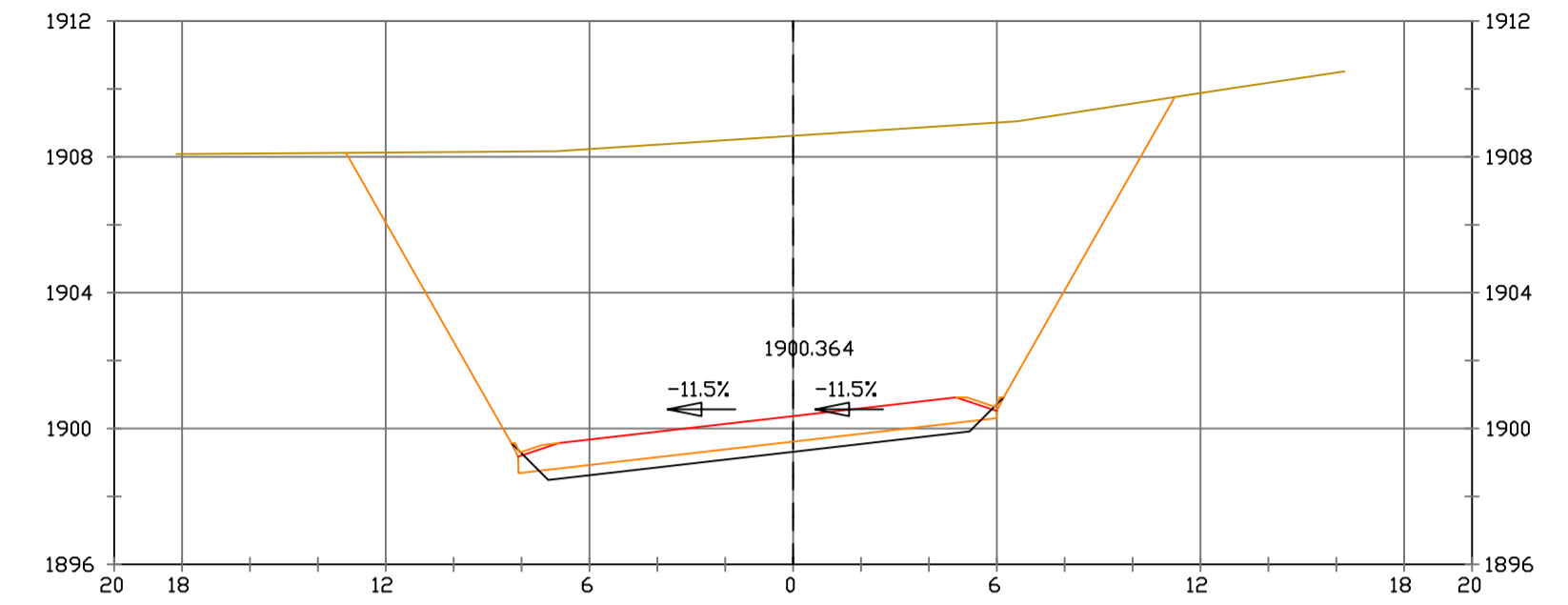
Pk=3+530
 EHI/200
 EVI/200

S. REVES CUNETA = 0.14 m². VP REVES CUNETA = 4.60 m³. VP FIRME = 51.00 m³.
 S. D TIERRA = 4.87 m². VP D TIERRA = 18.20 m³. VP MURDS = 31.62 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.75 m². VP SUELO SEL 1 = 18.90 m³. VP FIRME = 95.56 m³.
 S. TERRAPLEN = 11.79 m². VP TERRAPLEN = 212.60 m³.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 9.59 m². VP EXC ZM TIERRA = 100.06 m³.



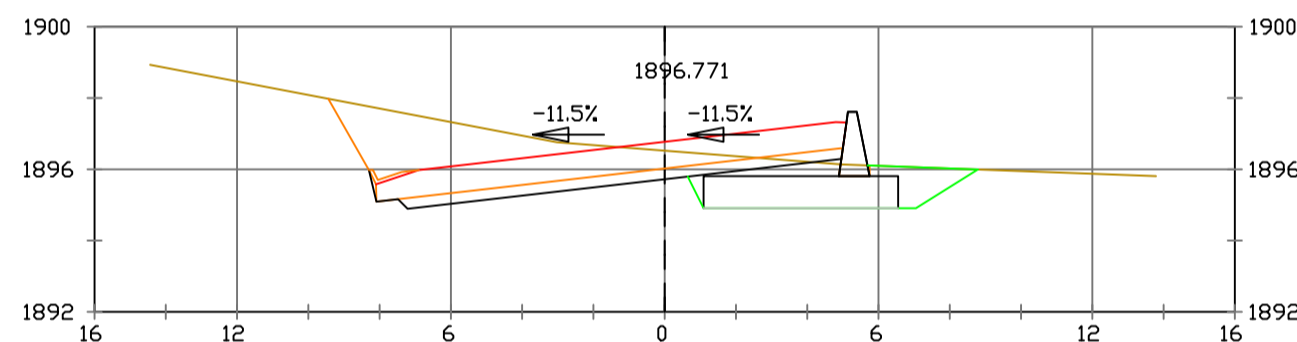
Pk=3+555
 EHI/200
 EVI/200

S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 1.41 m³. VP FIRME = 50.46 m³.
 S. D TIERRA = 67.38 m². VP D TIERRA = 286.40 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m². VP SUELO SEL 1 = 19.07 m³.
 S. FIRME = 10.09 m².



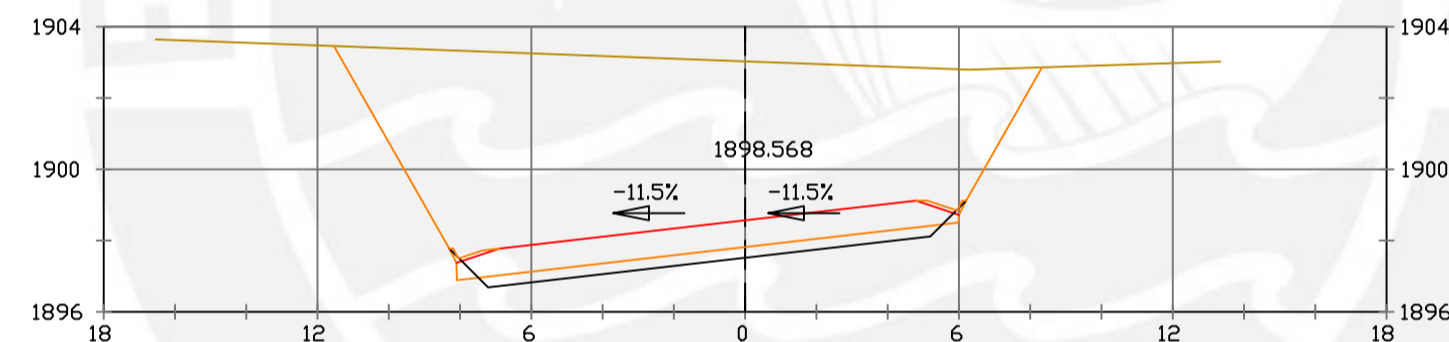
Pk=3+580
 EHI/200
 EVI/200

S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.81 m³. VP FIRME = 100.91 m³.
 S. D TIERRA = 175.87 m². VP D TIERRA = 1581.93 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m². VP SUELO SEL 1 = 38.15 m³.
 S. FIRME = 10.09 m².



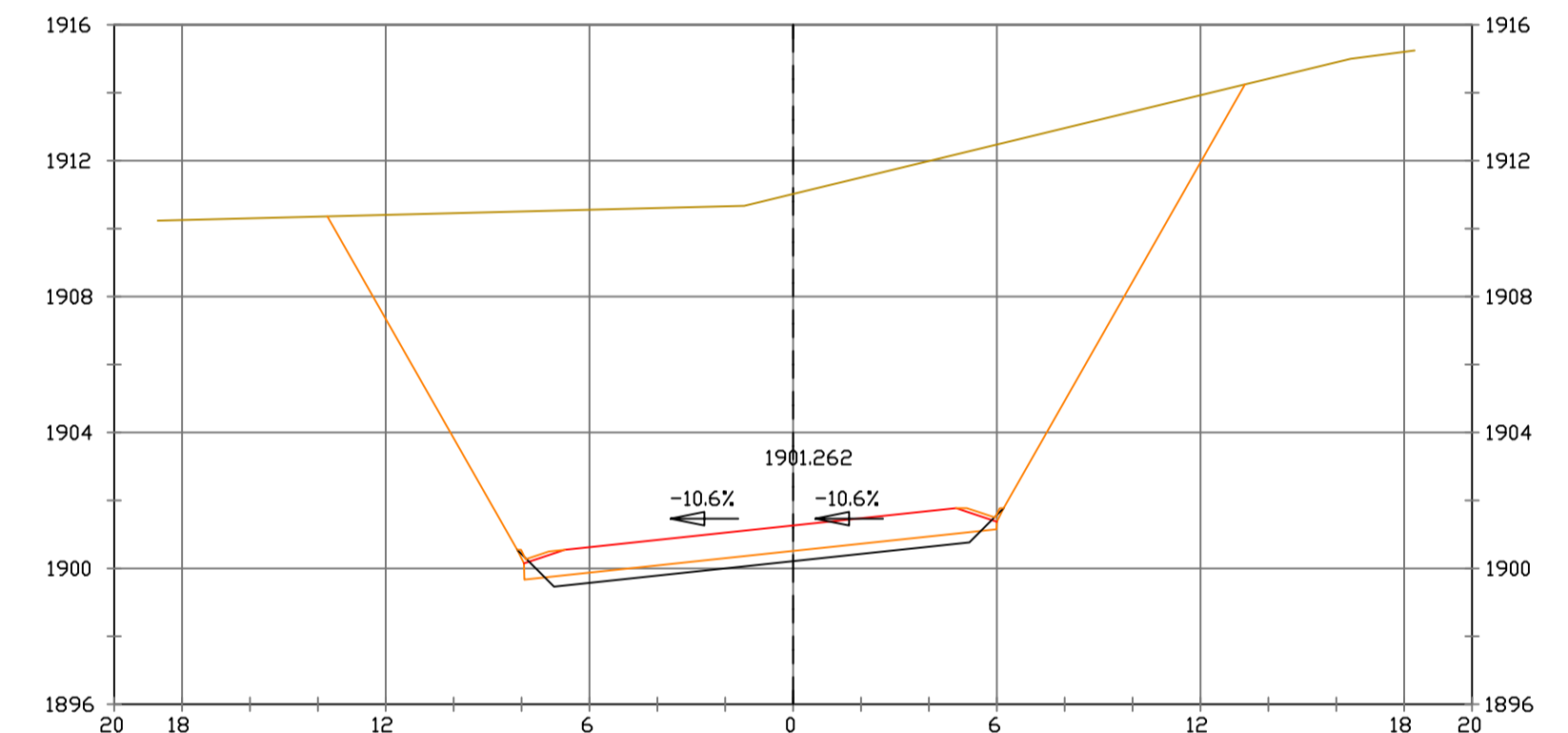
Pk=3+540
 EHI/200
 EVI/200

S. REVES CUNETA = 0.14 m². VP REVES CUNETA = 2.93 m³. VP FIRME = 40.49 m³.
 S. D TIERRA = 17.43 m². VP D TIERRA = 100.47 m³. VP MURDS = 16.92 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.74 m². VP SUELO SEL 1 = 38.01 m³. VP FIRME = 97.20 m³.
 S. TERRAPLEN = 0.06 m². VP TERRAPLEN = 48.13 m³.
 S. ZAPATA MURDS = 4.91 m². VP ZAPATA MURDS = 49.14 m³.
 S. EXC ZM TIERRA = 7.86 m². VP EXC ZM TIERRA = 89.54 m³.



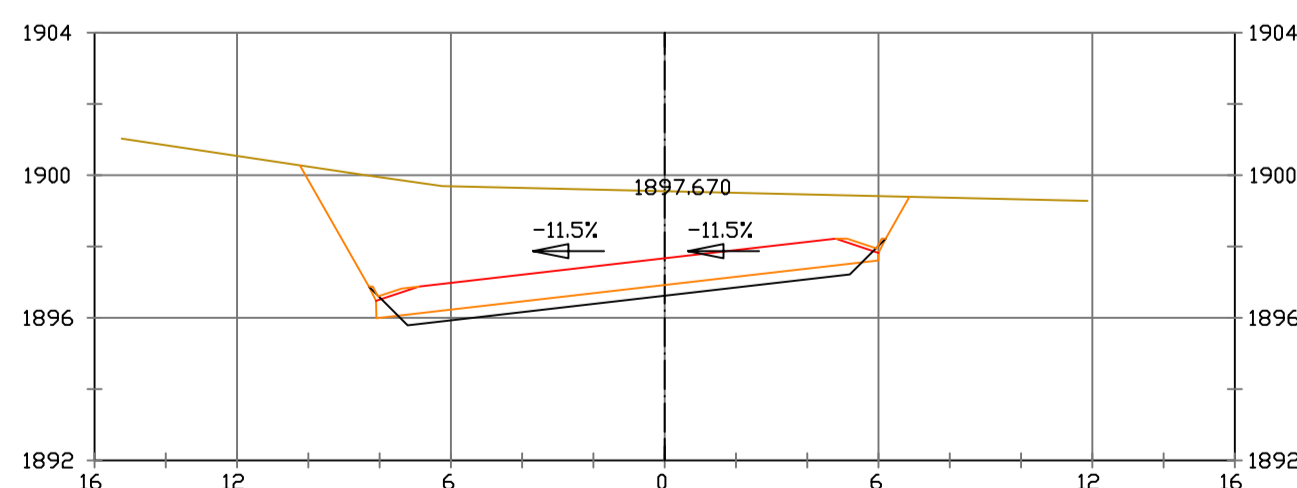
Pk=3+560
 EHI/200
 EVI/200

S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 1.41 m³. VP FIRME = 50.46 m³.
 S. D TIERRA = 94.04 m². VP D TIERRA = 403.55 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m². VP SUELO SEL 1 = 19.07 m³.
 S. FIRME = 10.09 m².



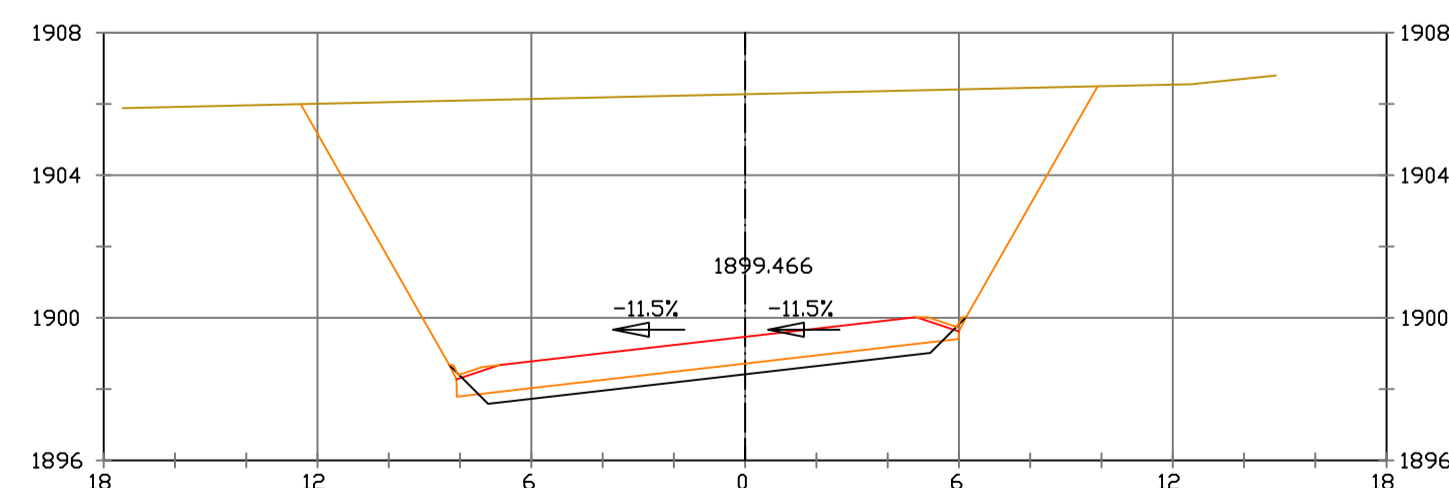
Pk=3+590
 EHI/200
 EVI/200

S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.82 m³. VP FIRME = 100.29 m³.
 S. D TIERRA = 222.76 m². VP D TIERRA = 2007.26 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.76 m². VP SUELO SEL 1 = 37.90 m³.
 S. FIRME = 9.96 m².



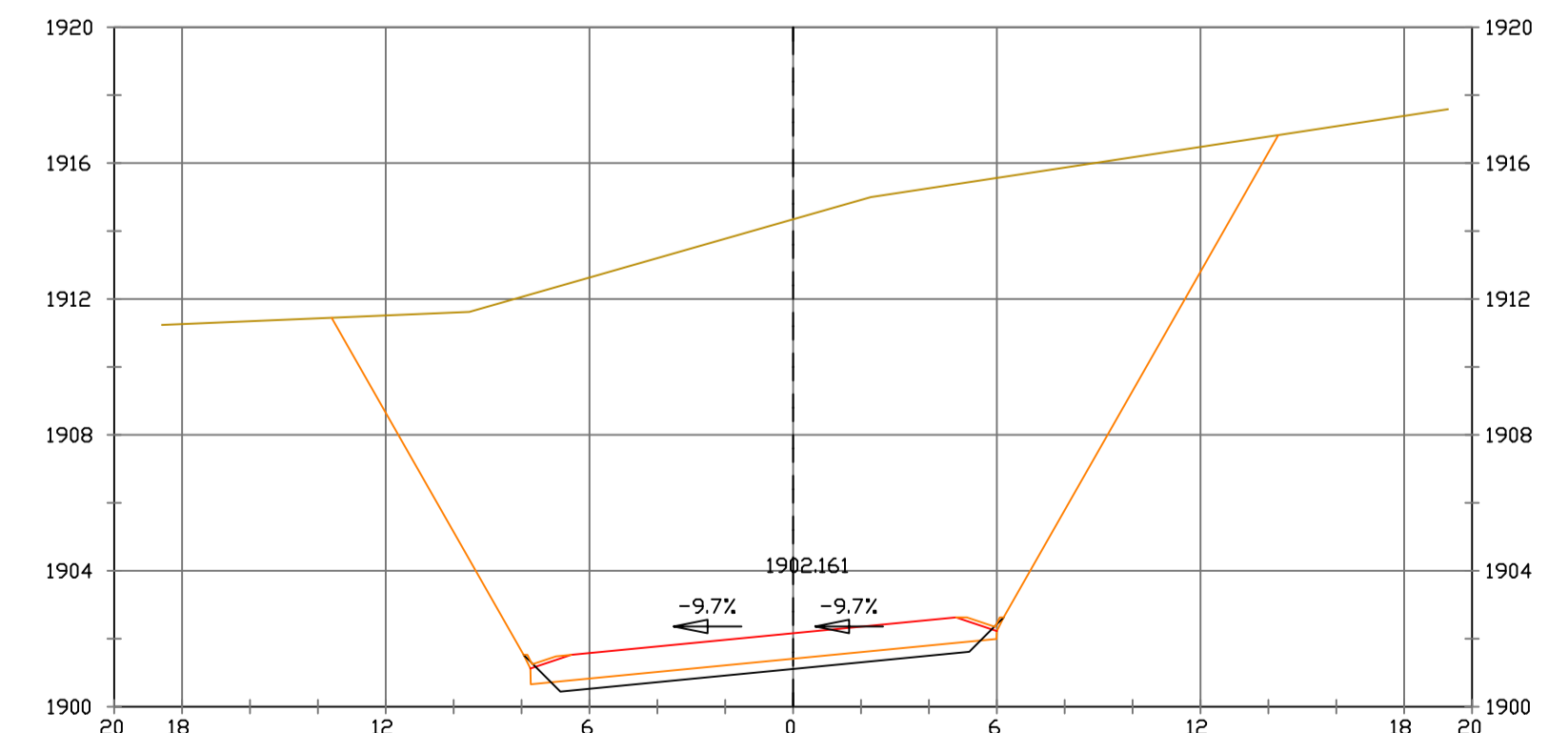
Pk=3+550
 EHI/200
 EVI/200

S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.36 m³. VP FIRME = 7.38 m³.
 S. D TIERRA = 47.18 m². VP D TIERRA = 315.83 m³. VP MURDS = 2.50 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m². VP SUELO SEL 1 = 38.01 m³. VP FIRME = 99.84 m³.
 S. FIRME = 10.09 m². VP TERRAPLEN = 0.15 m³.
 VP ZAPATA MURDS = 12.29 m³.
 VP EXC ZM TIERRA = 19.64 m³.



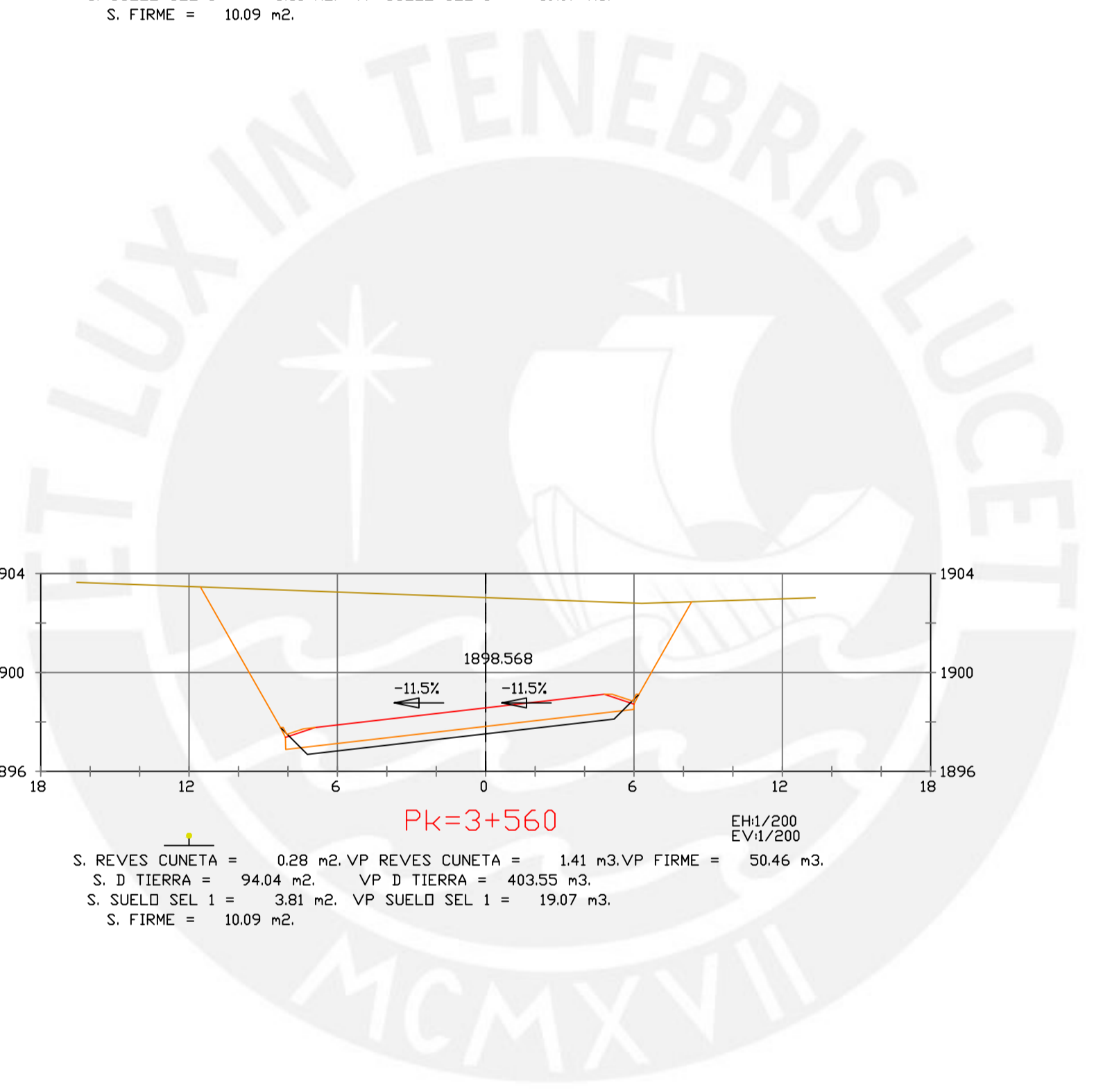
Pk=3+570
 EHI/200
 EVI/200

S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.81 m³. VP FIRME = 100.91 m³.
 S. D TIERRA = 141.51 m². VP D TIERRA = 1218.02 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m². VP SUELO SEL 1 = 38.15 m³.
 S. FIRME = 10.09 m².



Pk=3+600
 EHI/200
 EVI/200

S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.83 m³. VP FIRME = 98.91 m³.
 S. D TIERRA = 264.21 m². VP D TIERRA = 2443.12 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.71 m². VP SUELO SEL 1 = 37.34 m³.
 S. FIRME = 9.82 m².



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
 E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS
 DE LA CRUZ

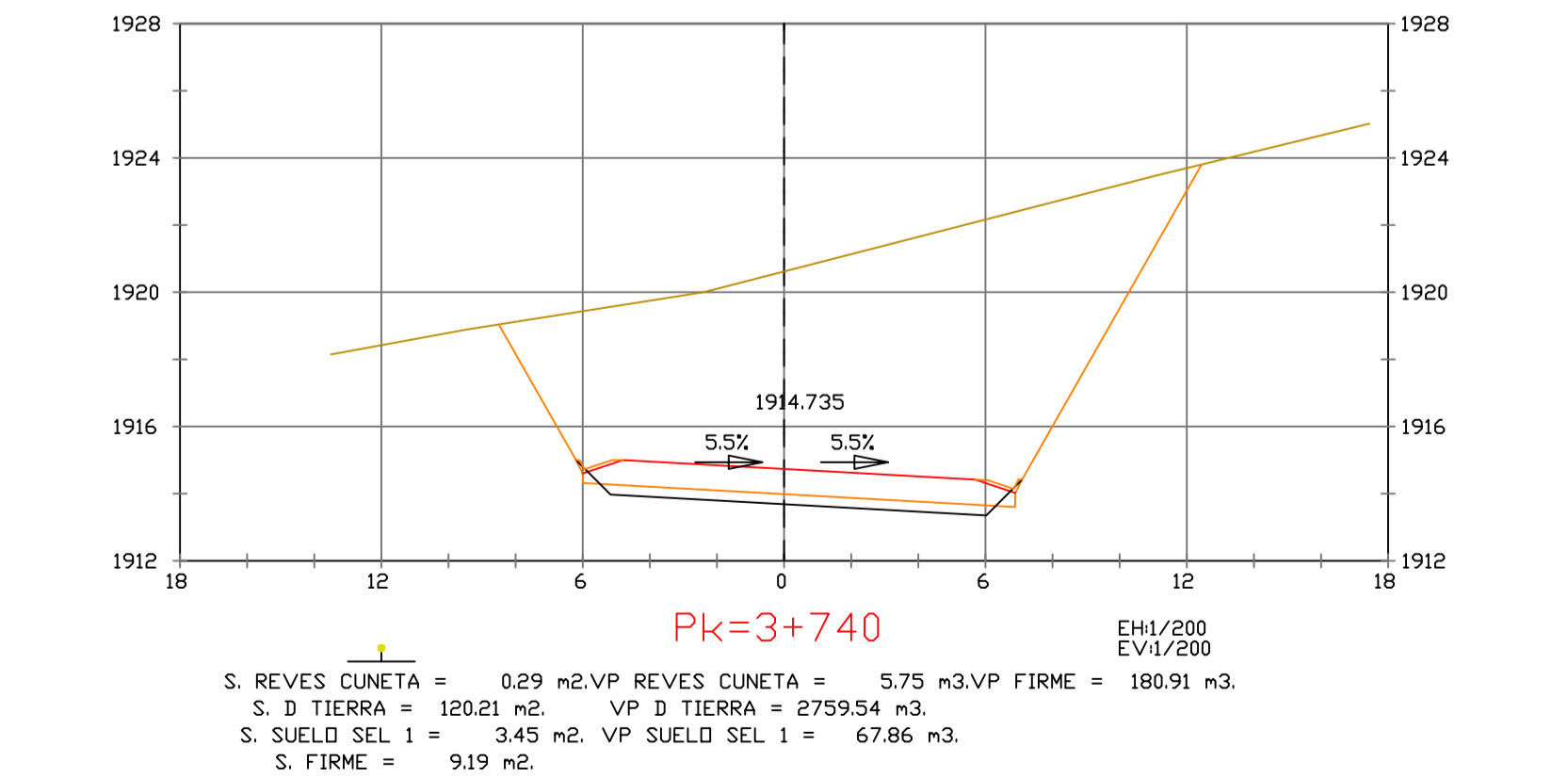
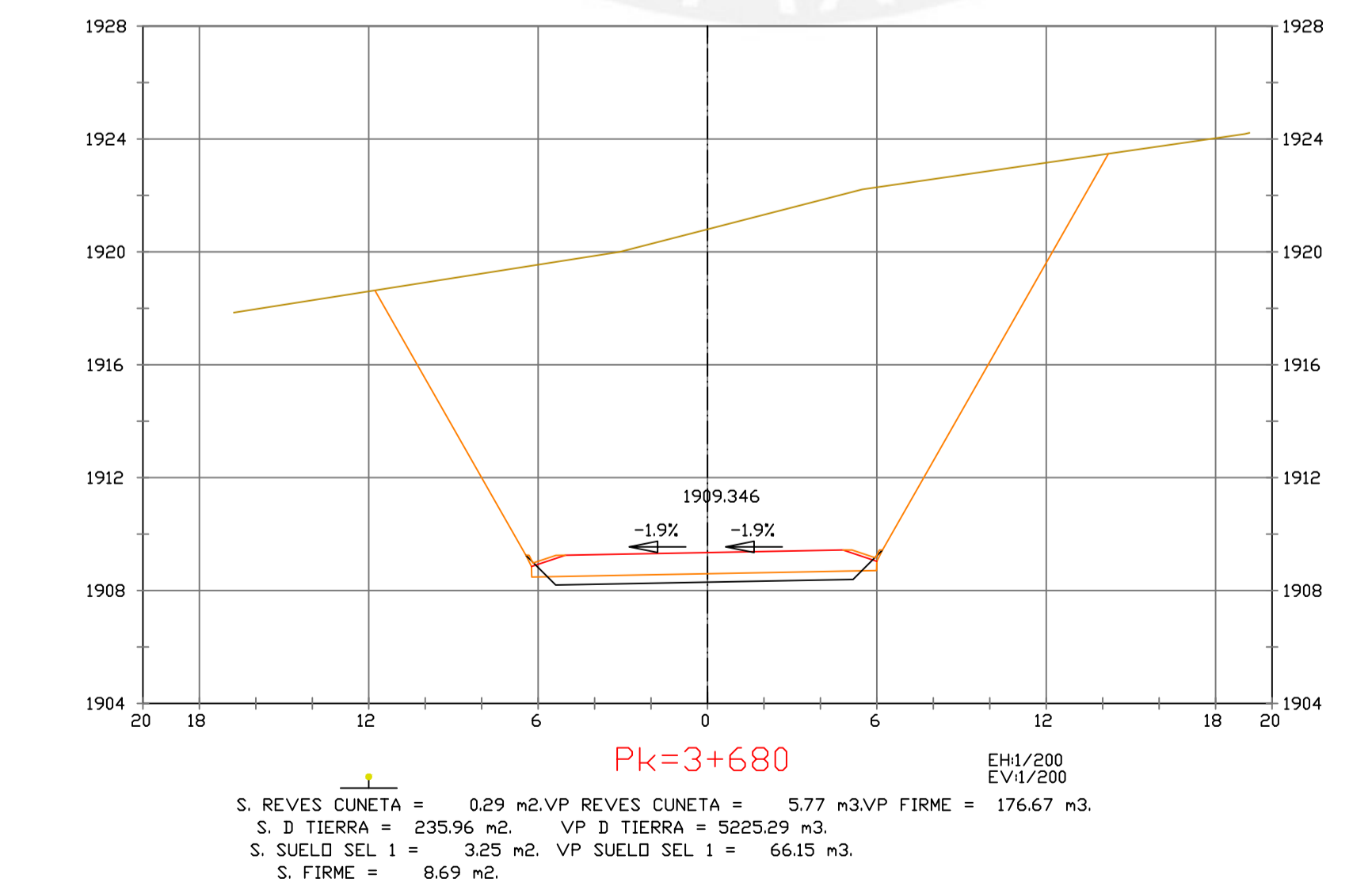
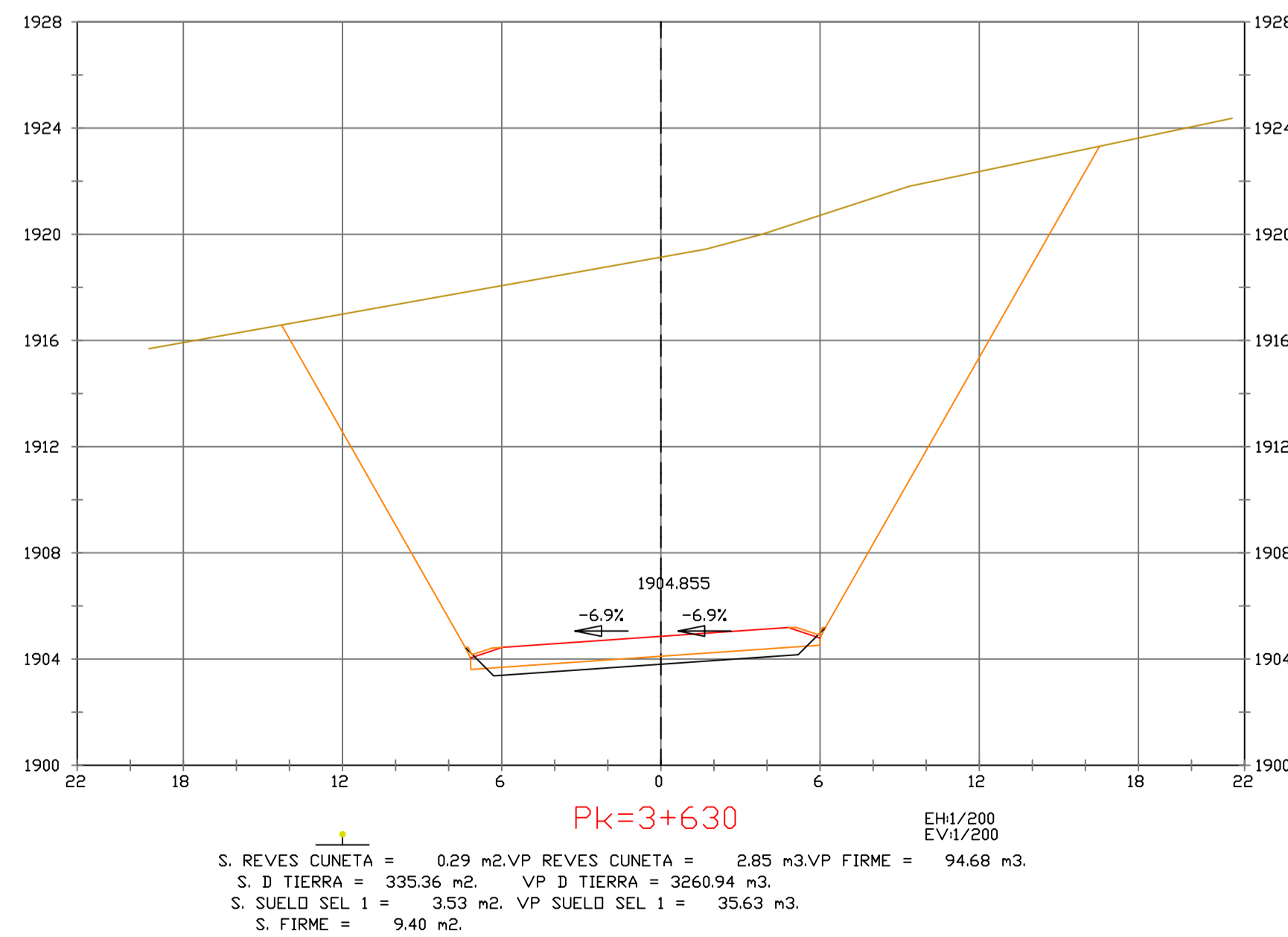
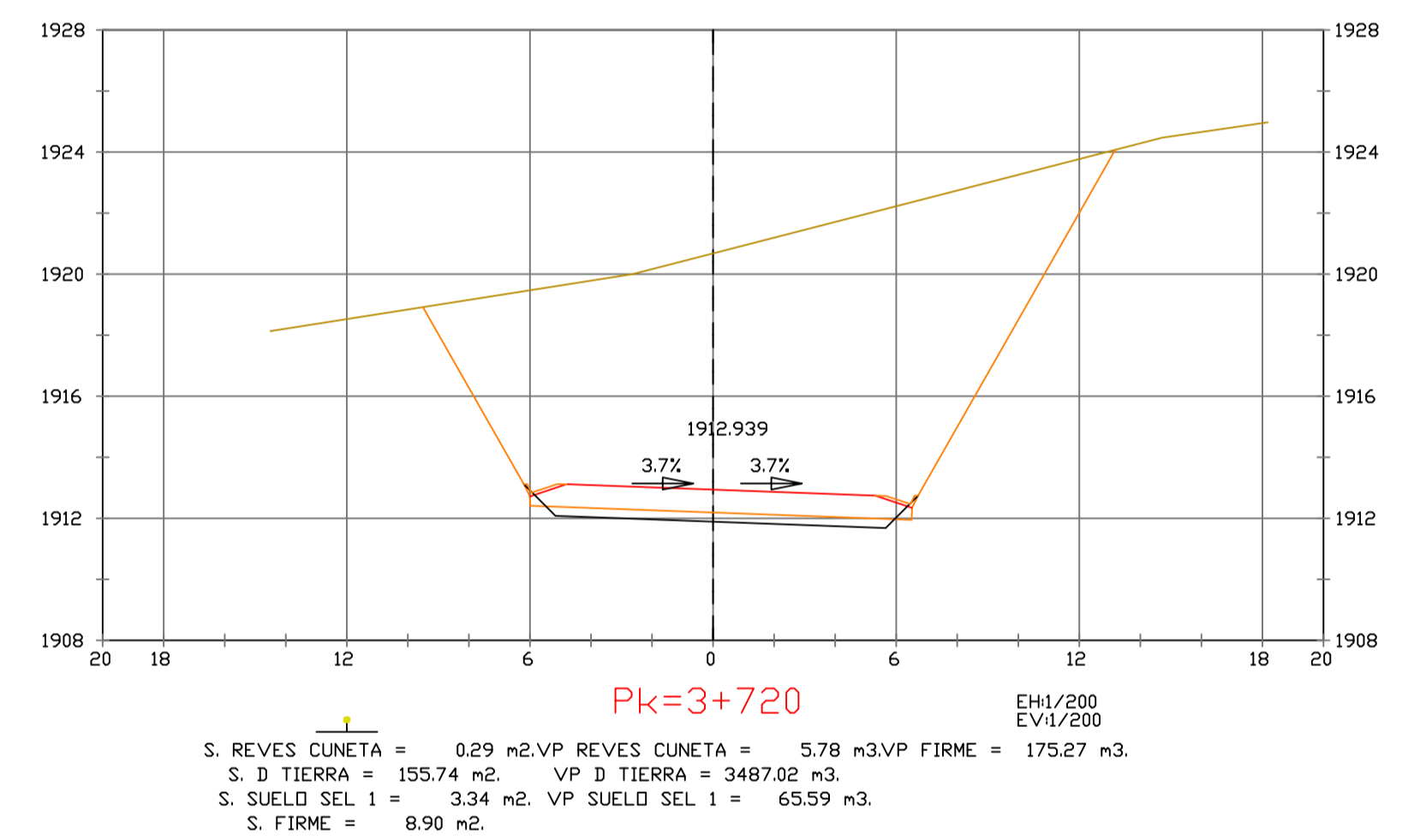
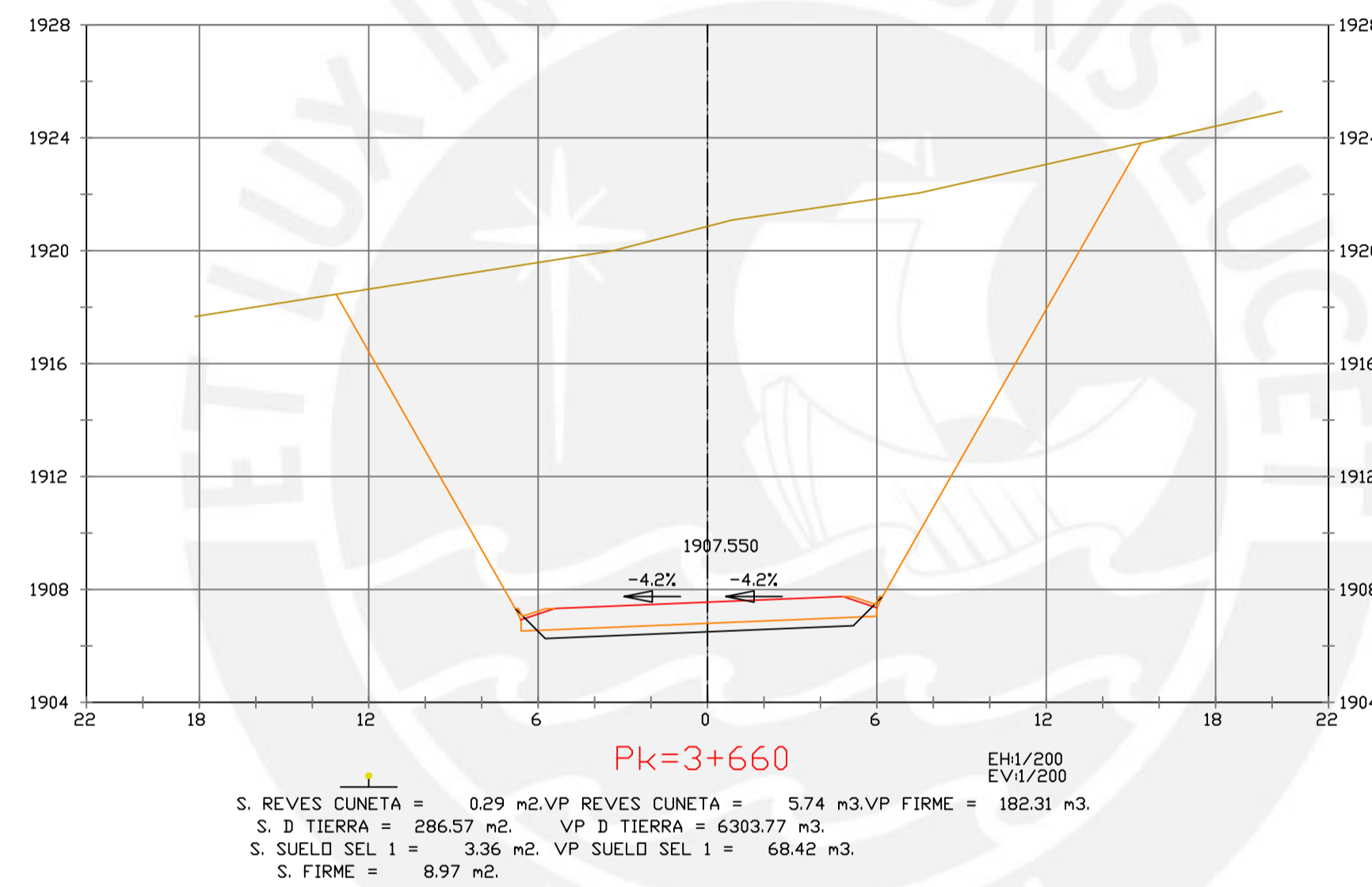
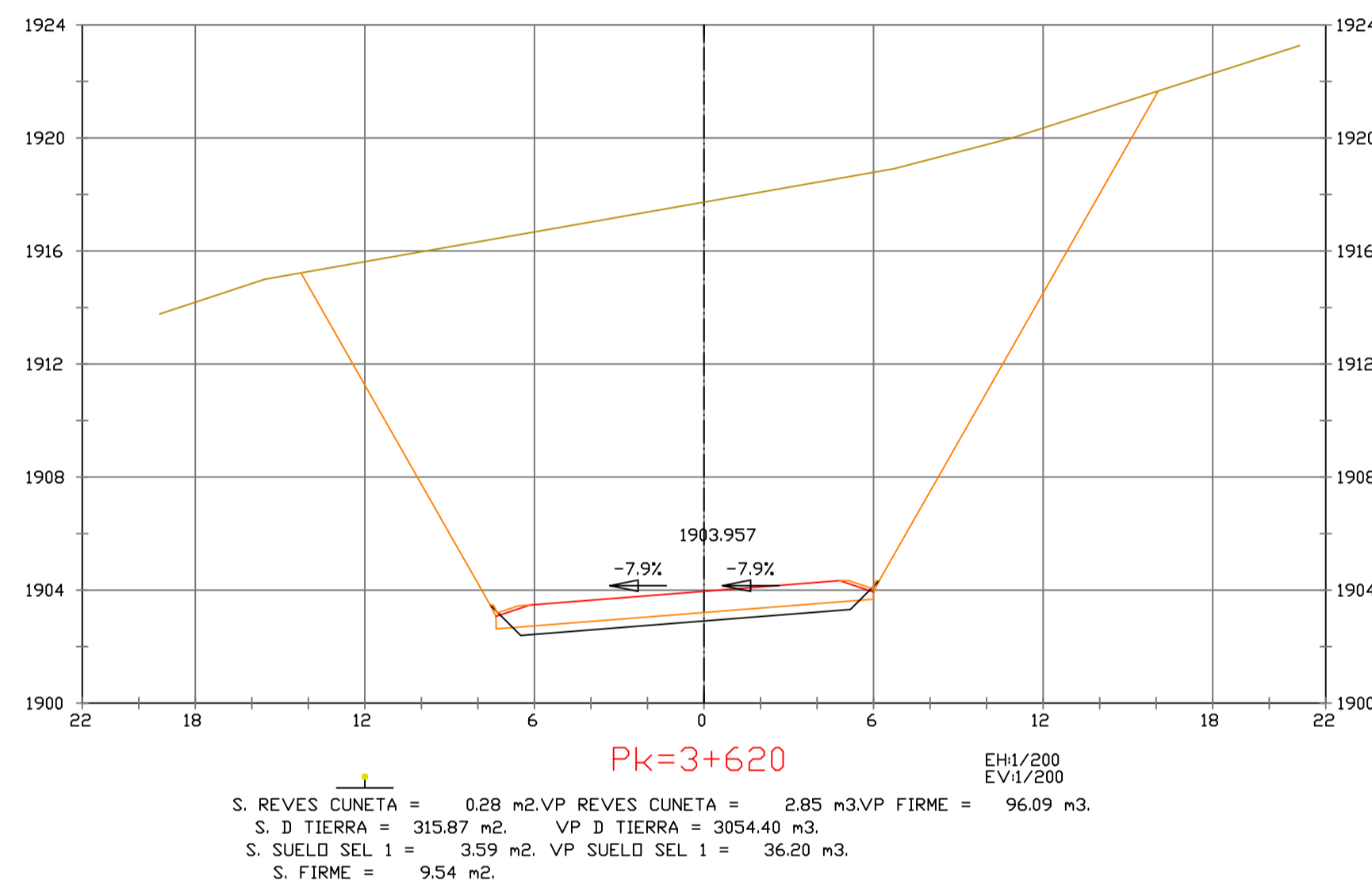
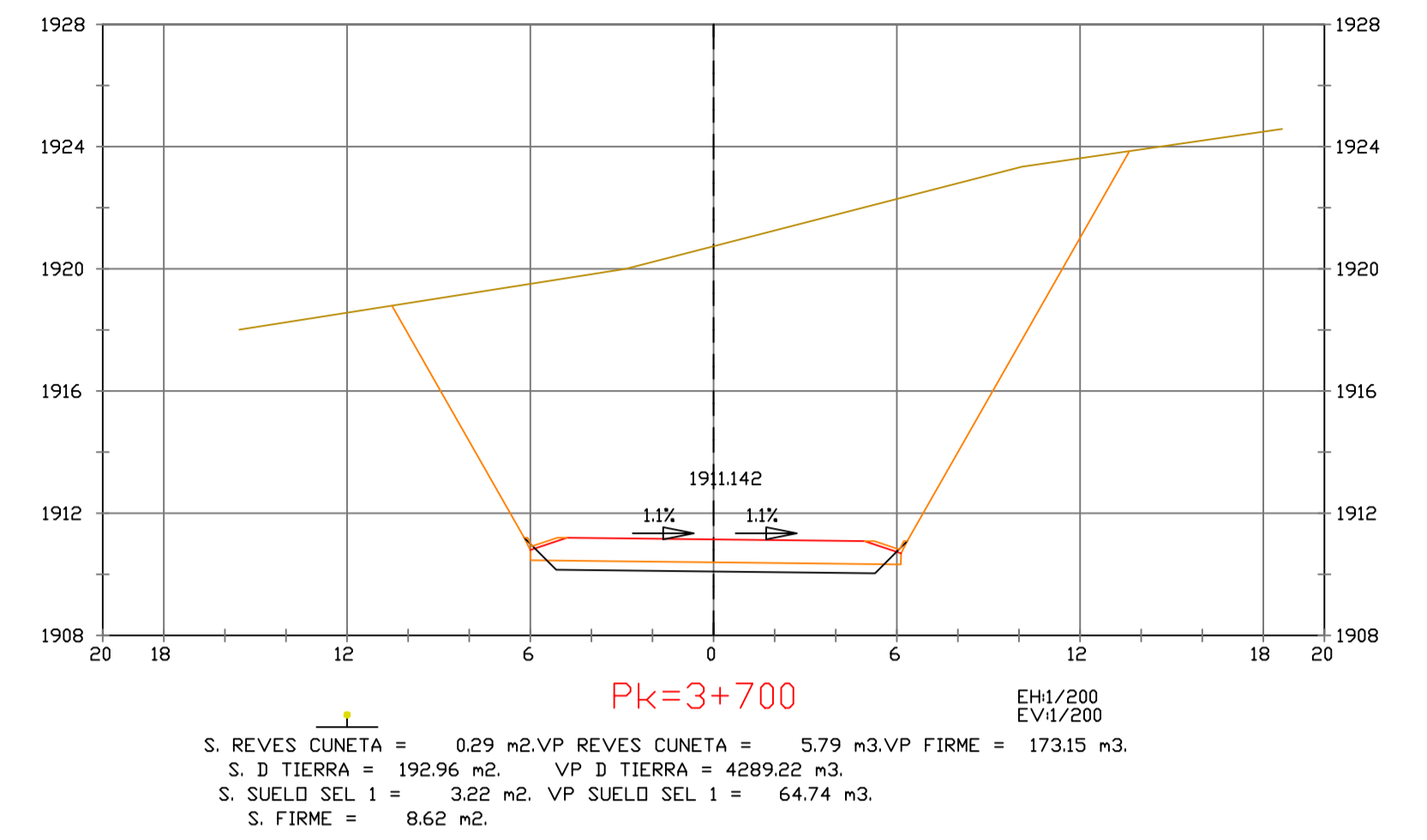
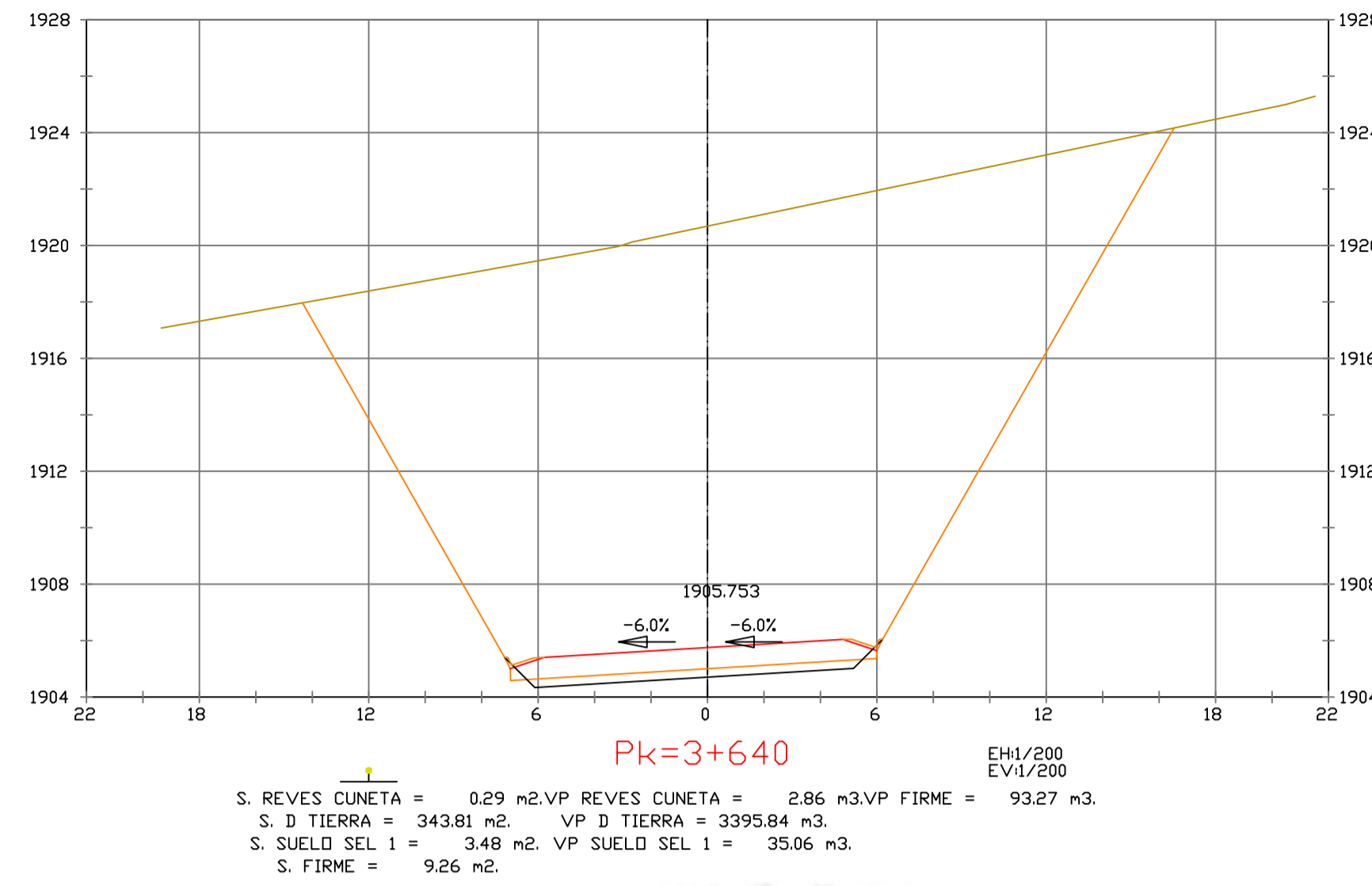
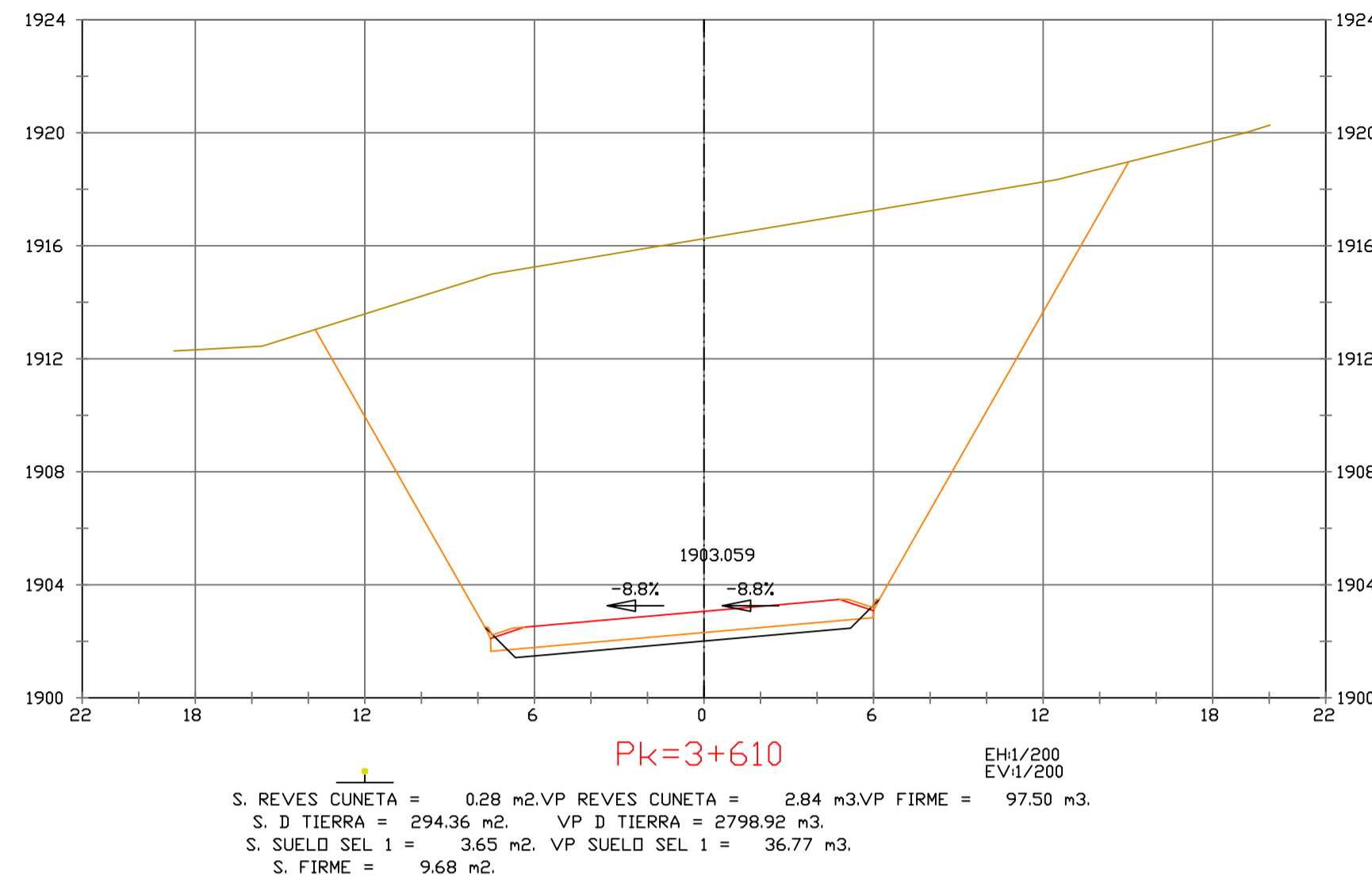
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

NOMBRE PLANO :
 SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
 06/12/2021

TESIS DE
 PREGRADO 50



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

ESCALAS
HORIZONTAL 1 : 1000
VERTICAL 1 : 200
ORIGINAL GRAFICA

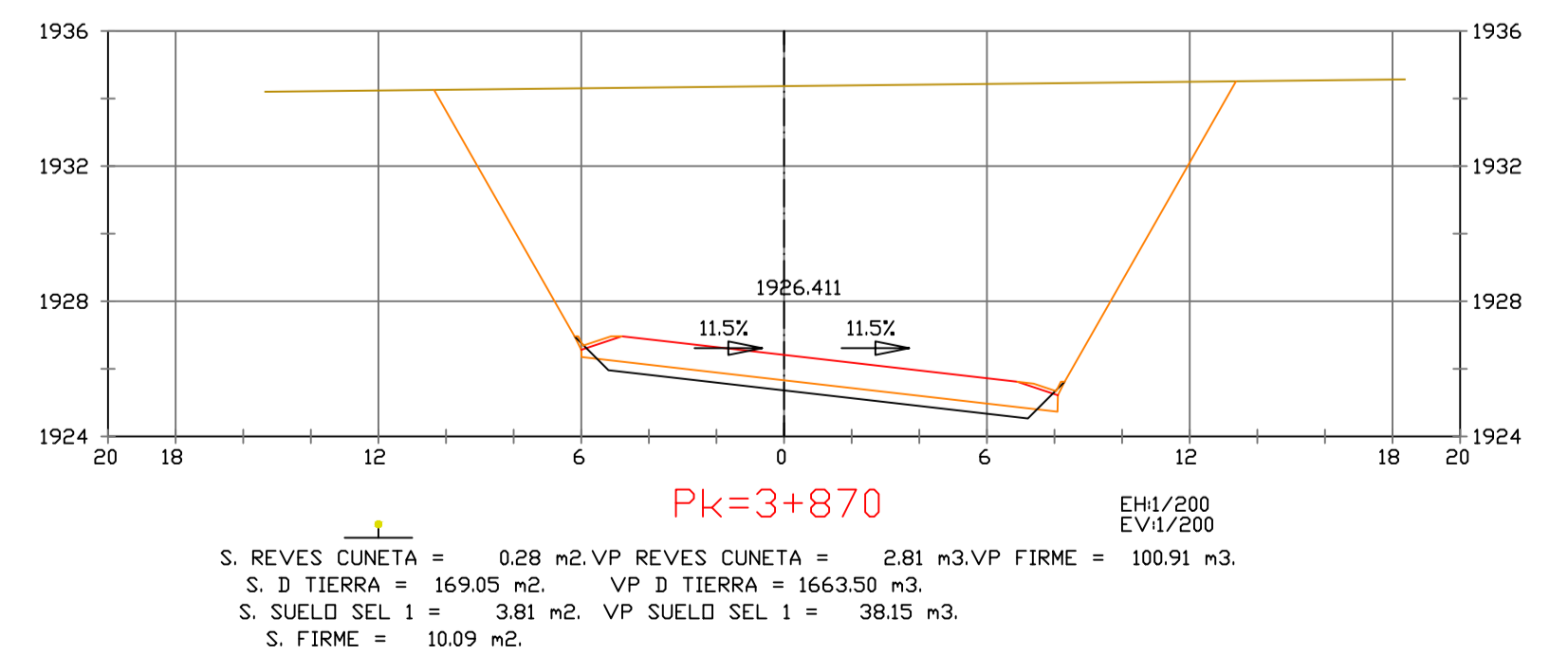
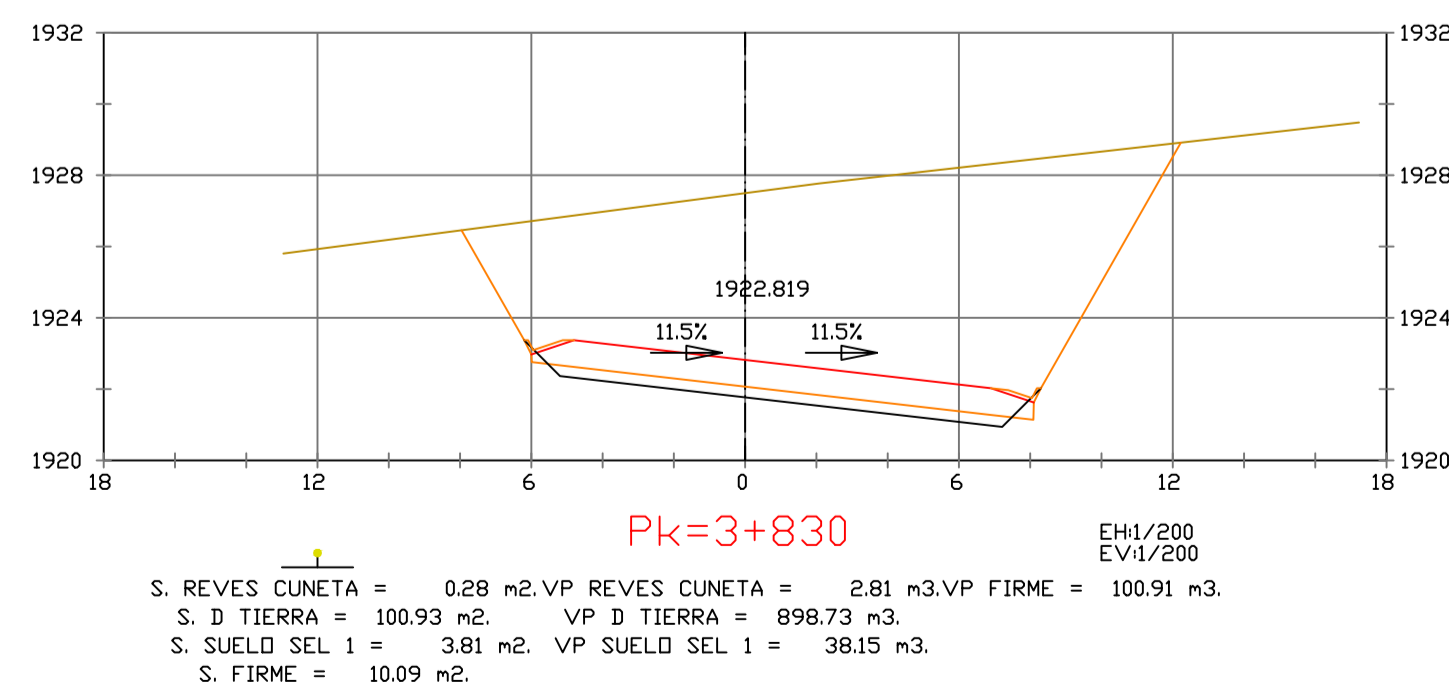
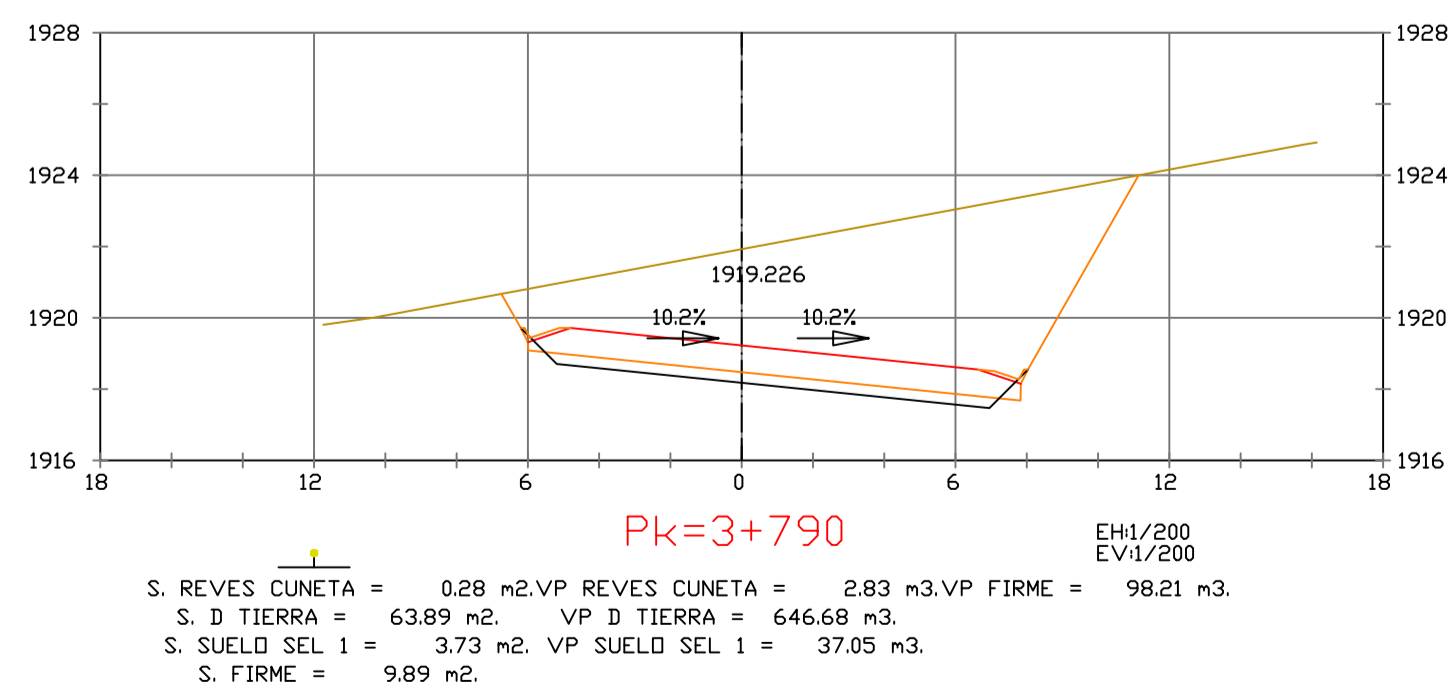
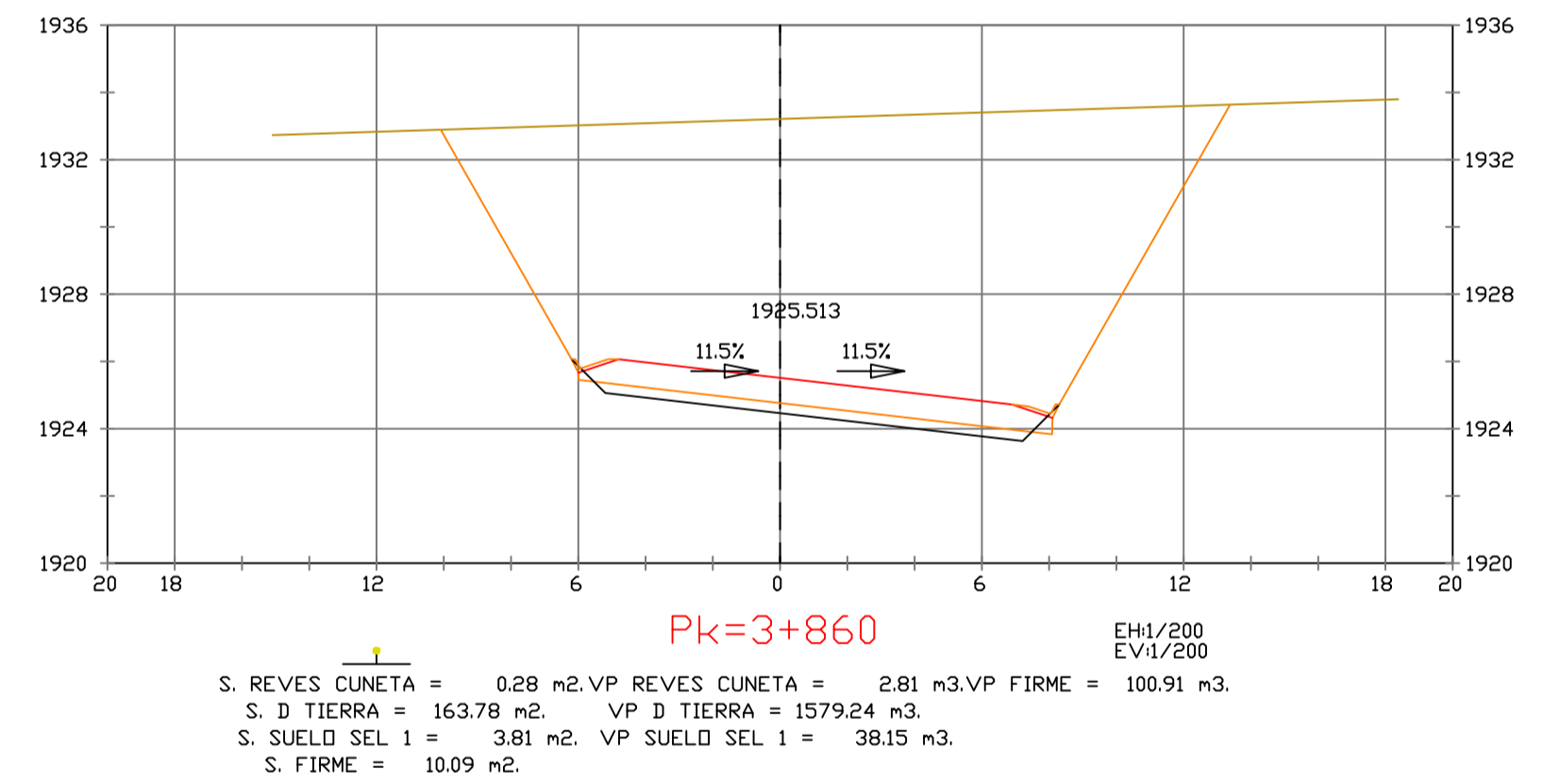
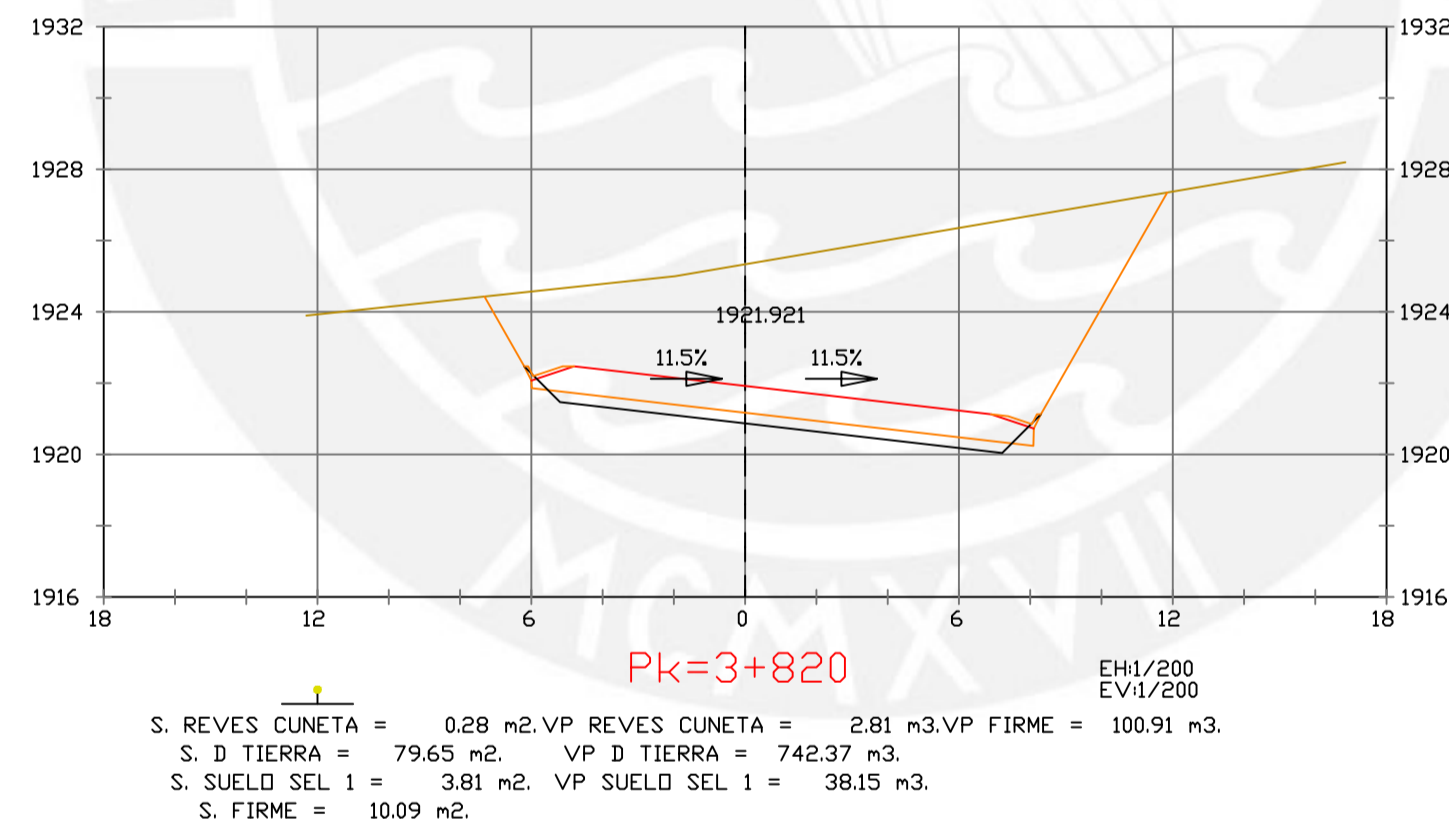
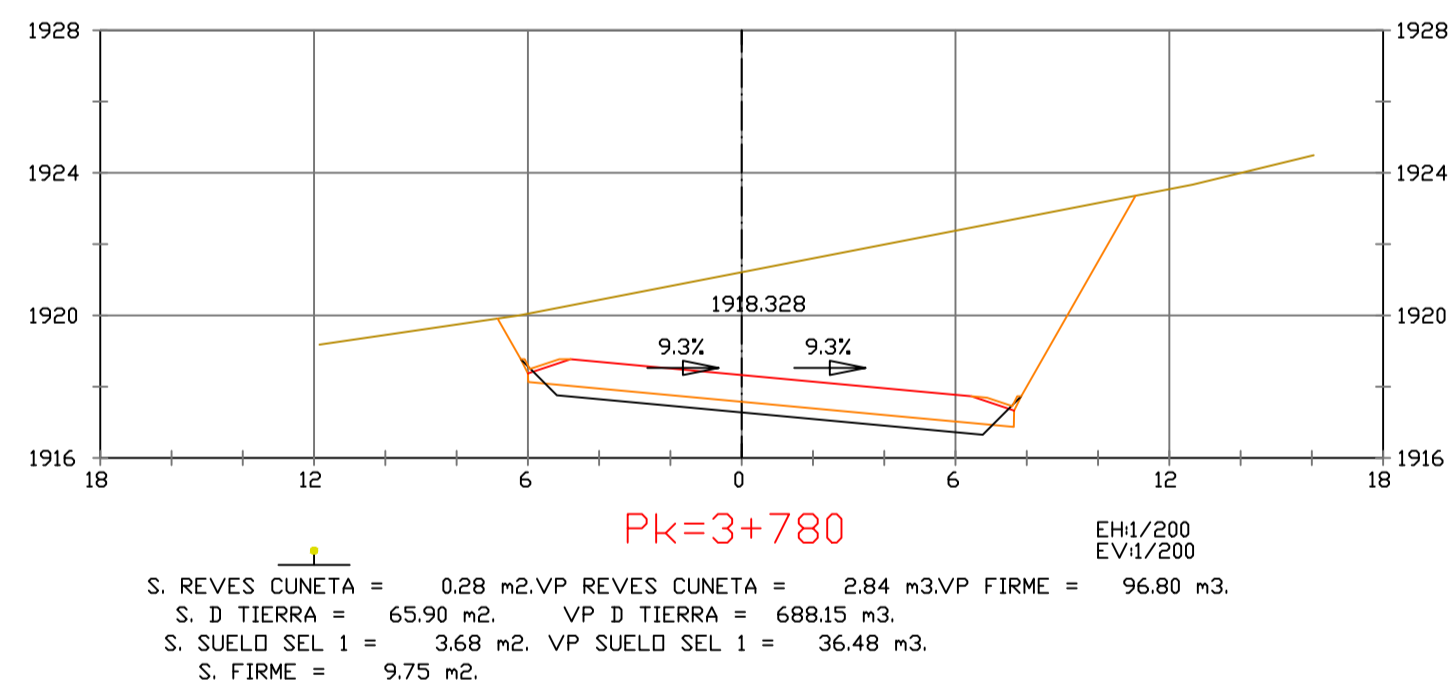
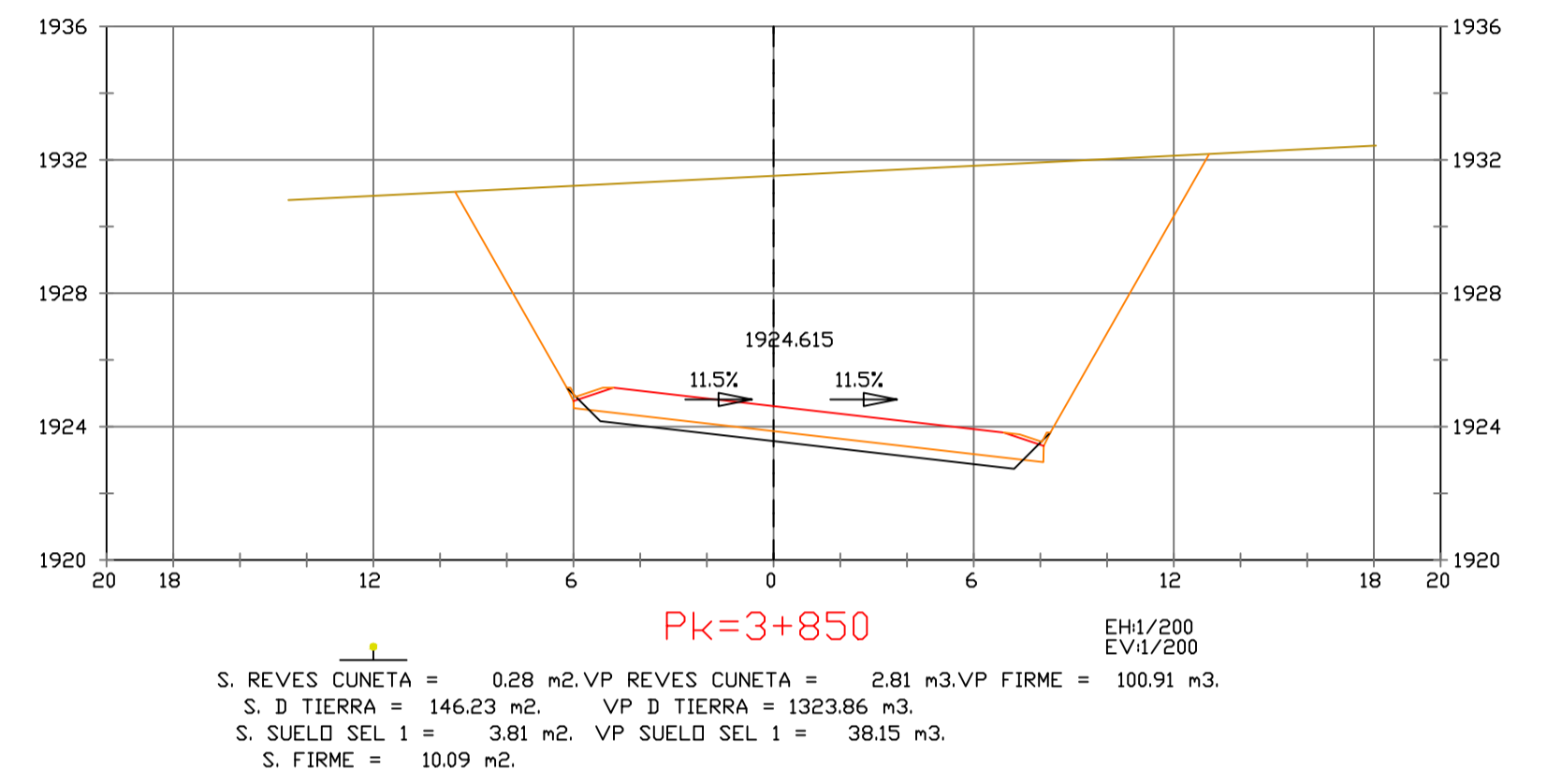
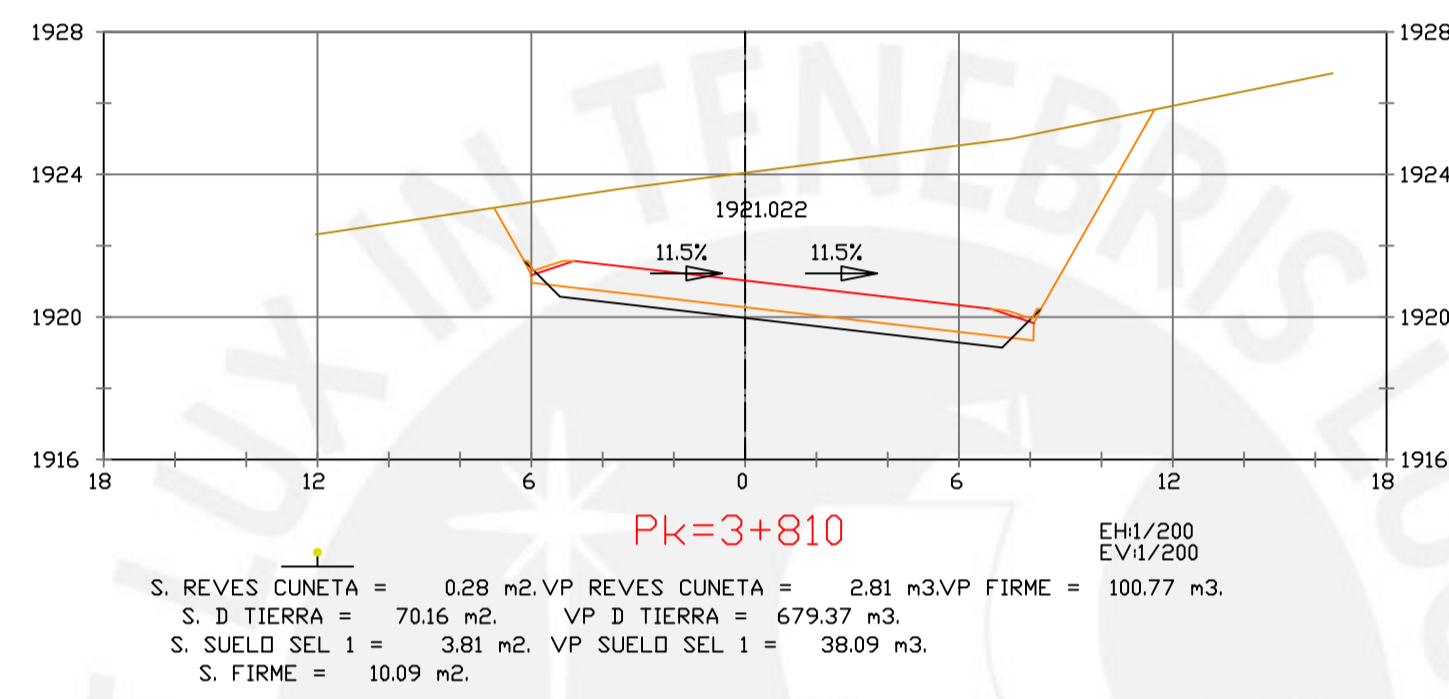
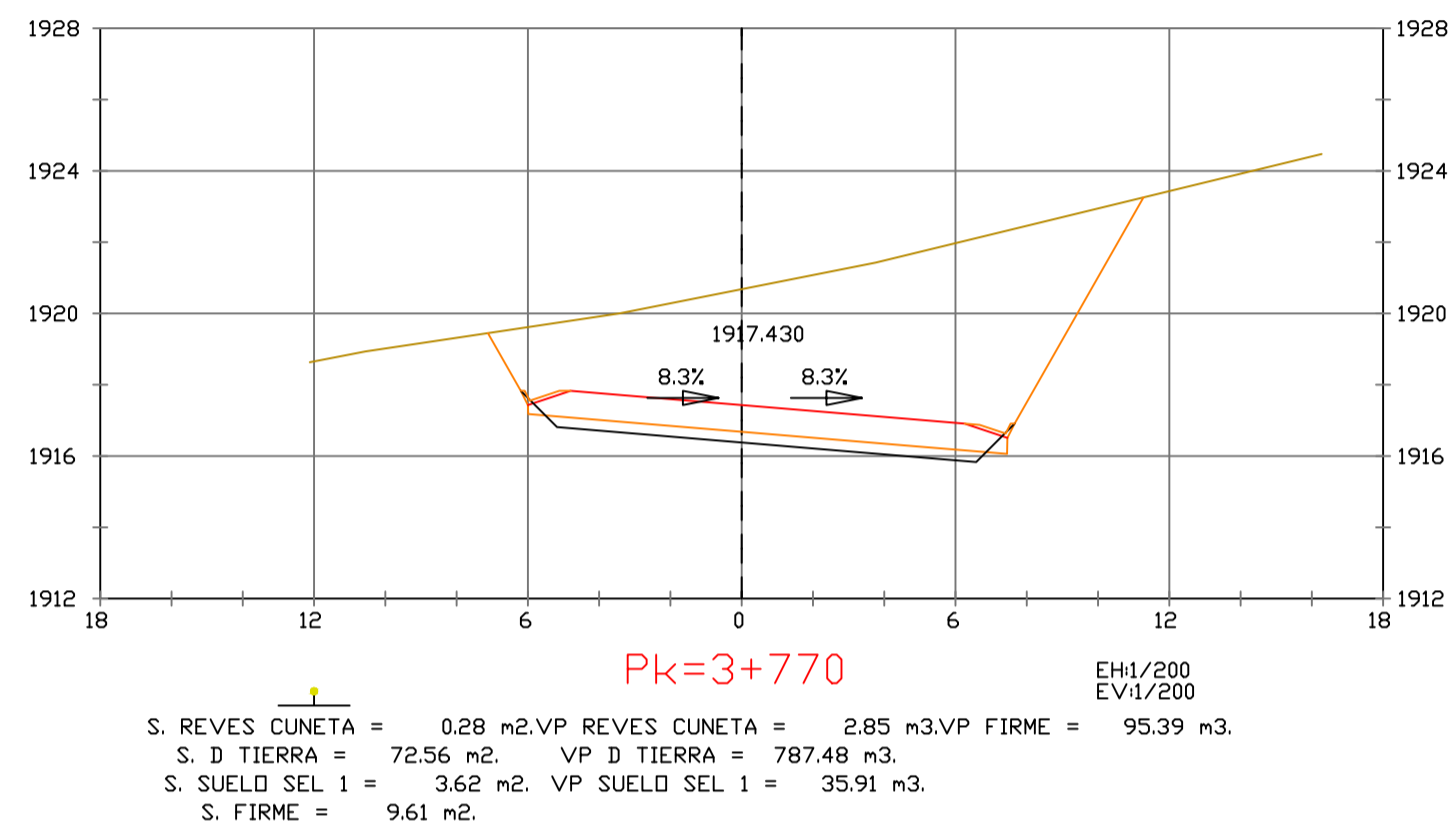
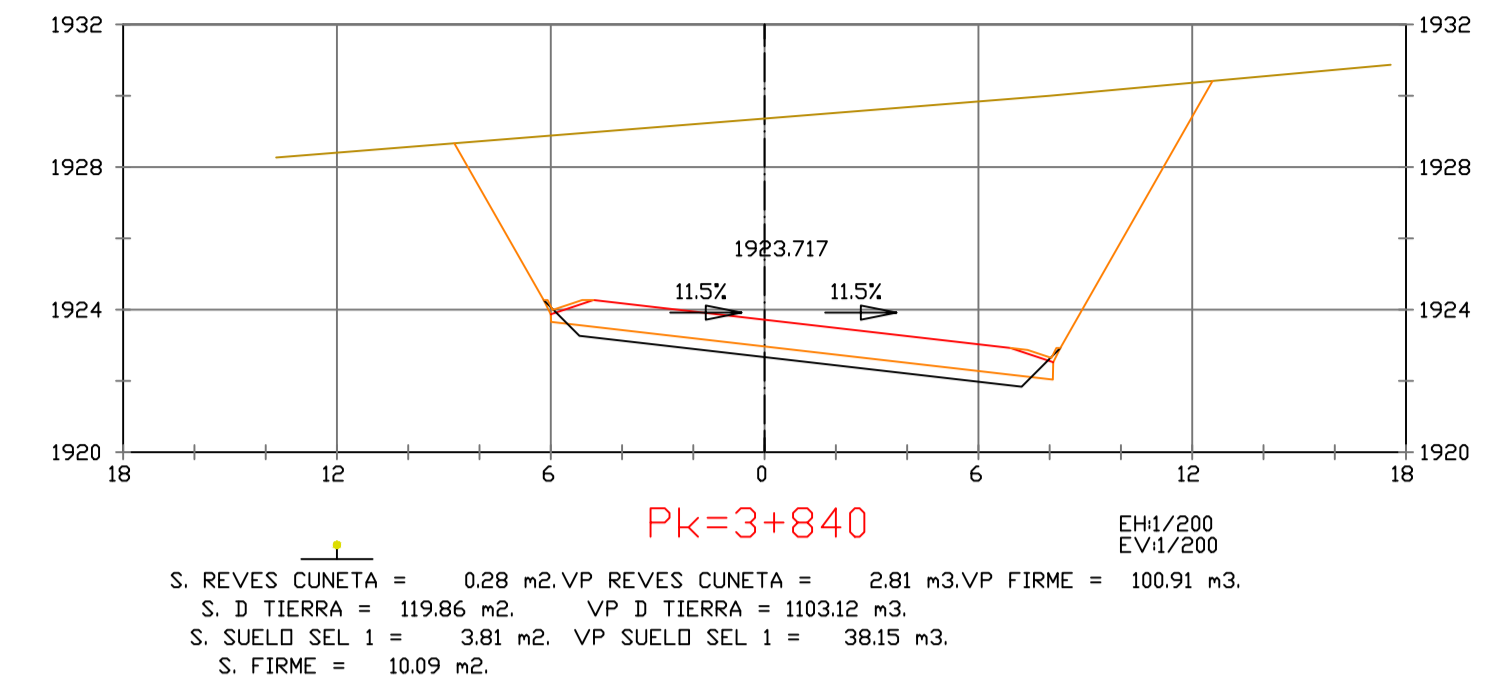
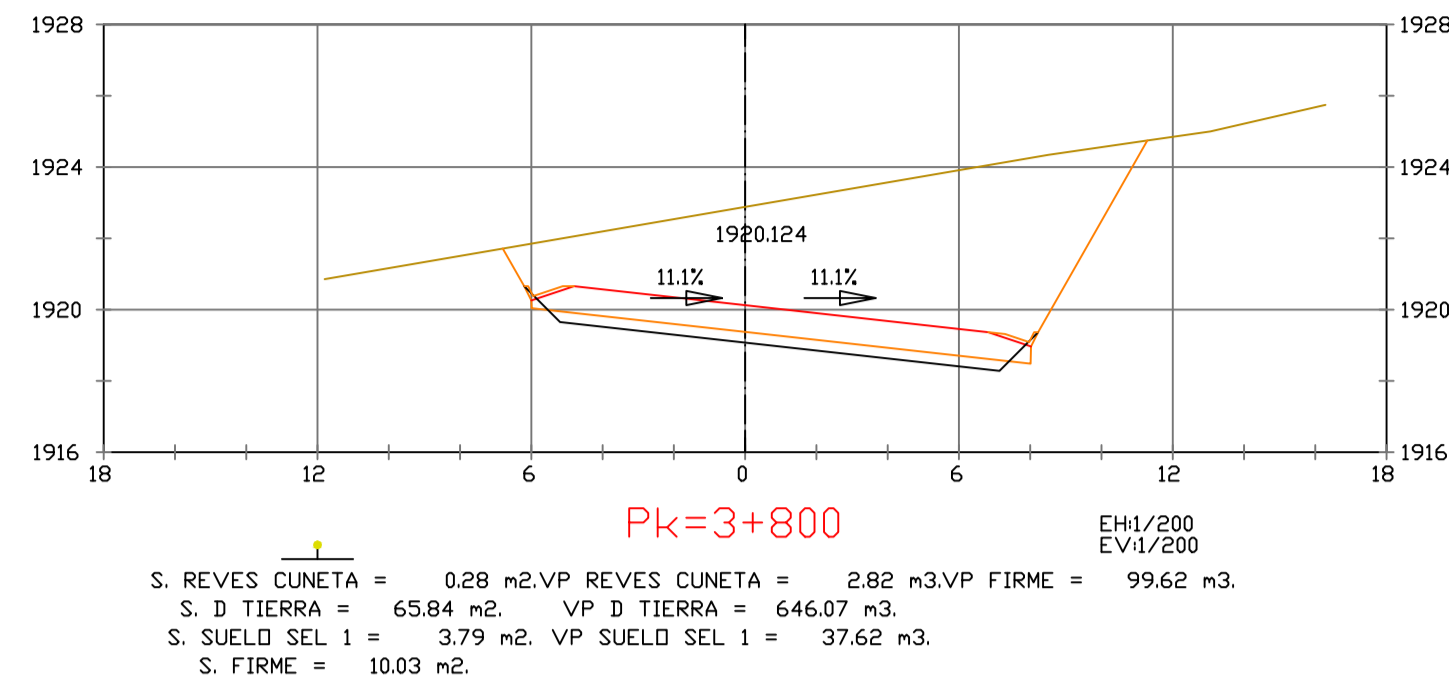
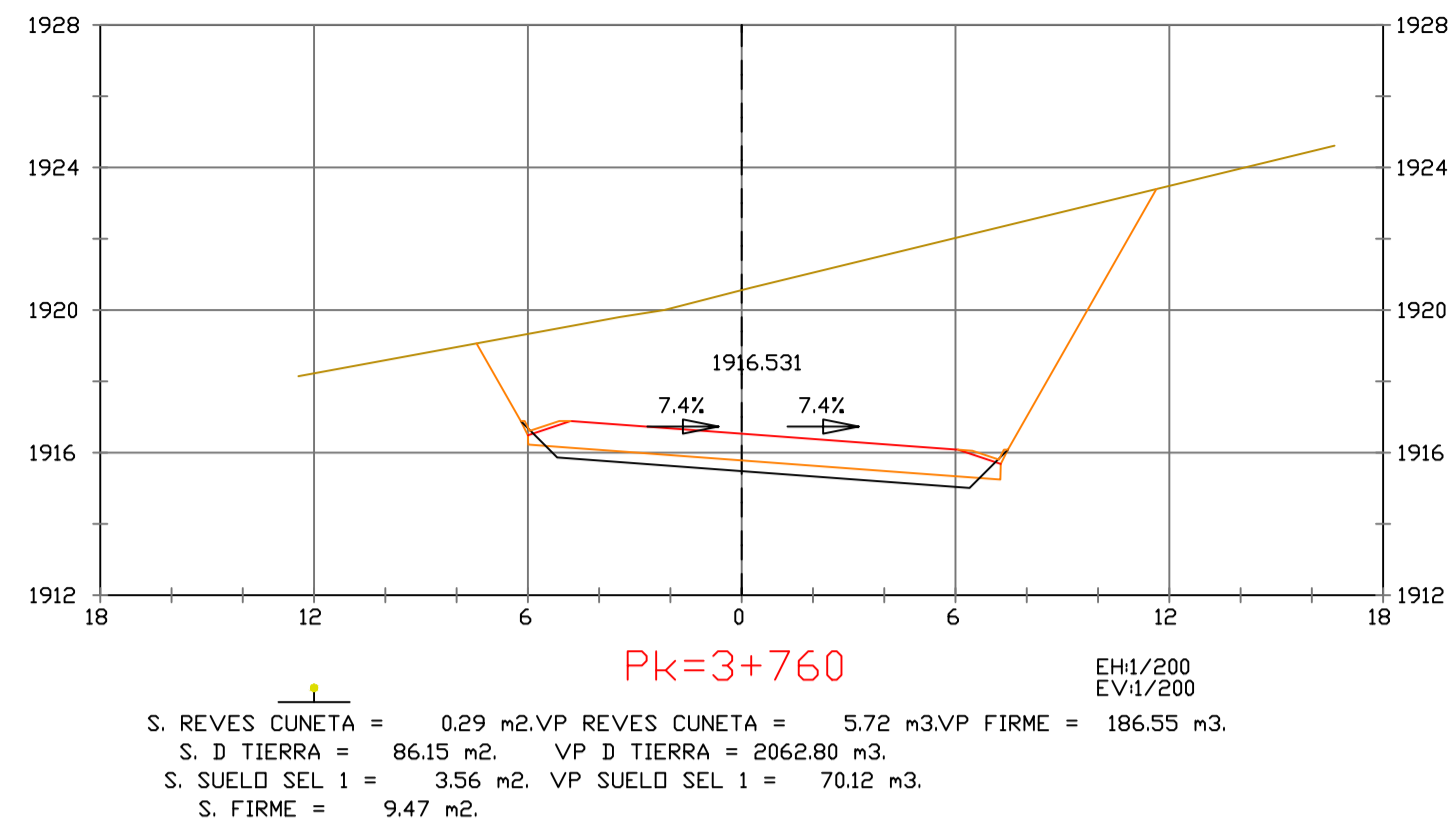
PROYECTO : CARRETERA DE CACLIC A LUYA AMAZONAS

NOMBRE PLANO : SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 06/12/2021

TESIS DE PREGRADO

51



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

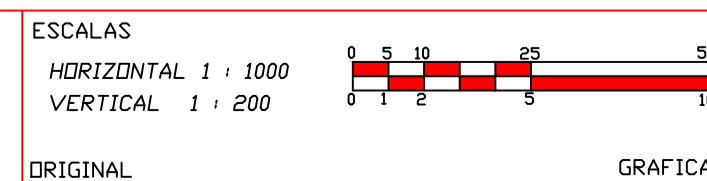
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

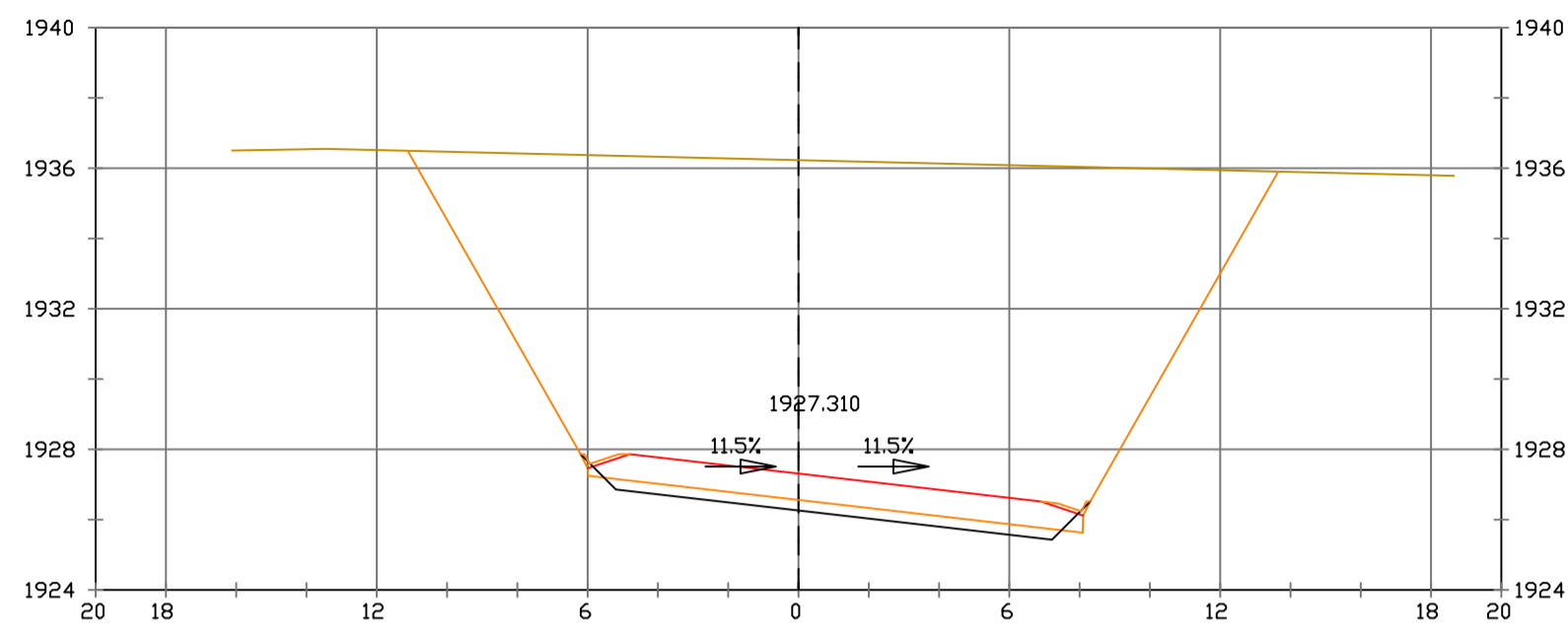


PROYECTO : CARRETERA DE CAJLIC A LUYA AMAZONAS

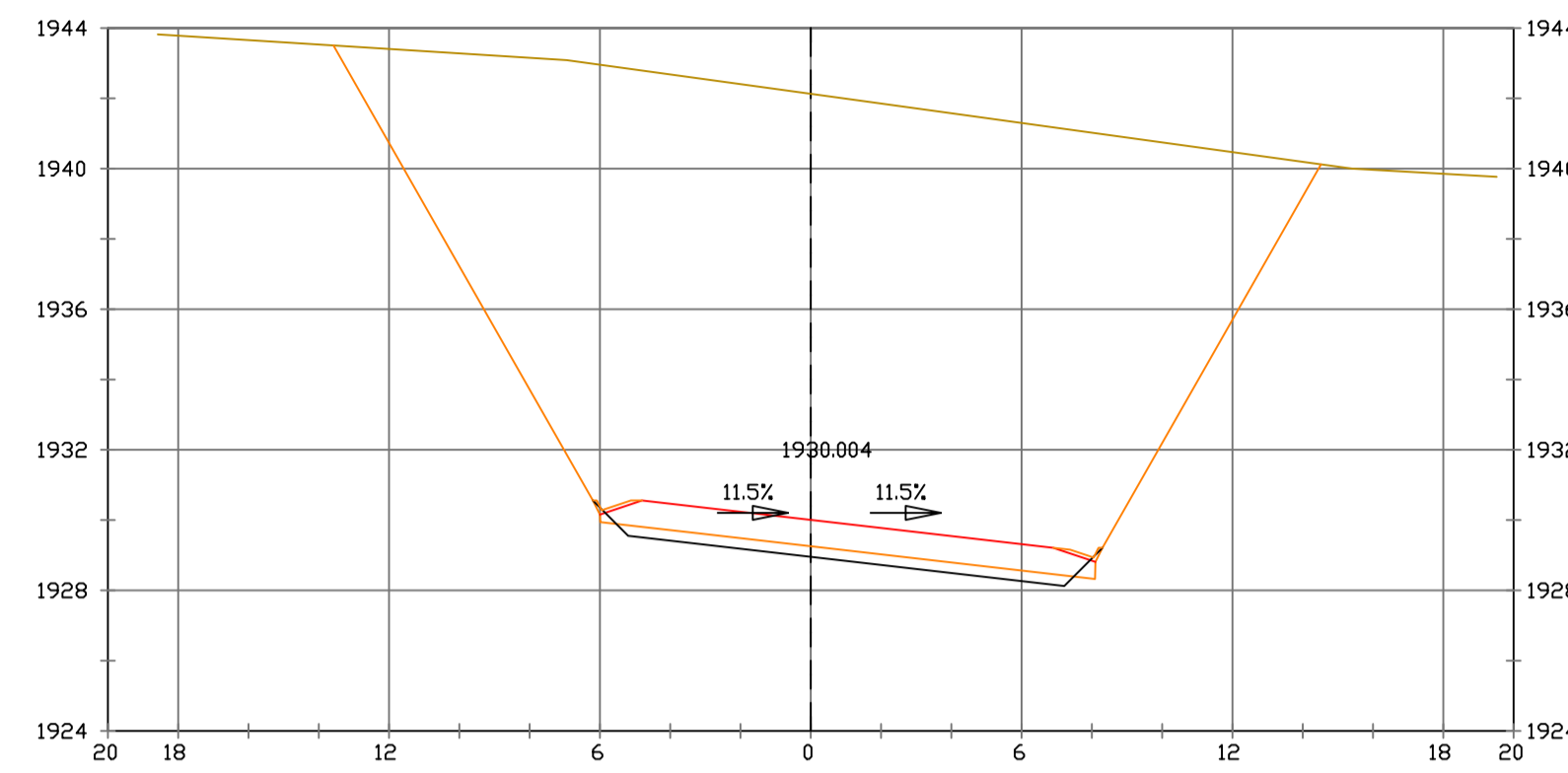
NOMBRE PLANO : SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 06/12/2021

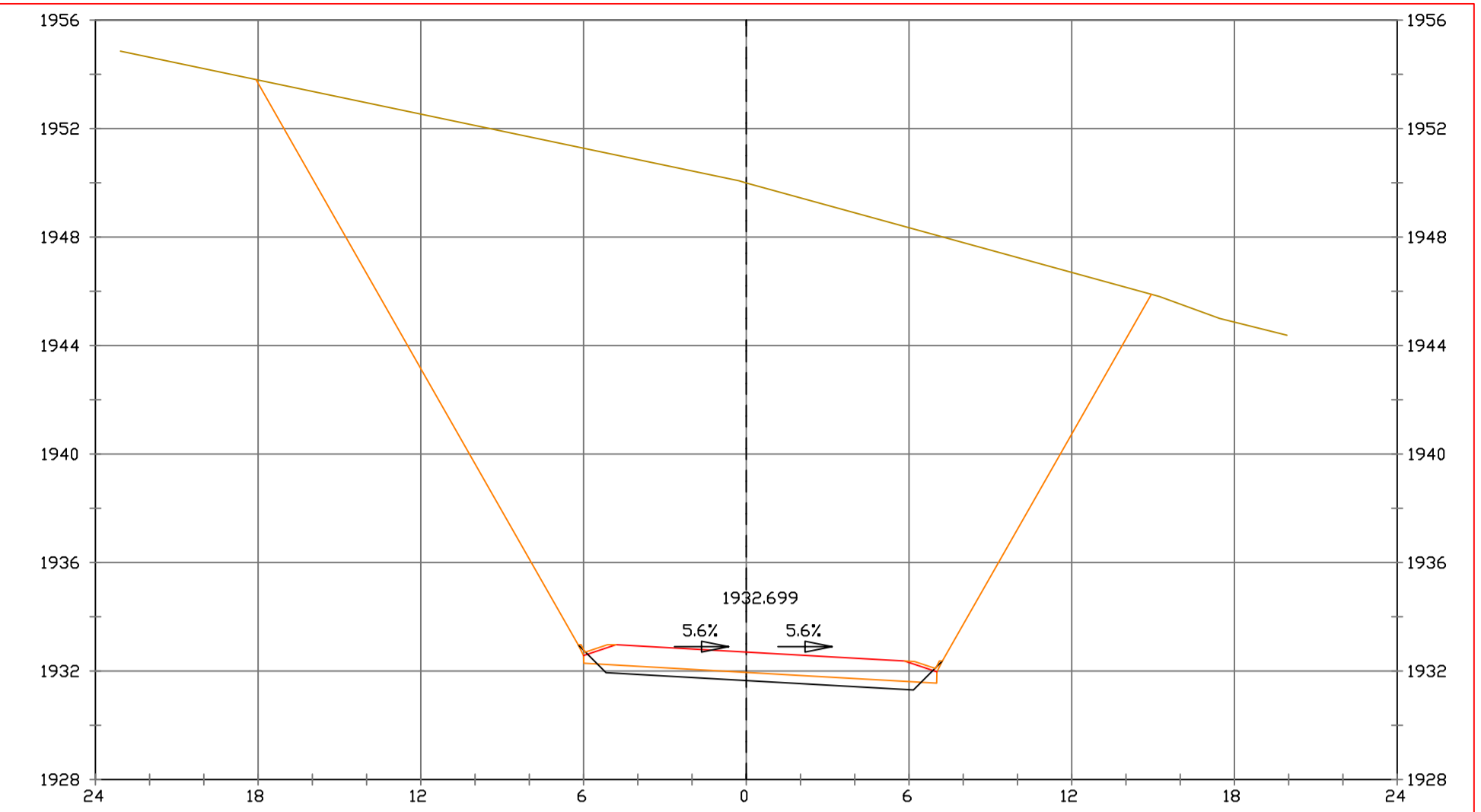
TESIS DE PREGRADO 52



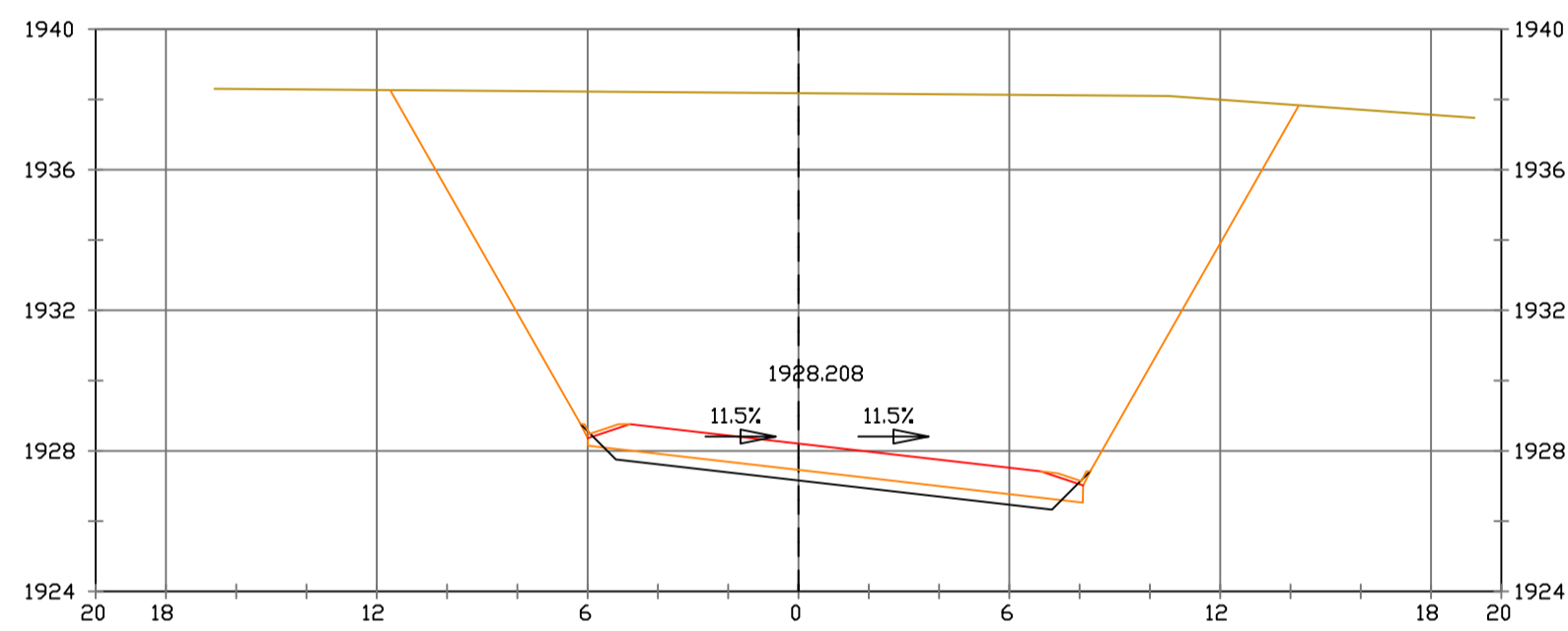
Pk=3+880
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.81 m³. VP FIRME = 100.91 m³.
 S. D TIERRA = 191.26 m². VP D TIERRA = 1760.58 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m². VP SUELO SEL 1 = 38.15 m³.
 S. FIRME = 10.09 m².



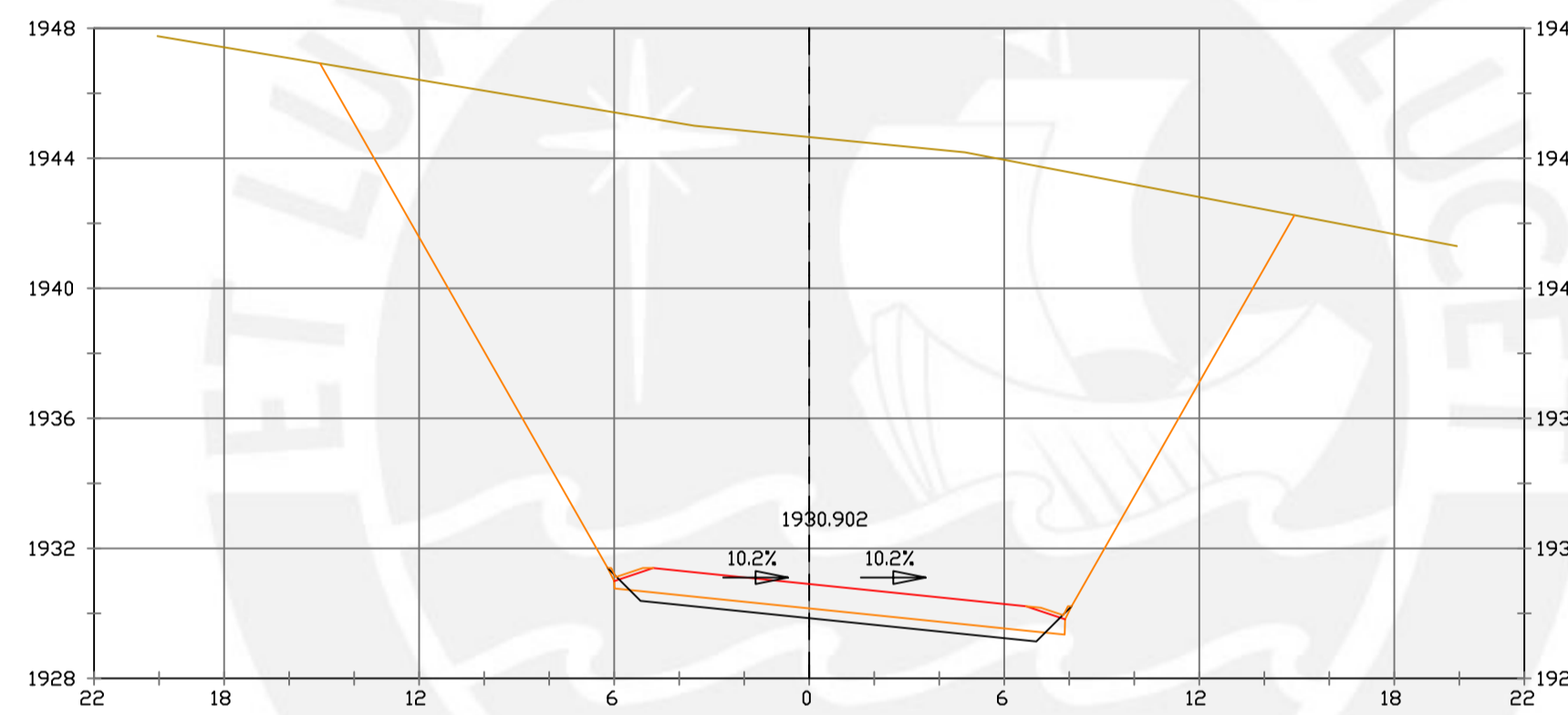
Pk=3+910
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.81 m³. VP FIRME = 100.91 m³.
 S. D TIERRA = 272.23 m². VP D TIERRA = 2484.31 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m². VP SUELO SEL 1 = 38.15 m³.
 S. FIRME = 10.09 m².



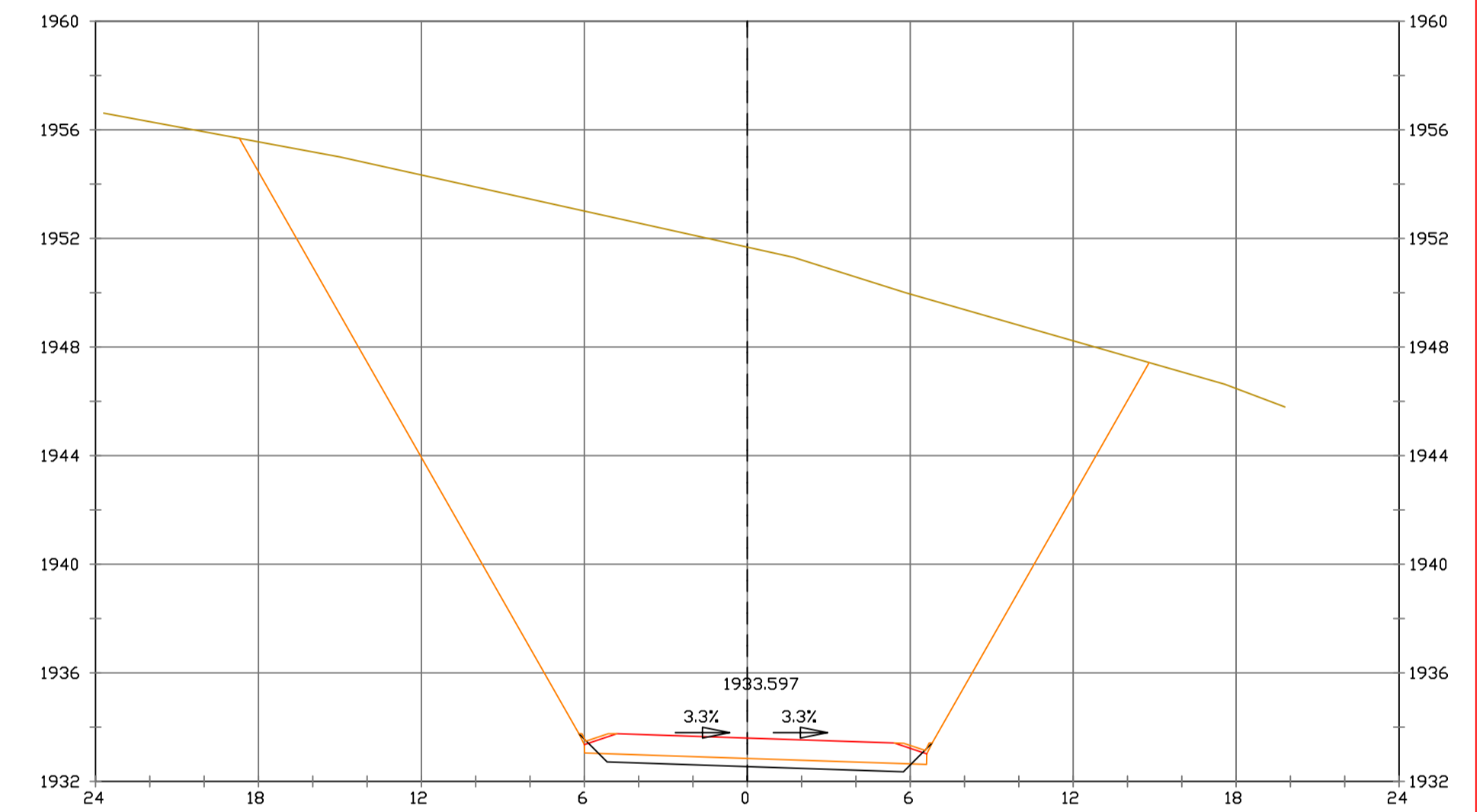
Pk=3+940
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.86 m³. VP FIRME = 94.47 m³.
 S. D TIERRA = 411.86 m². VP D TIERRA = 3936.74 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.49 m². VP SUELO SEL 1 = 35.54 m³.
 S. FIRME = 9.29 m².



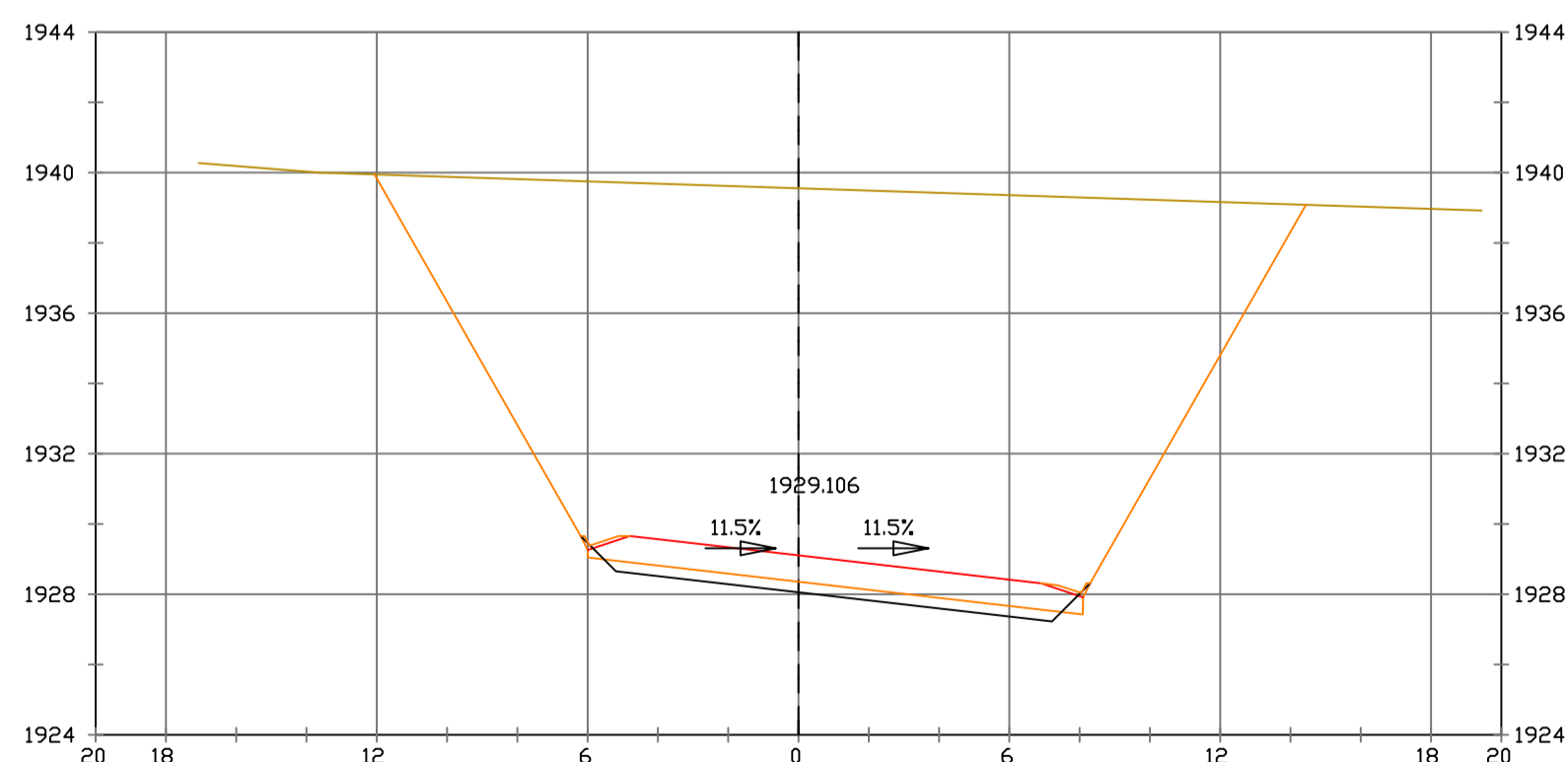
Pk=3+890
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.81 m³. VP FIRME = 100.91 m³.
 S. D TIERRA = 218.00 m². VP D TIERRA = 2064.03 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m². VP SUELO SEL 1 = 38.15 m³.
 S. FIRME = 10.09 m².



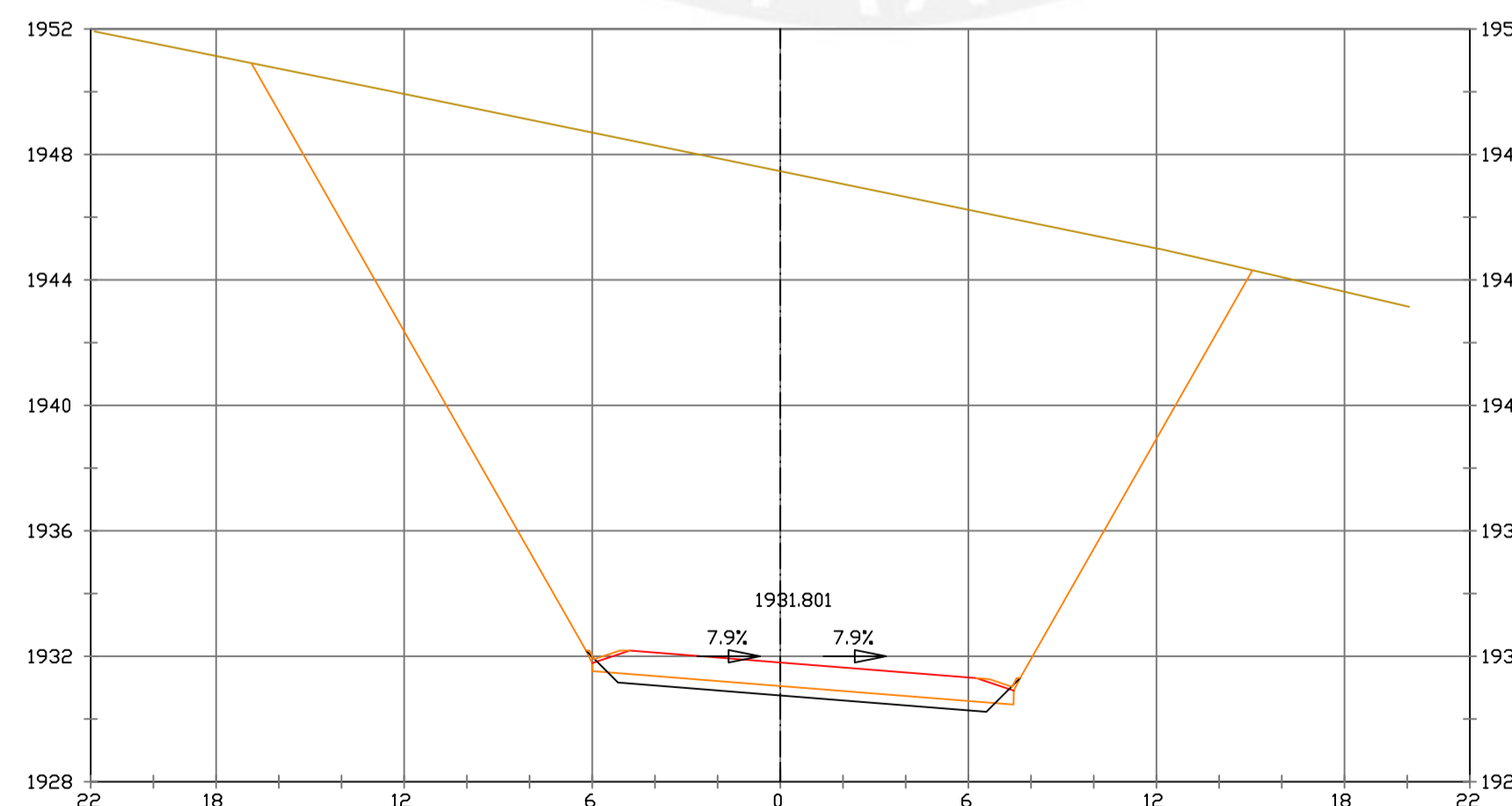
Pk=3+920
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.82 m³. VP FIRME = 100.41 m³.
 S. D TIERRA = 317.84 m². VP D TIERRA = 2955.98 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.74 m². VP SUELO SEL 1 = 37.94 m³.
 S. FIRME = 9.92 m².



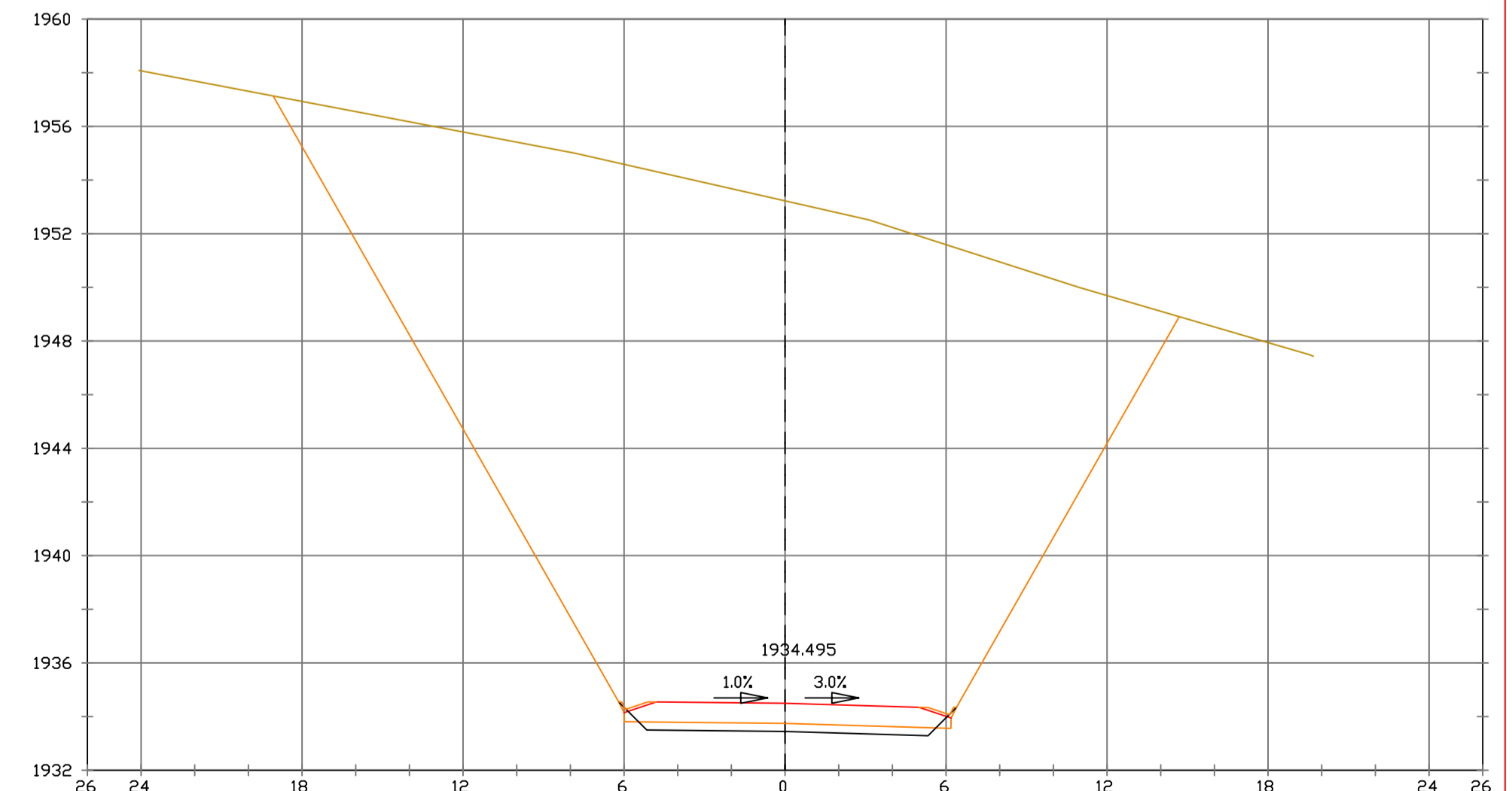
Pk=3+950
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.88 m³. VP FIRME = 91.32 m³.
 S. D TIERRA = 432.13 m². VP D TIERRA = 4223.64 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.36 m². VP SUELO SEL 1 = 34.27 m³.
 S. FIRME = 8.97 m².



Pk=3+900
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.81 m³. VP FIRME = 100.91 m³.
 S. D TIERRA = 230.17 m². VP D TIERRA = 2242.38 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.81 m². VP SUELO SEL 1 = 38.15 m³.
 S. FIRME = 10.09 m².



Pk=3+930
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.84 m³. VP FIRME = 97.62 m³.
 S. D TIERRA = 371.88 m². VP D TIERRA = 3449.15 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.62 m². VP SUELO SEL 1 = 36.81 m³.
 S. FIRME = 9.60 m².



Pk=3+960
 EHI/200
 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.89 m³. VP FIRME = 88.23 m³.
 S. D TIERRA = 448.01 m². VP D TIERRA = 4402.98 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.23 m². VP SUELO SEL 1 = 33.00 m³.
 S. FIRME = 8.67 m².

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

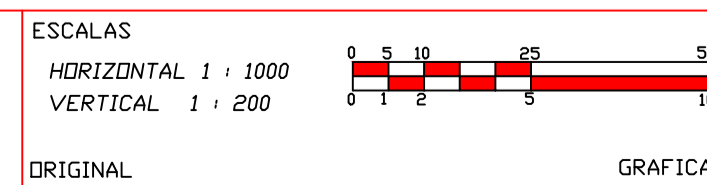
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
 E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS
 DE LA CRUZ

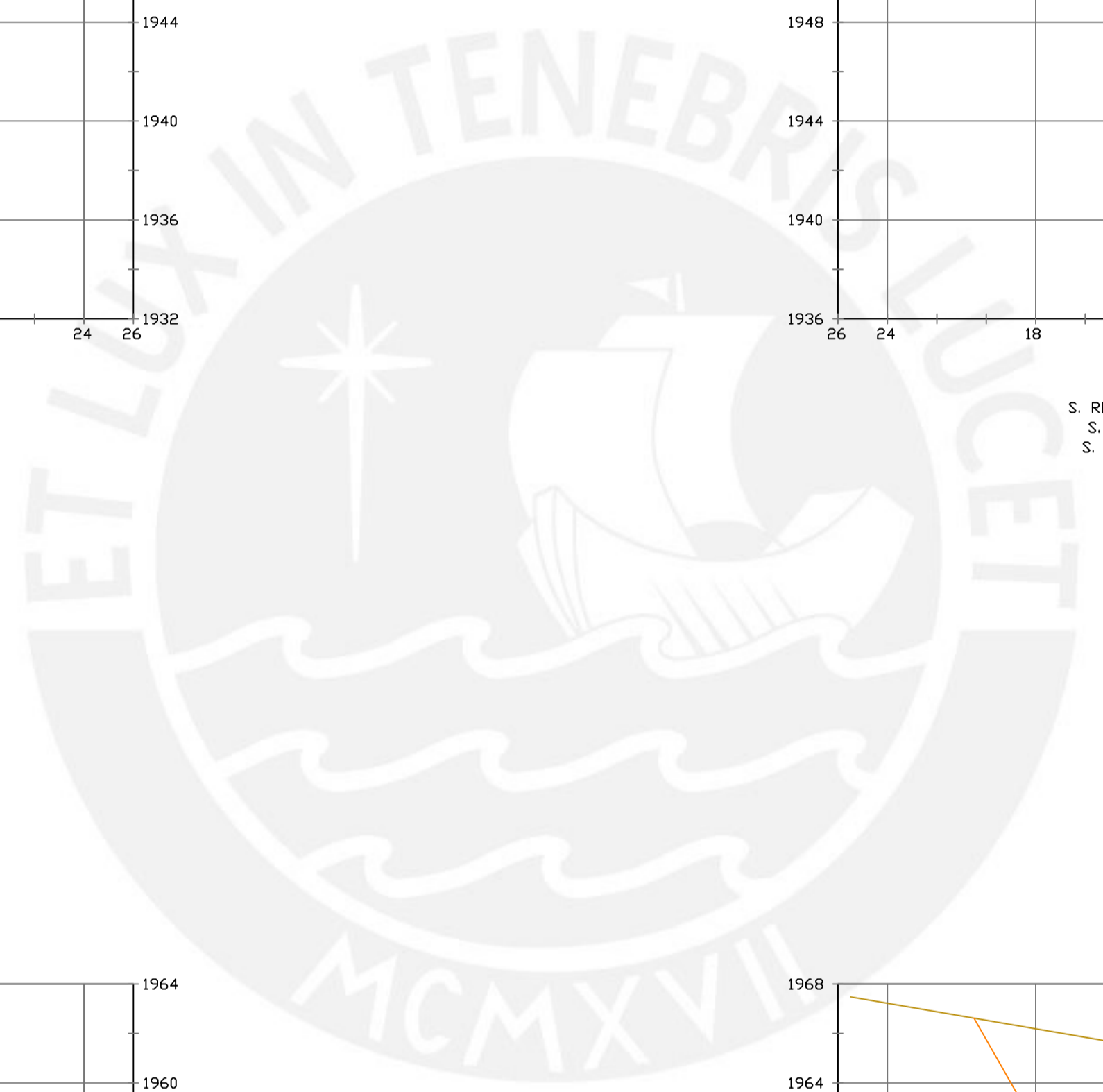
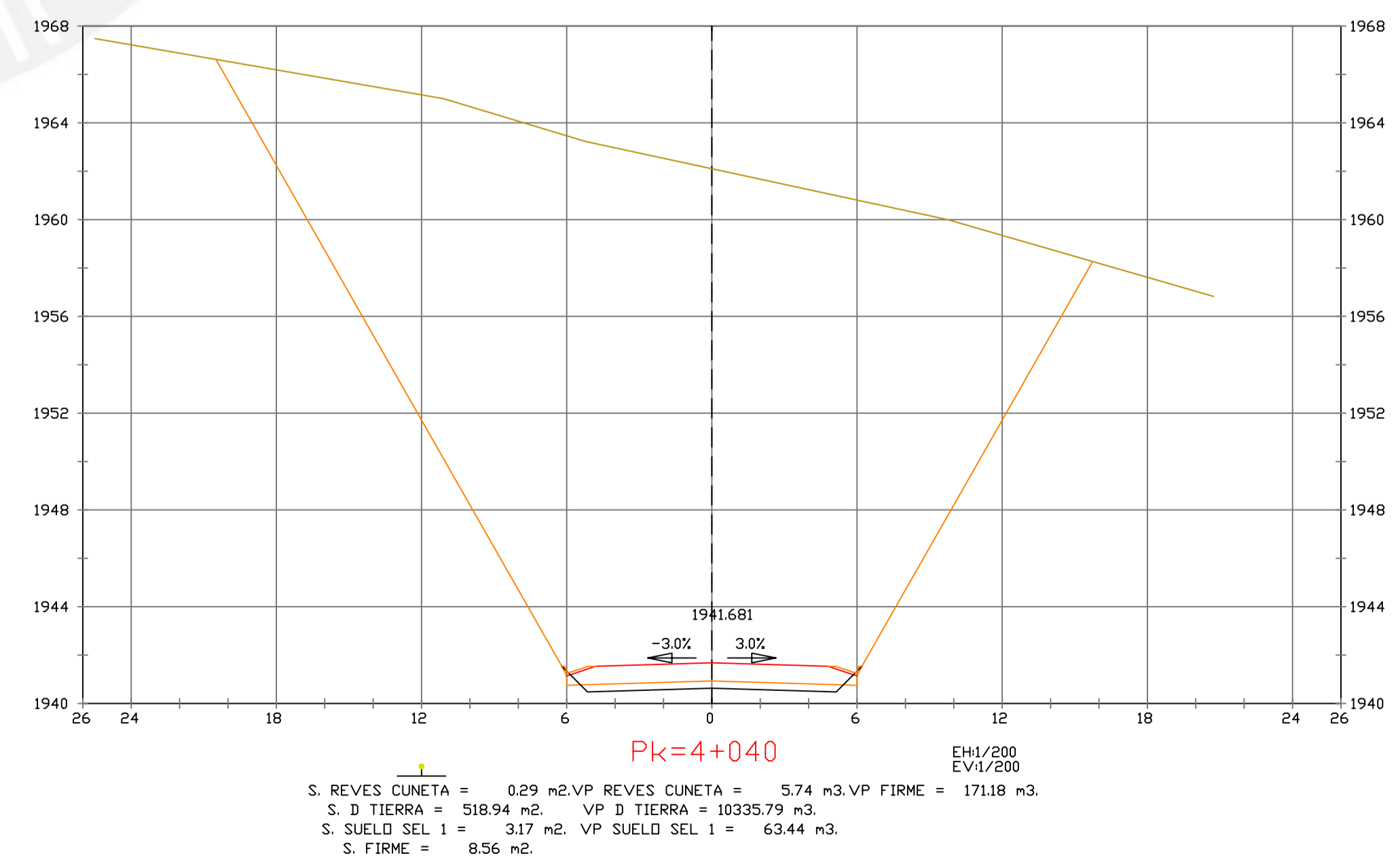
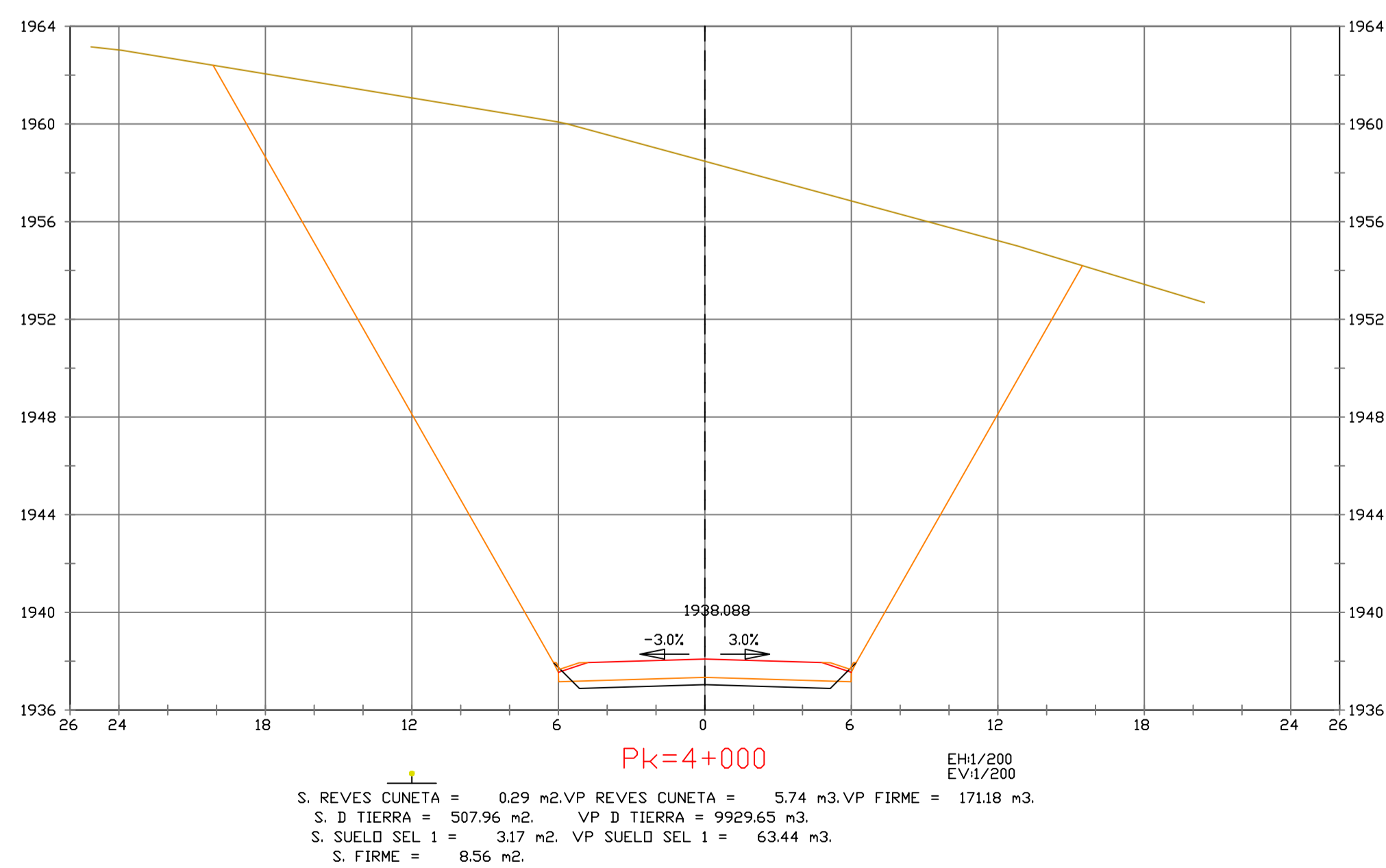
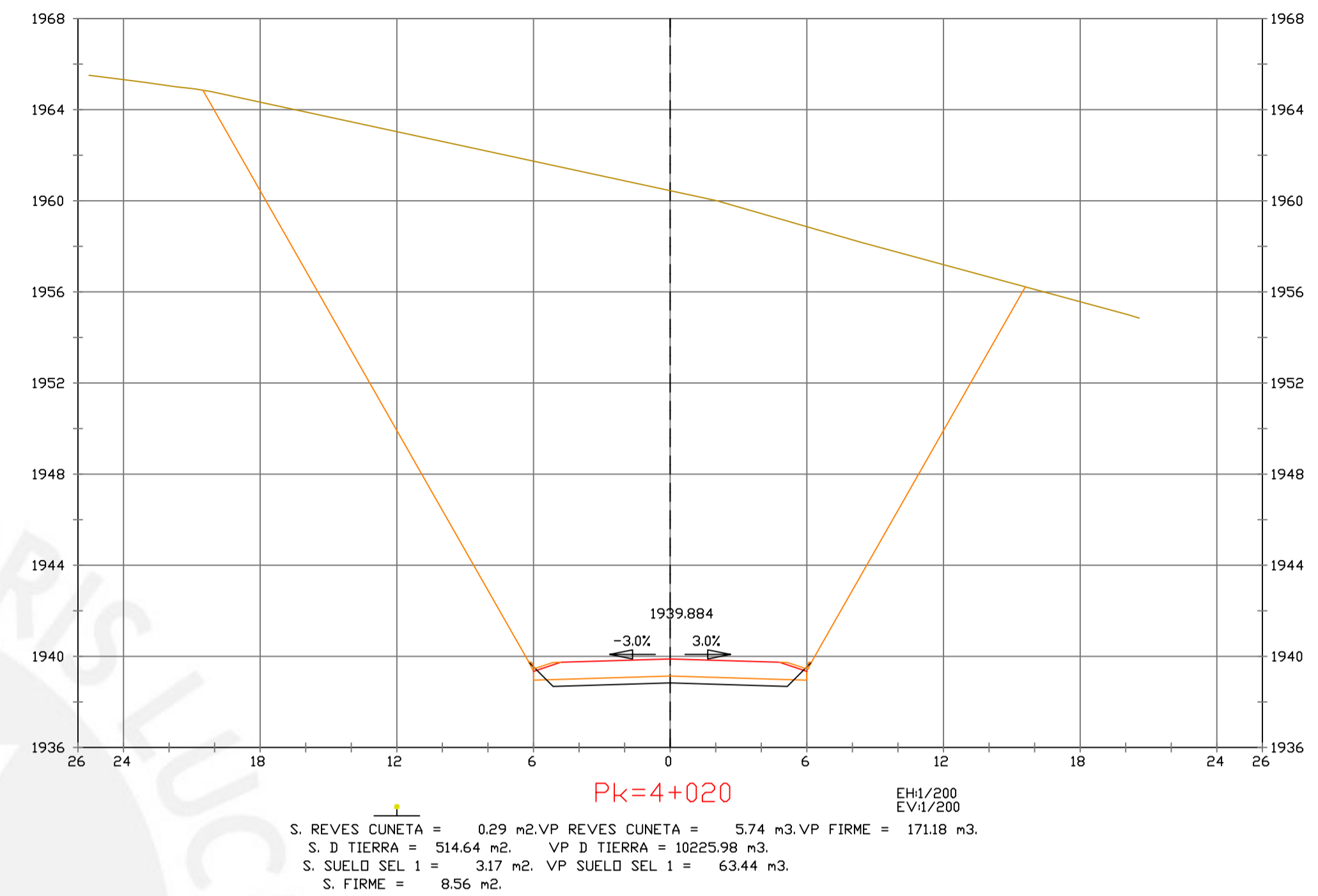
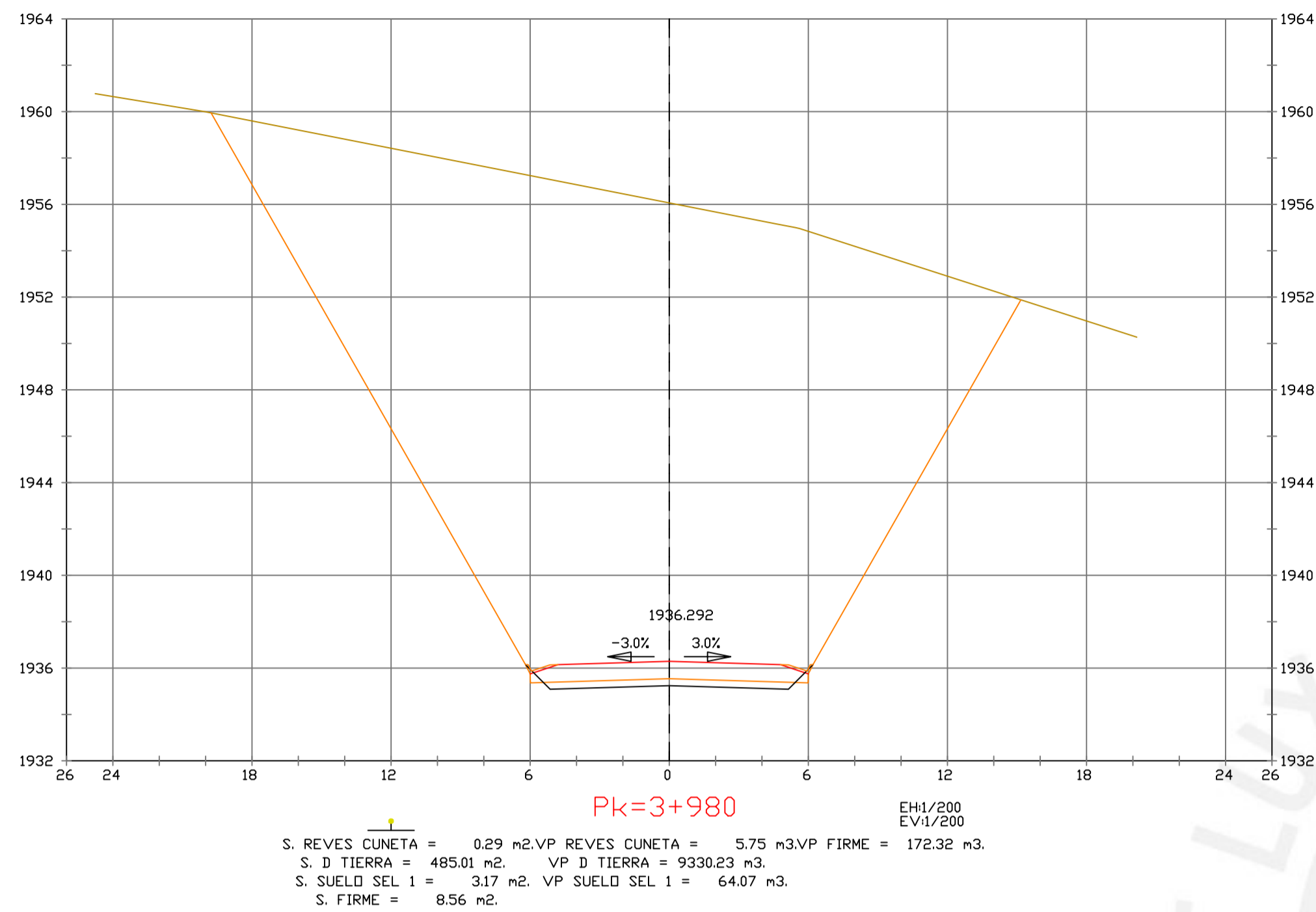


PROYECTO: CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

NOMBRE PLANO:
 SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
 06/12/2021

TESIS DE
 PREGRADO 53



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

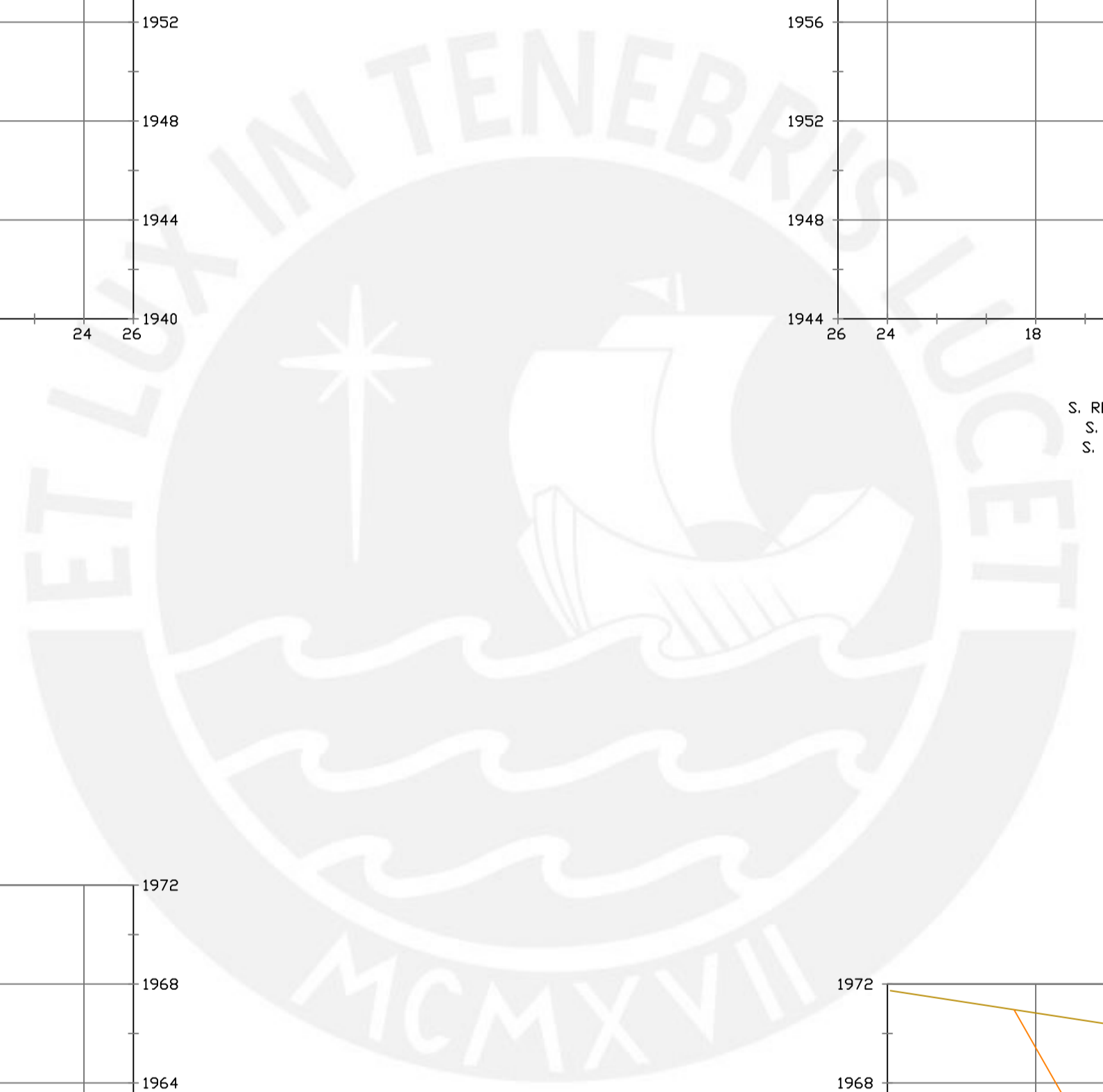
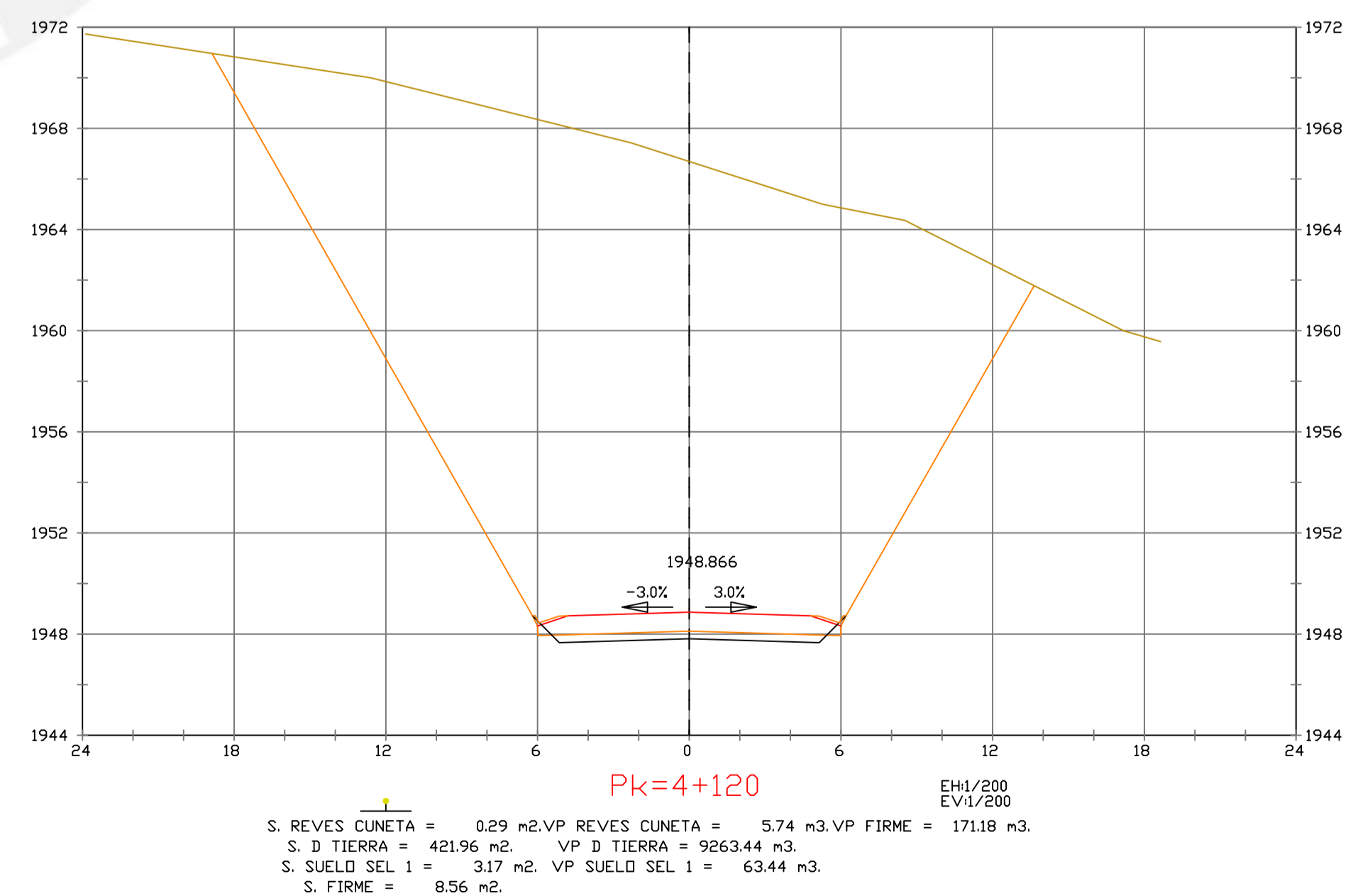
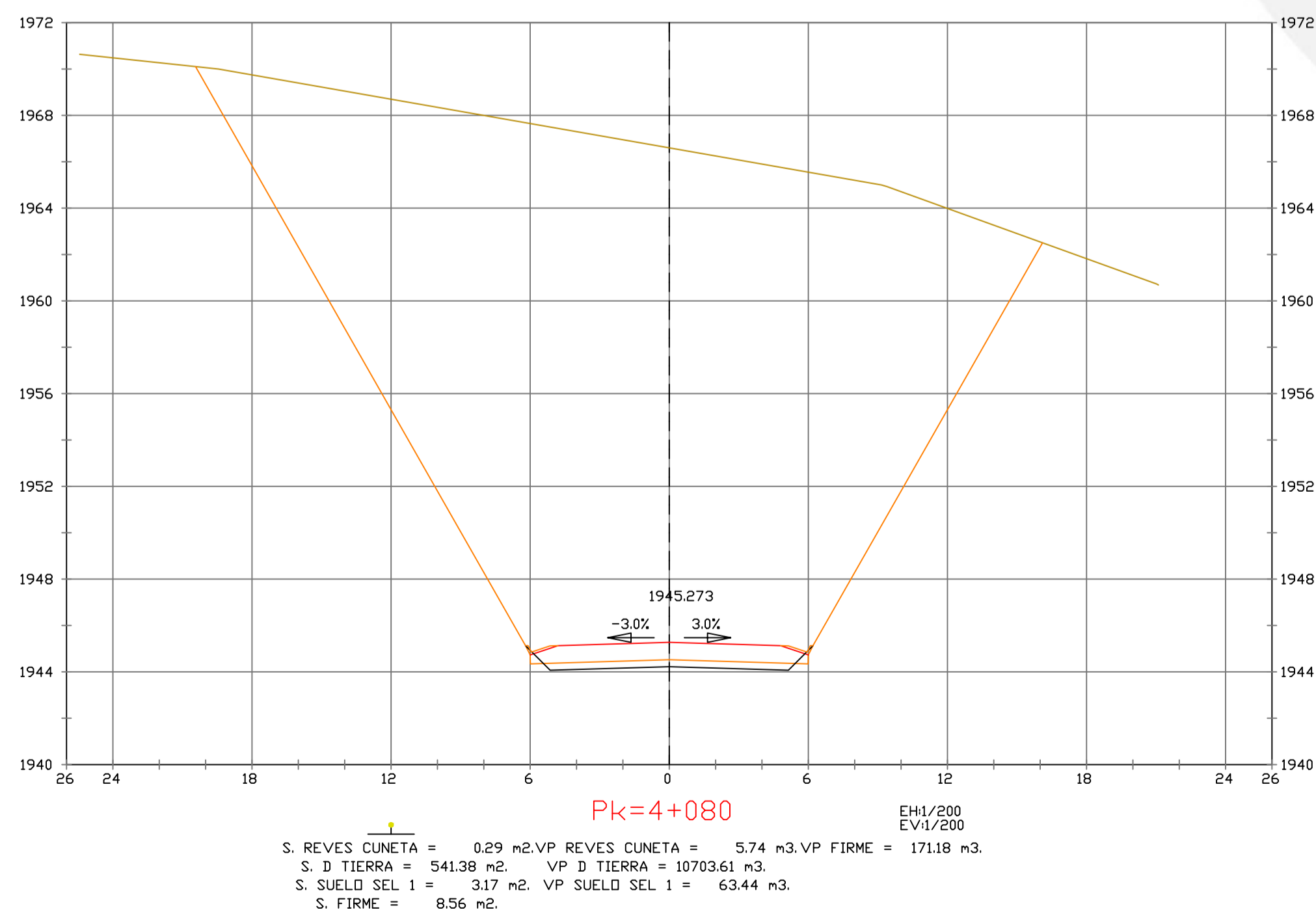
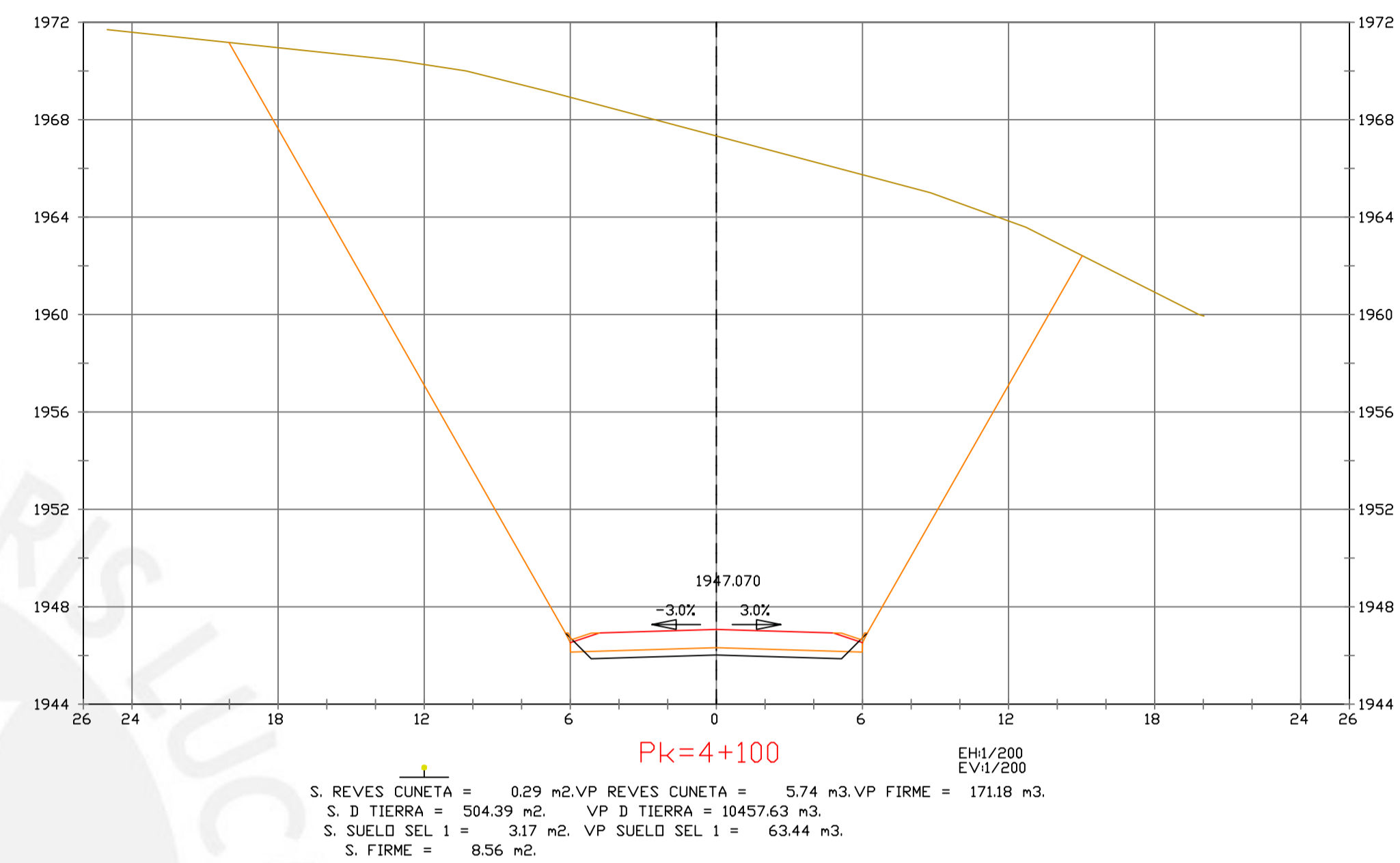
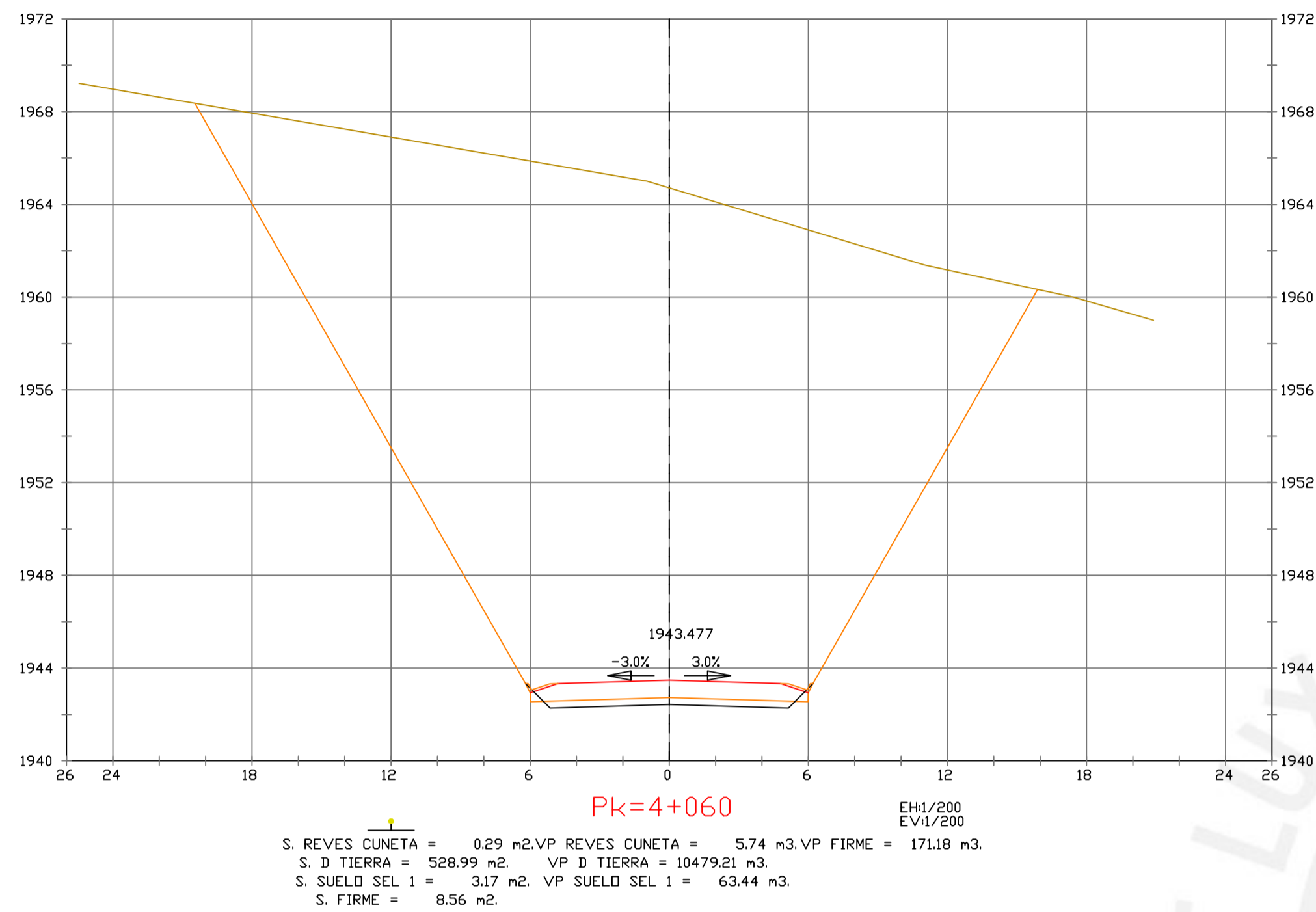
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

NOMBRE PLANO :
 SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
 06/12/2021

TESIS DE
 PREGRADO 54



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

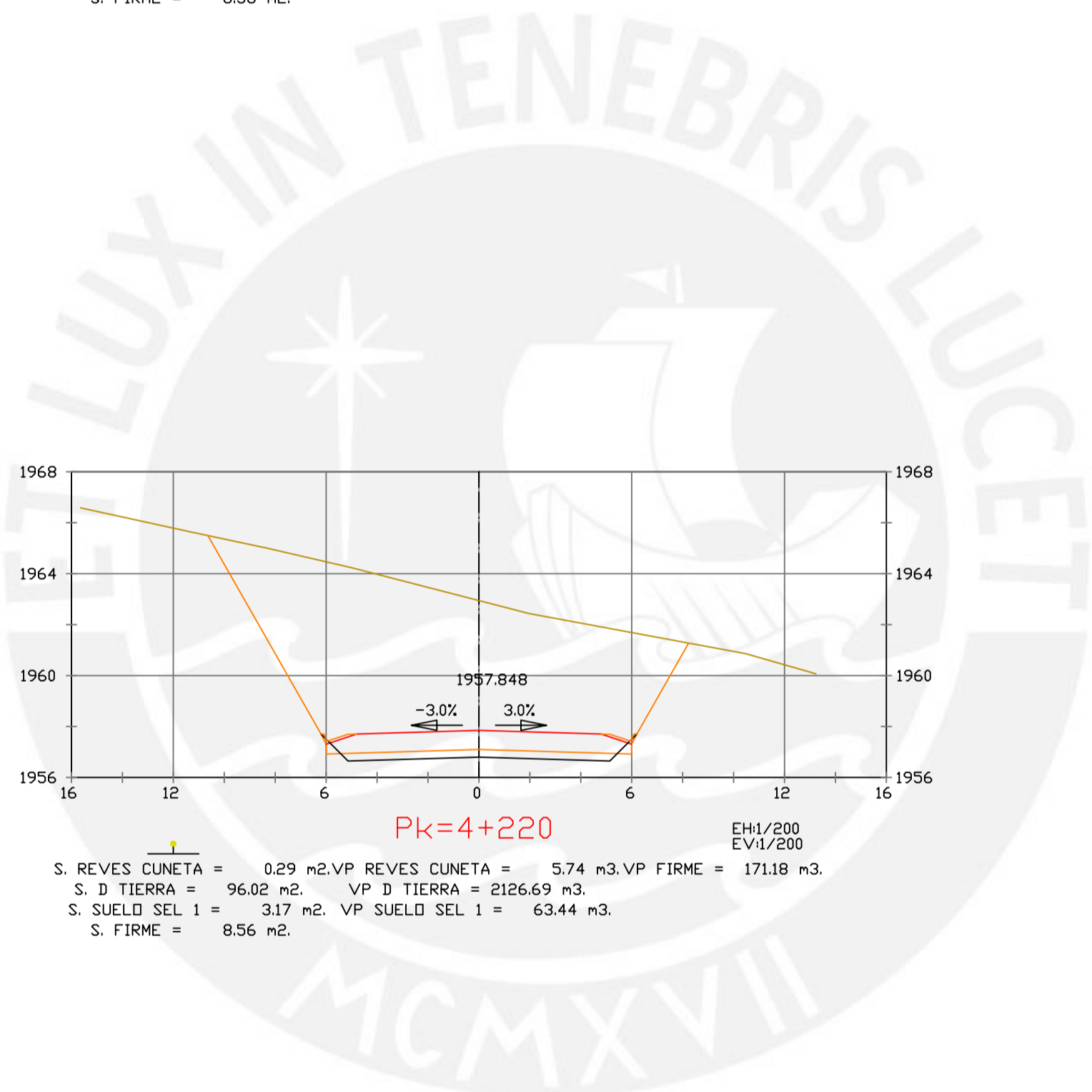
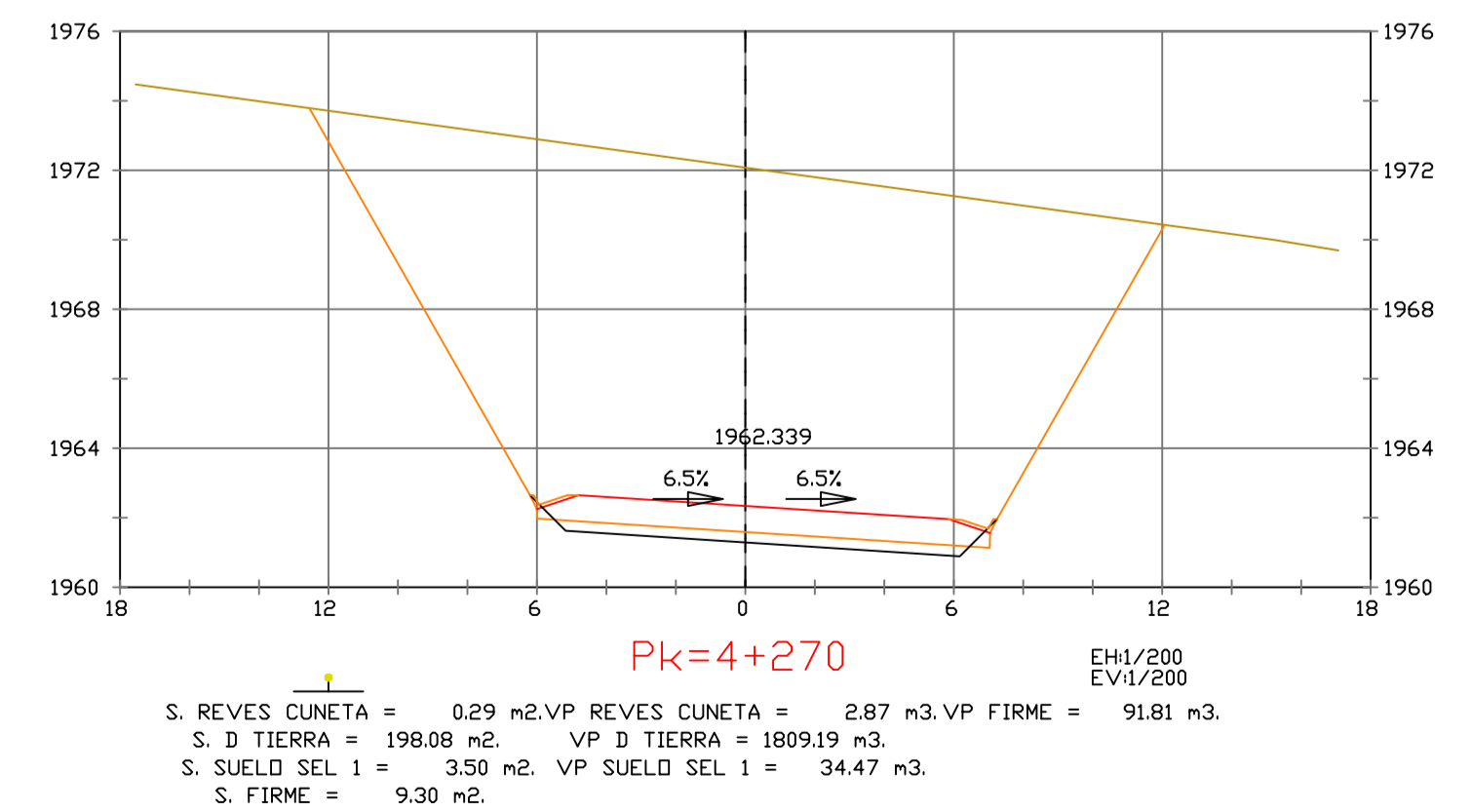
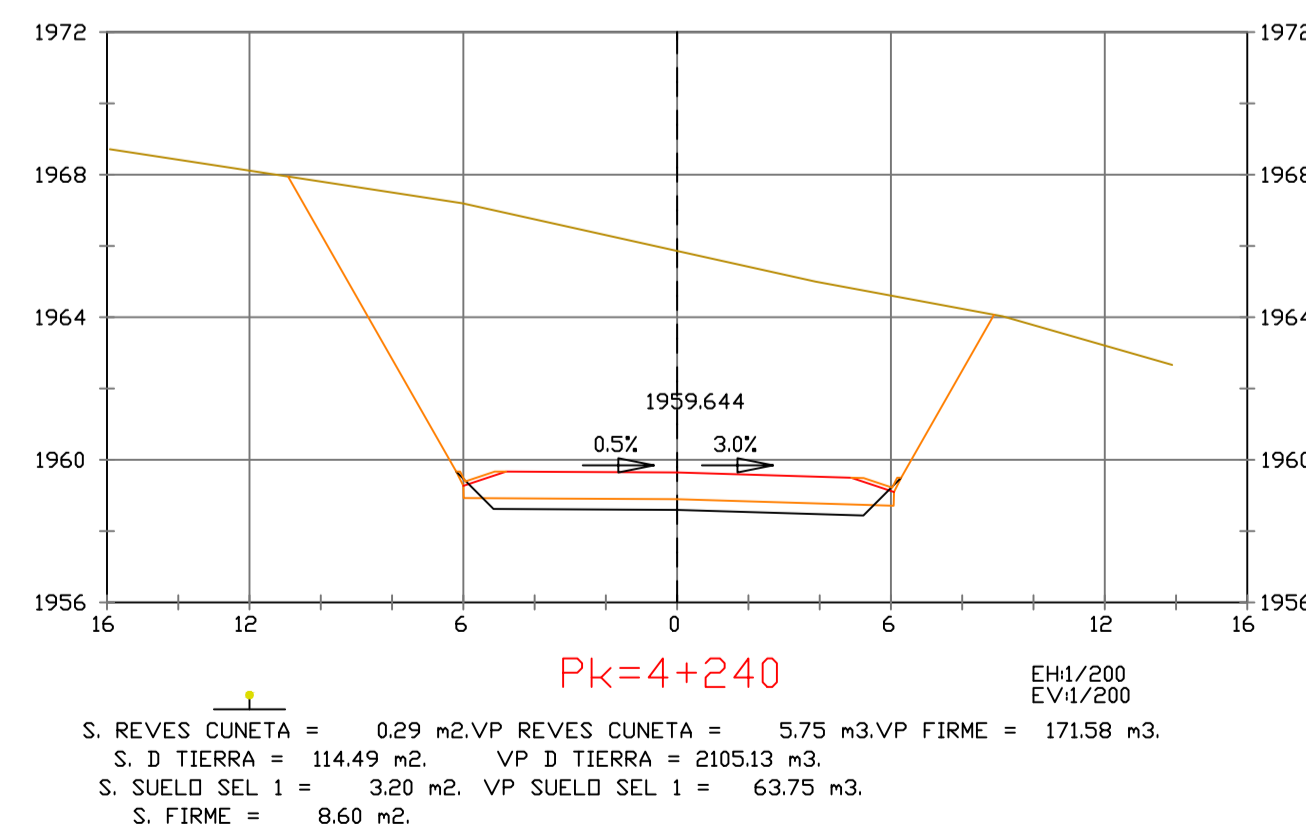
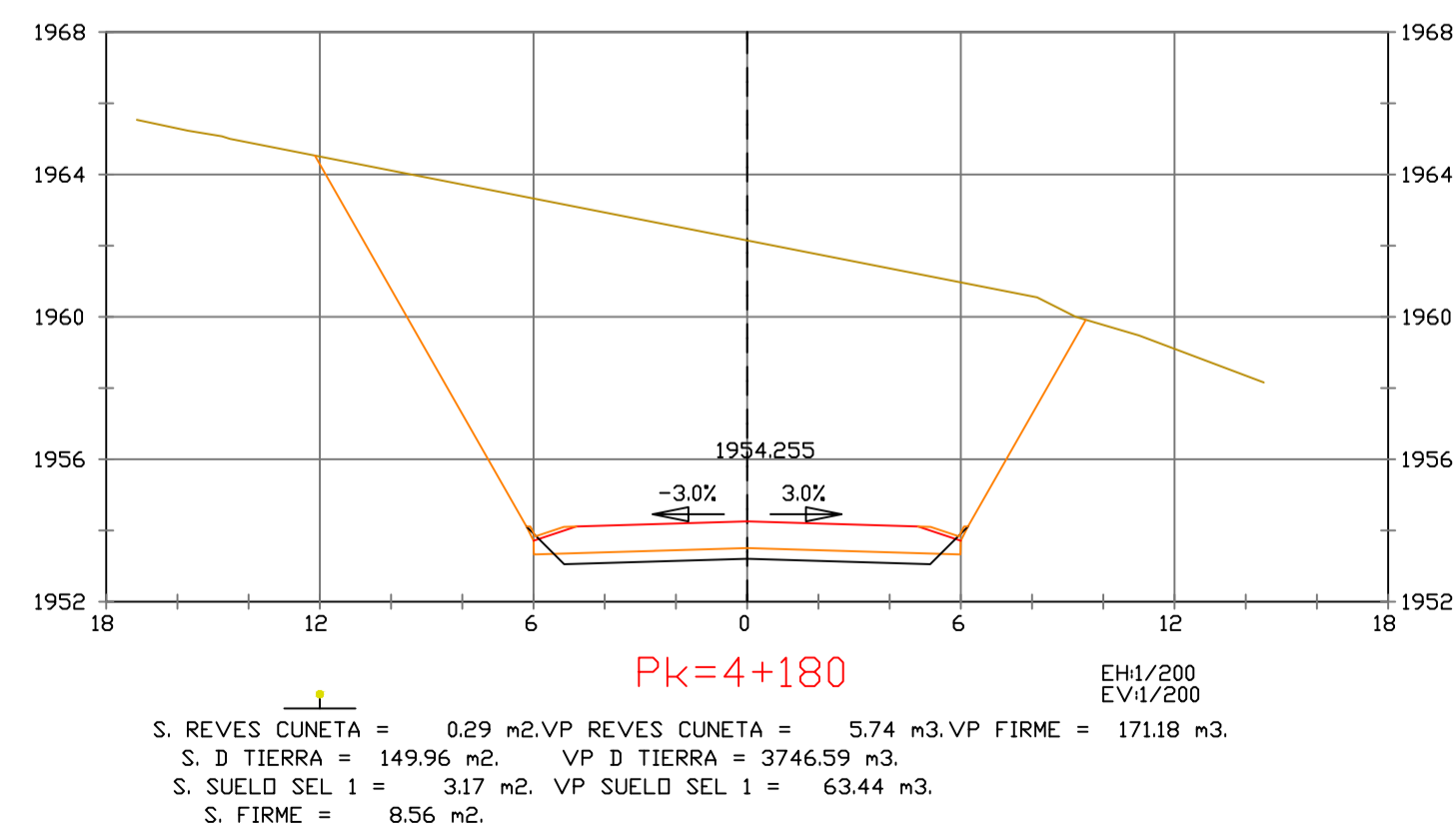
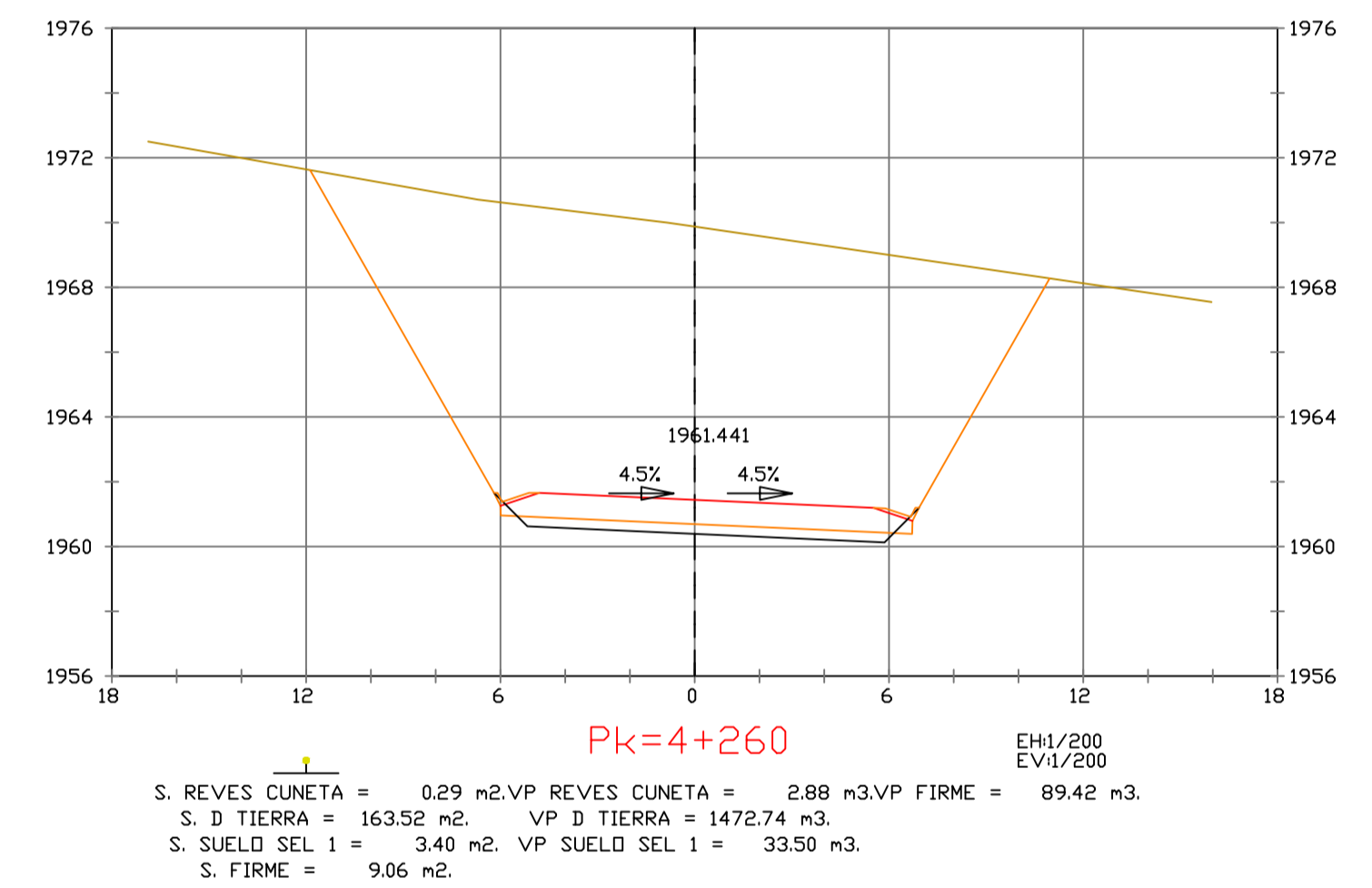
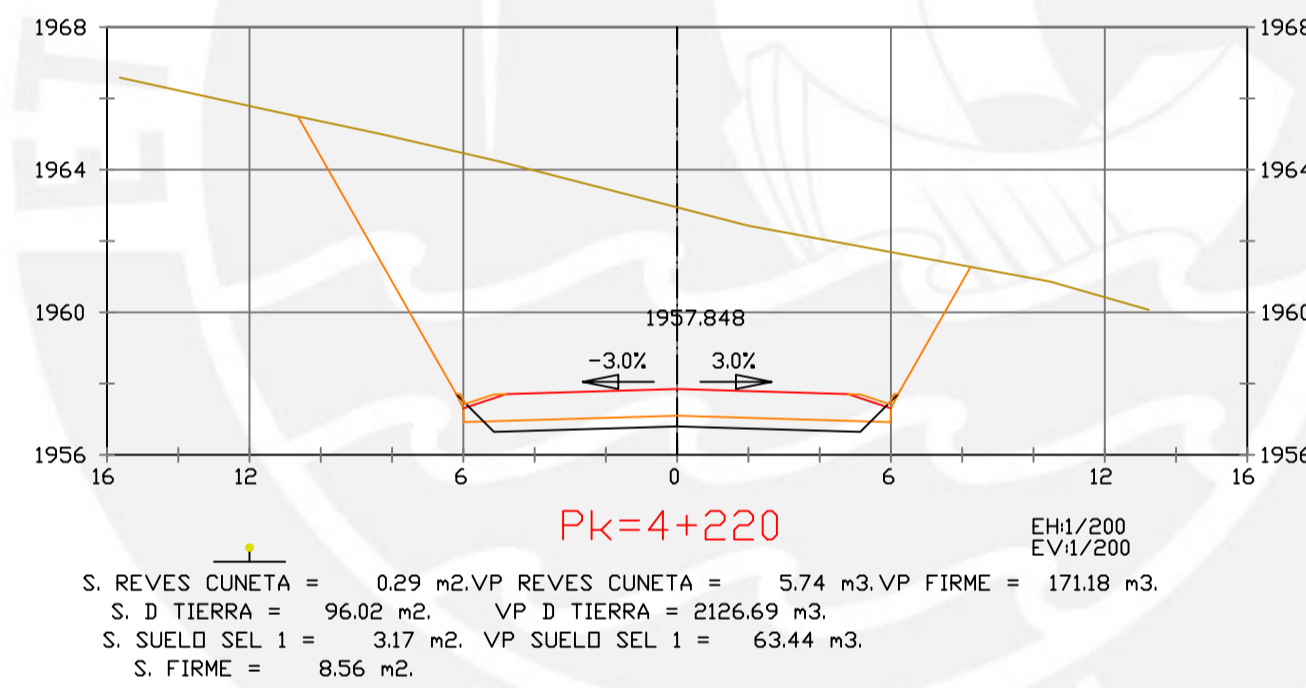
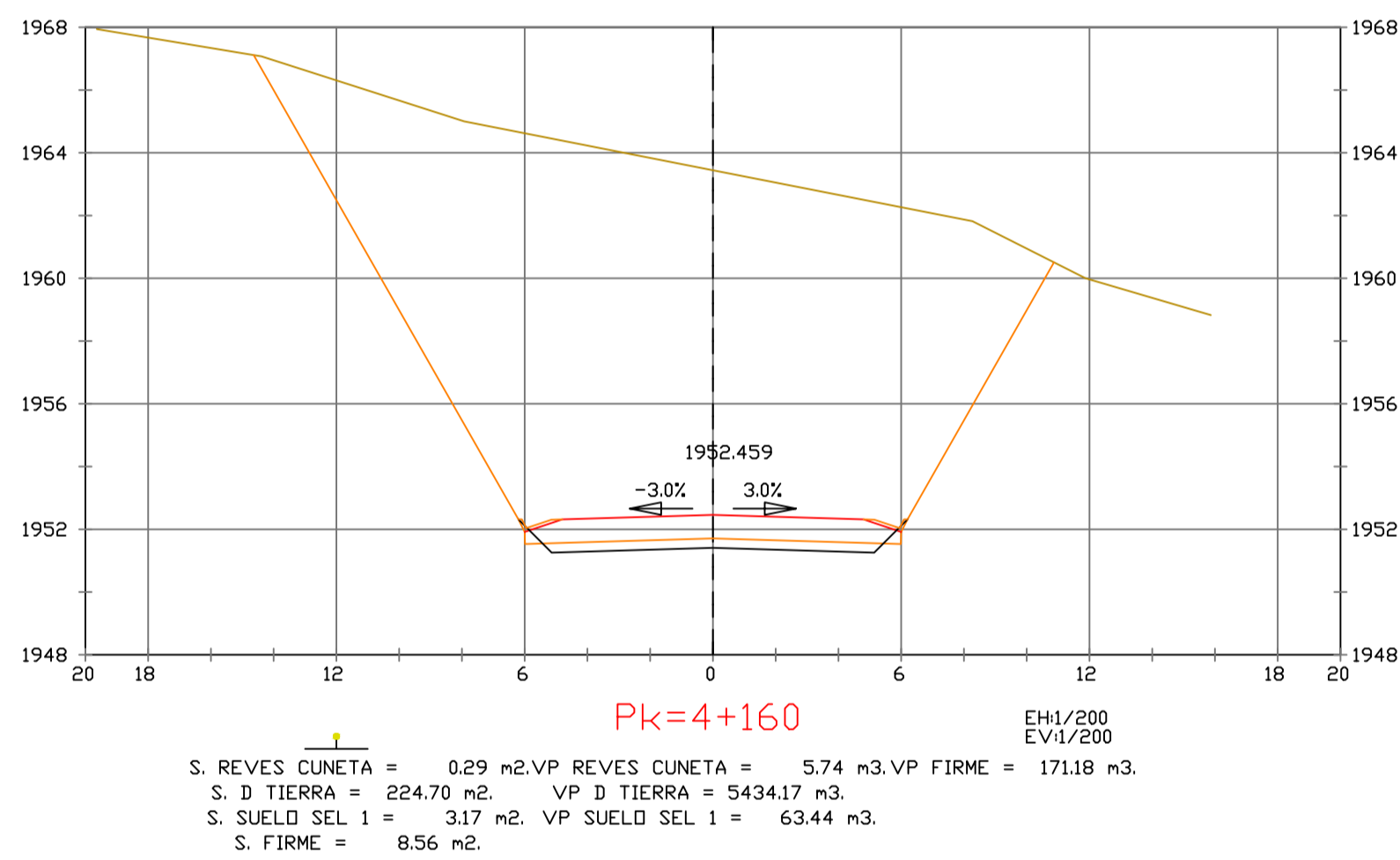
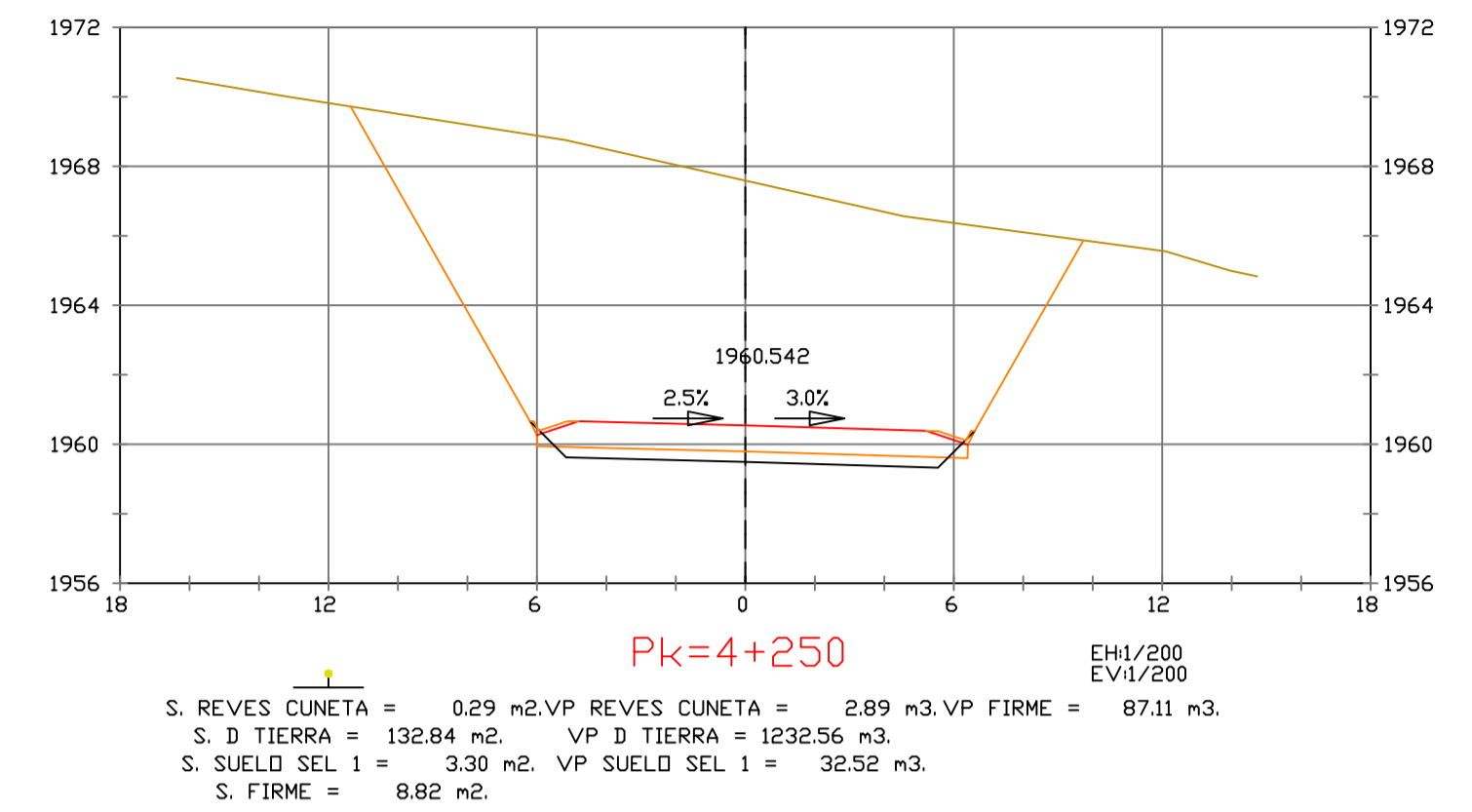
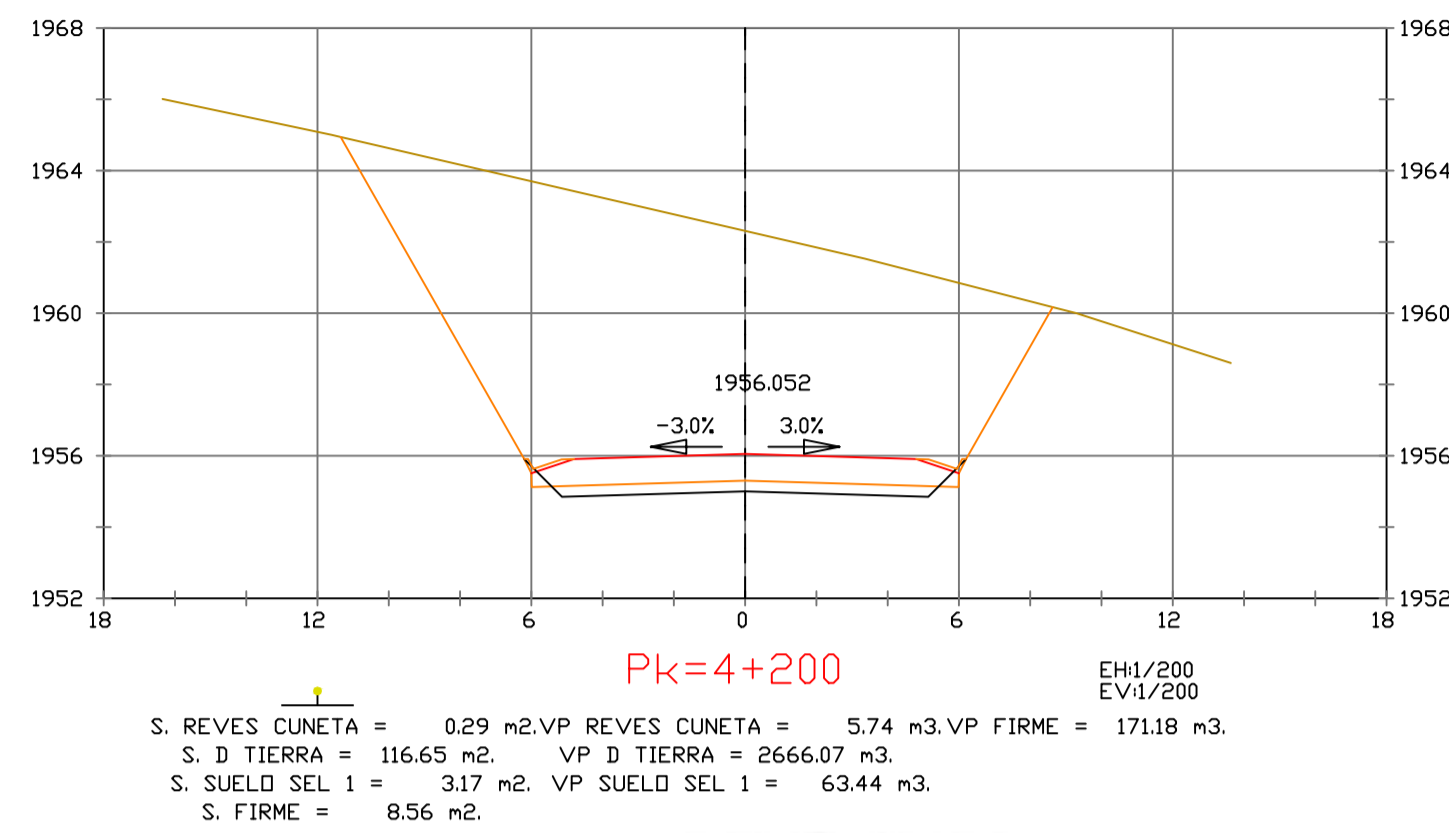
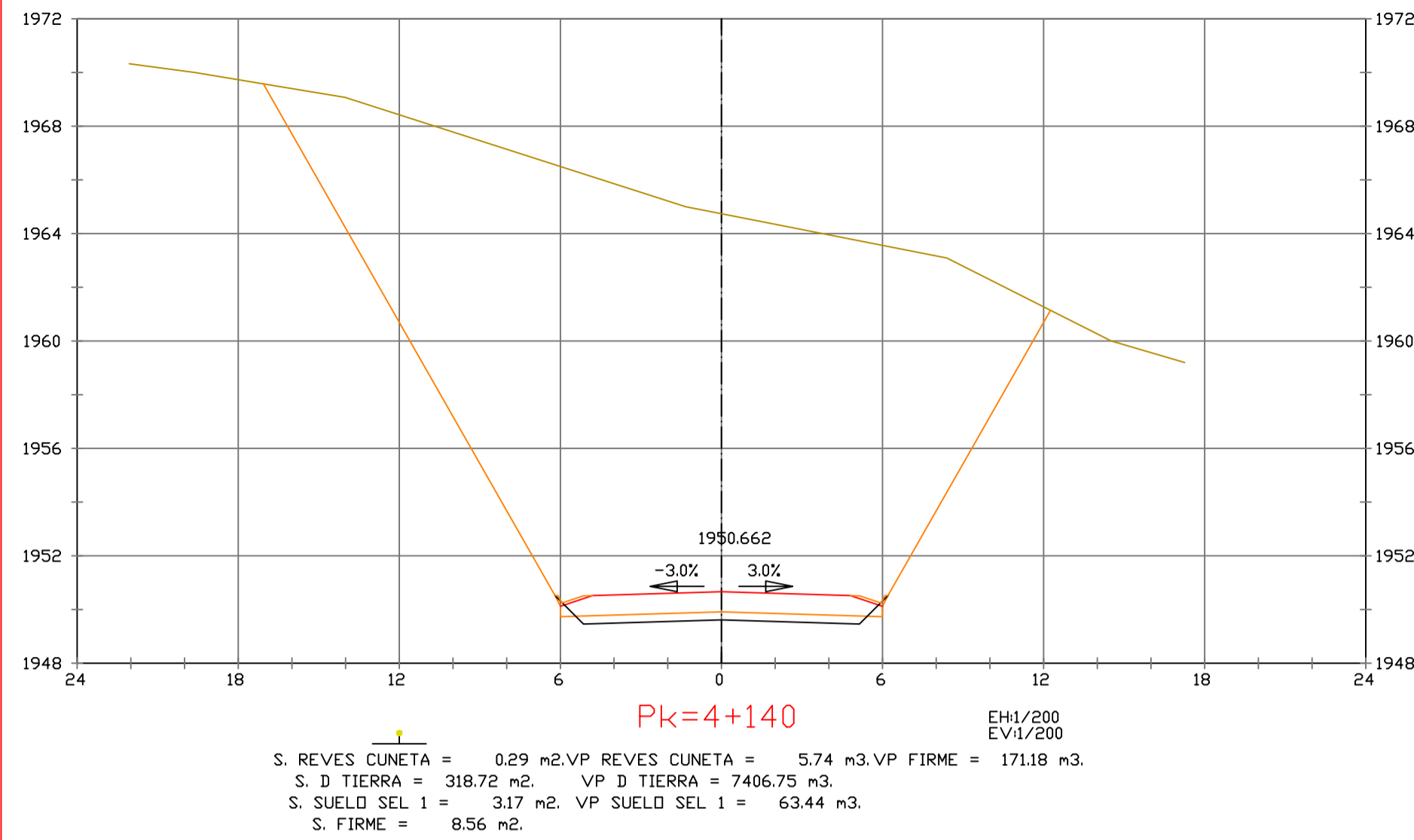
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA DE CACLIC A LUYA AMAZONAS

NOMBRE PLANO : SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 06/12/2021

TESIS DE PREGRADO 55



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

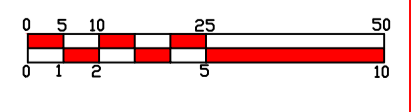


PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

ESCALAS
HORIZONTAL 1 : 1000
VERTICAL 1 : 200
ORIGINAL GRAFICA

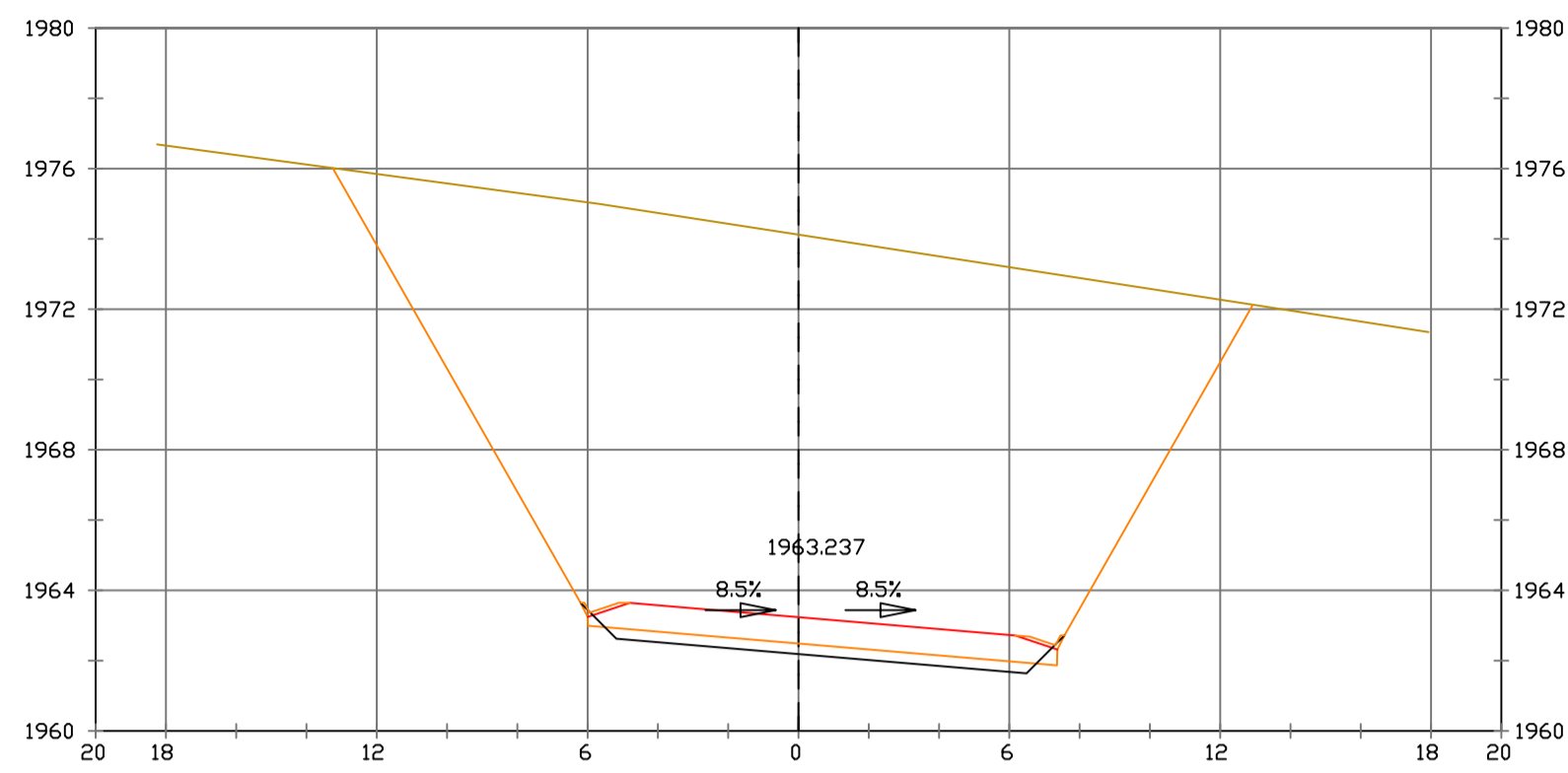


PROYECTO : CARRETERA DE CACLIC A LUYA AMAZONAS

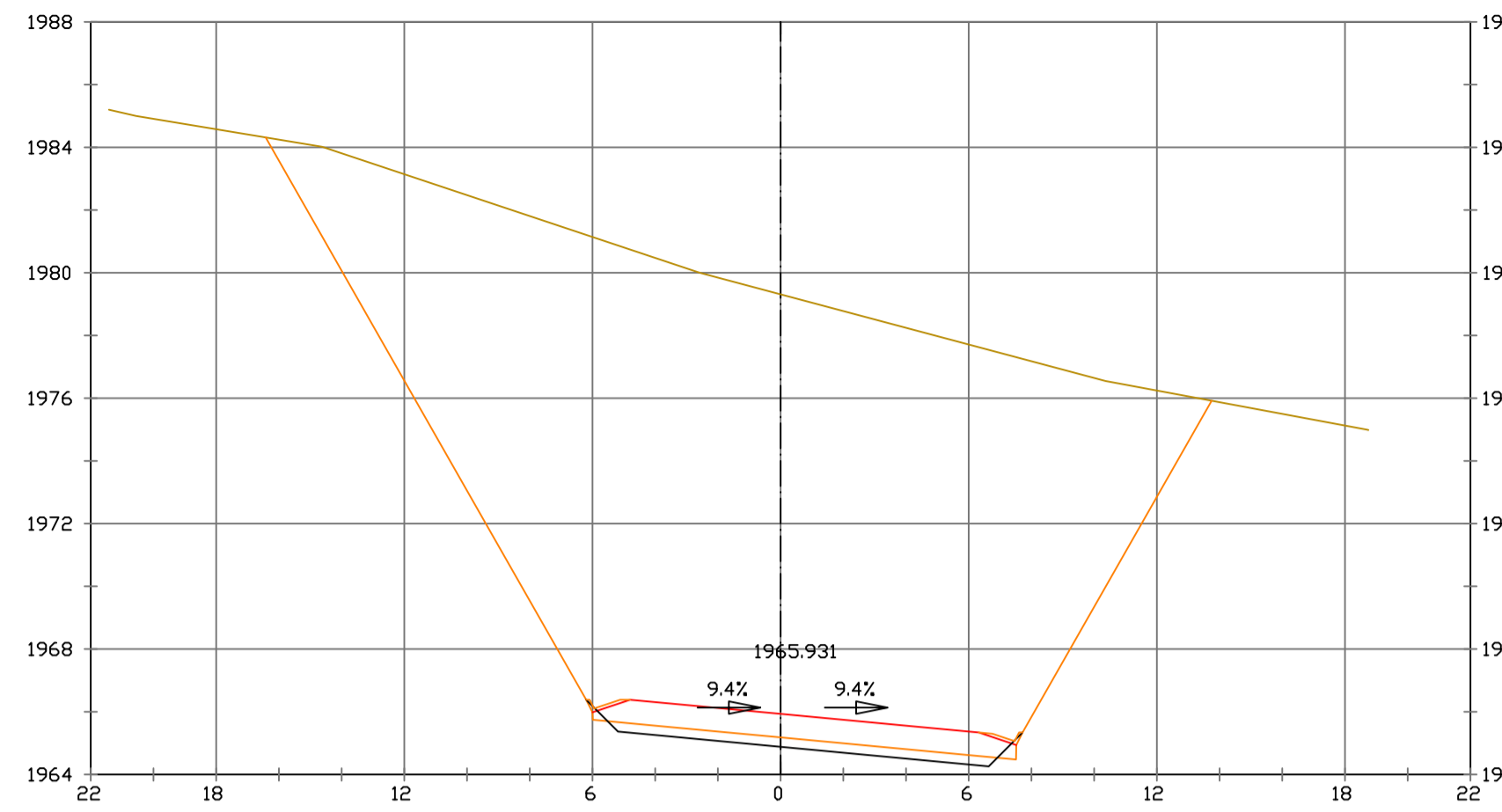
NOMBRE PLANO : SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 06/12/2021

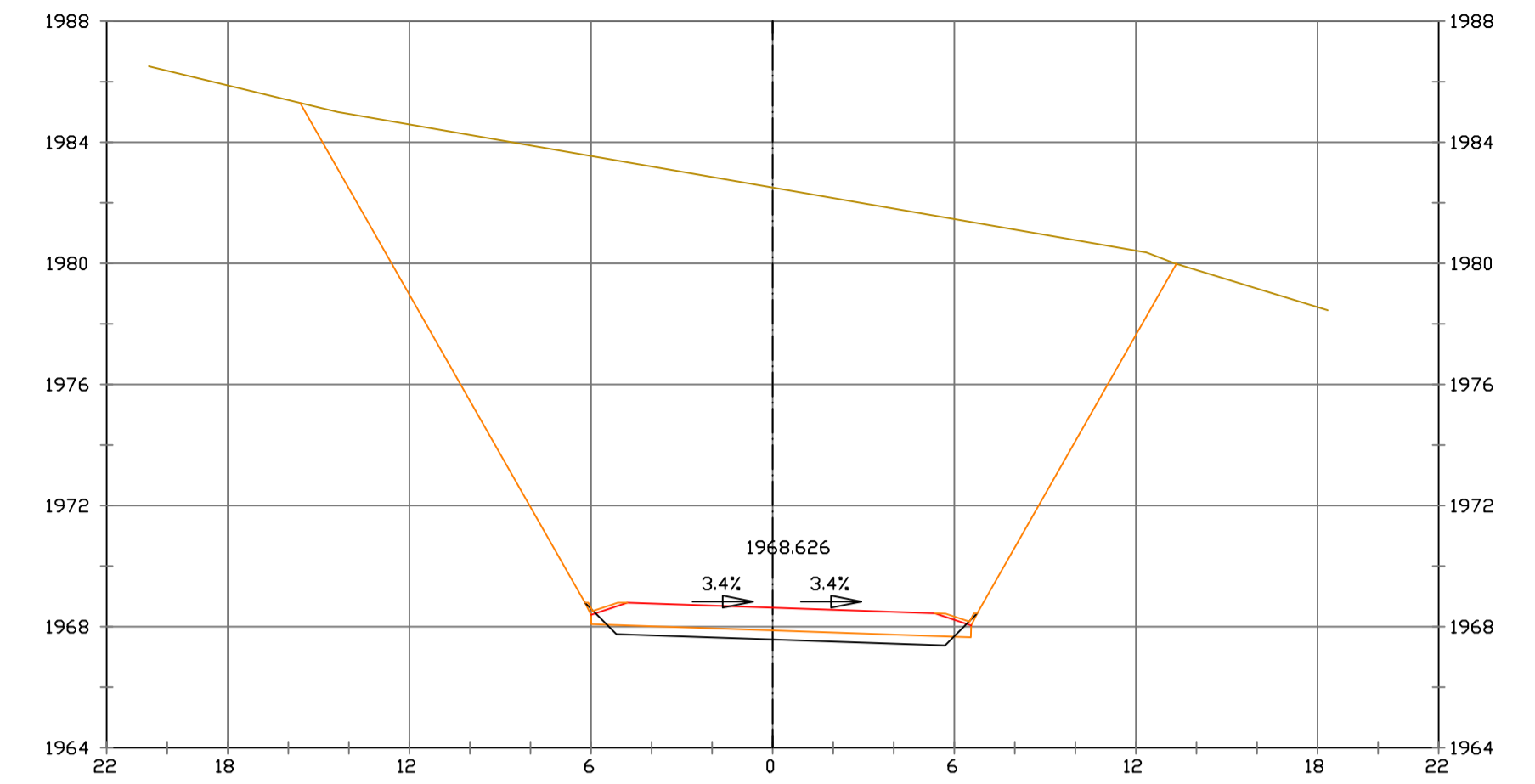
TESIS DE PREGRADO 56



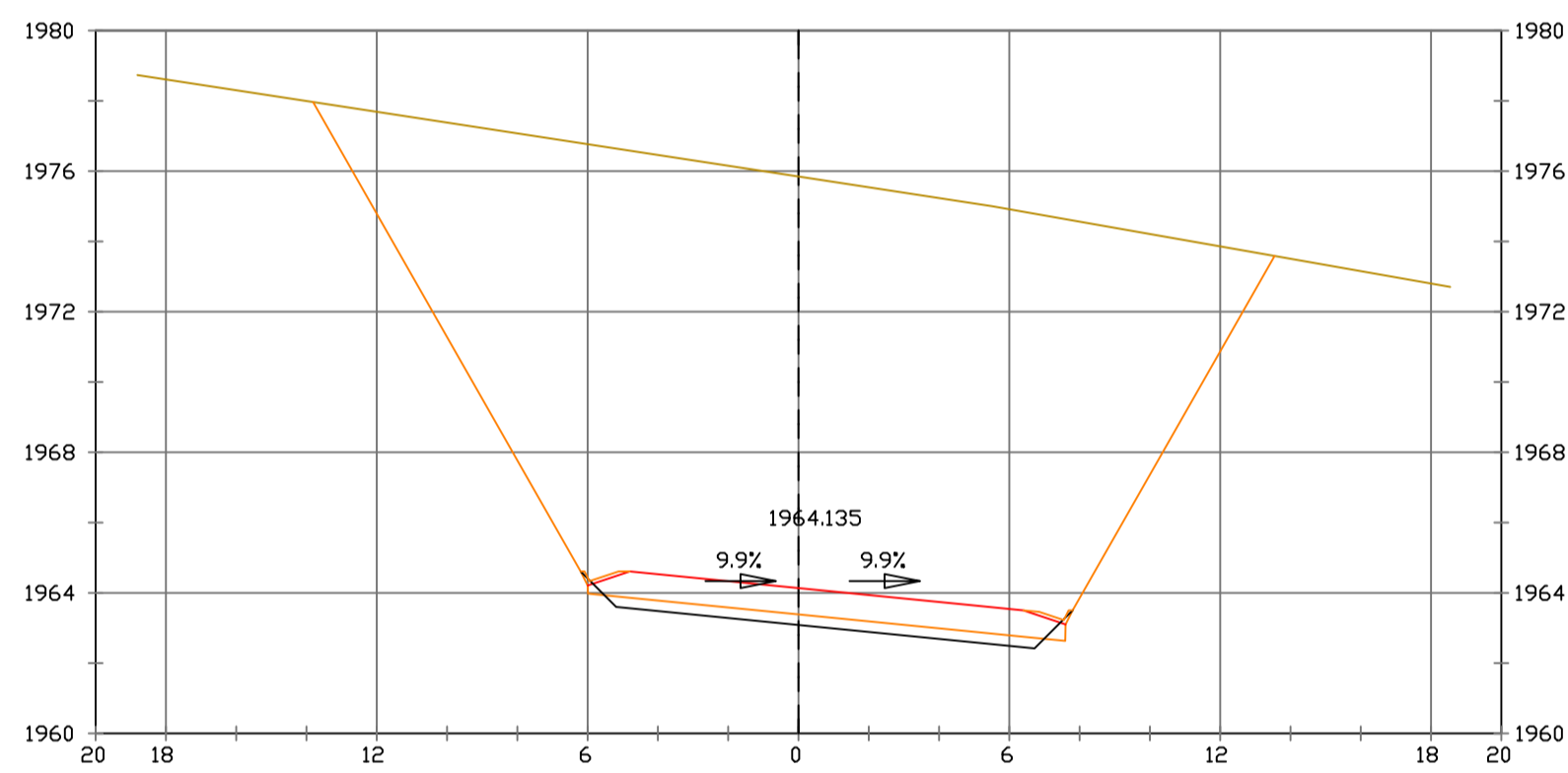
Pk=4+280
 EHI/200 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m2.VP REVES CUNETA = 2.85 m3.VP FIRME = 94.21 m3.
 S. D TIERRA = 230.29 m2. VP D TIERRA = 2145.10 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.59 m2. VP SUELO SEL 1 = 35.44 m3.
 S. FIRME = 9.54 m2.



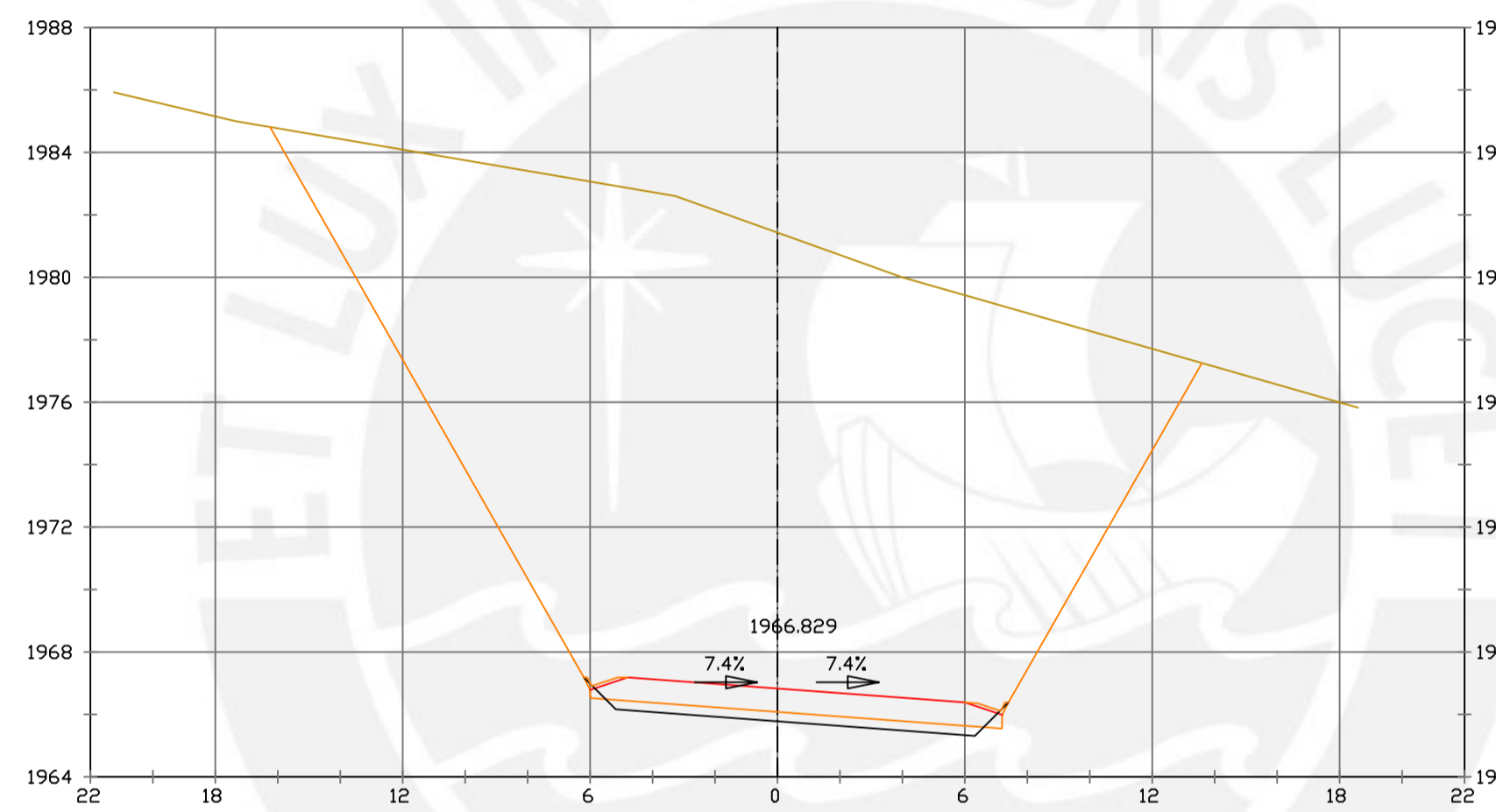
Pk=4+310
 EHI/200 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m2.VP REVES CUNETA = 2.83 m3.VP FIRME = 97.01 m3.
 S. D TIERRA = 310.96 m2. VP D TIERRA = 2936.00 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.64 m2. VP SUELO SEL 1 = 36.57 m3.
 S. FIRME = 9.65 m2.



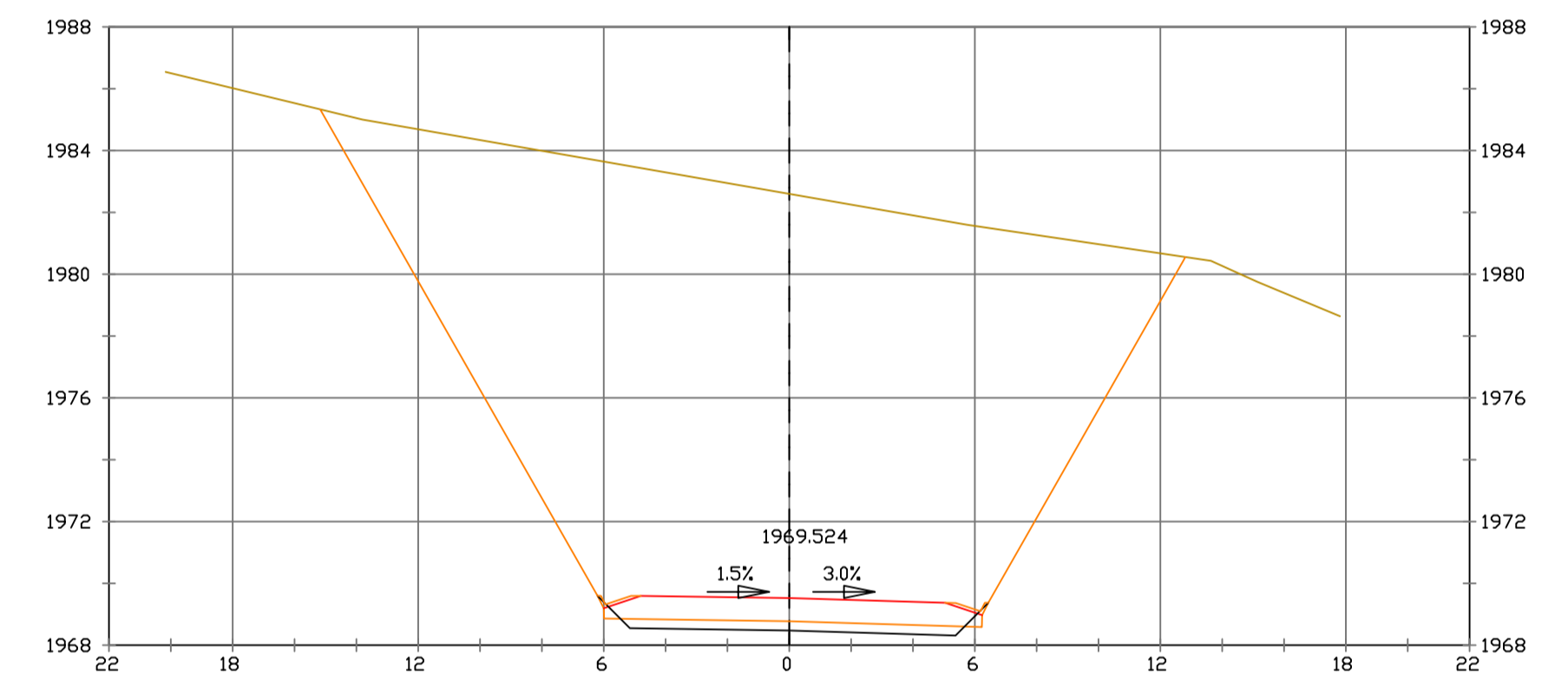
Pk=4+340
 EHI/200 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m2.VP REVES CUNETA = 2.88 m3.VP FIRME = 90.54 m3.
 S. D TIERRA = 304.02 m2. VP D TIERRA = 3143.98 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.35 m2. VP SUELO SEL 1 = 33.96 m3.
 S. FIRME = 8.93 m2.



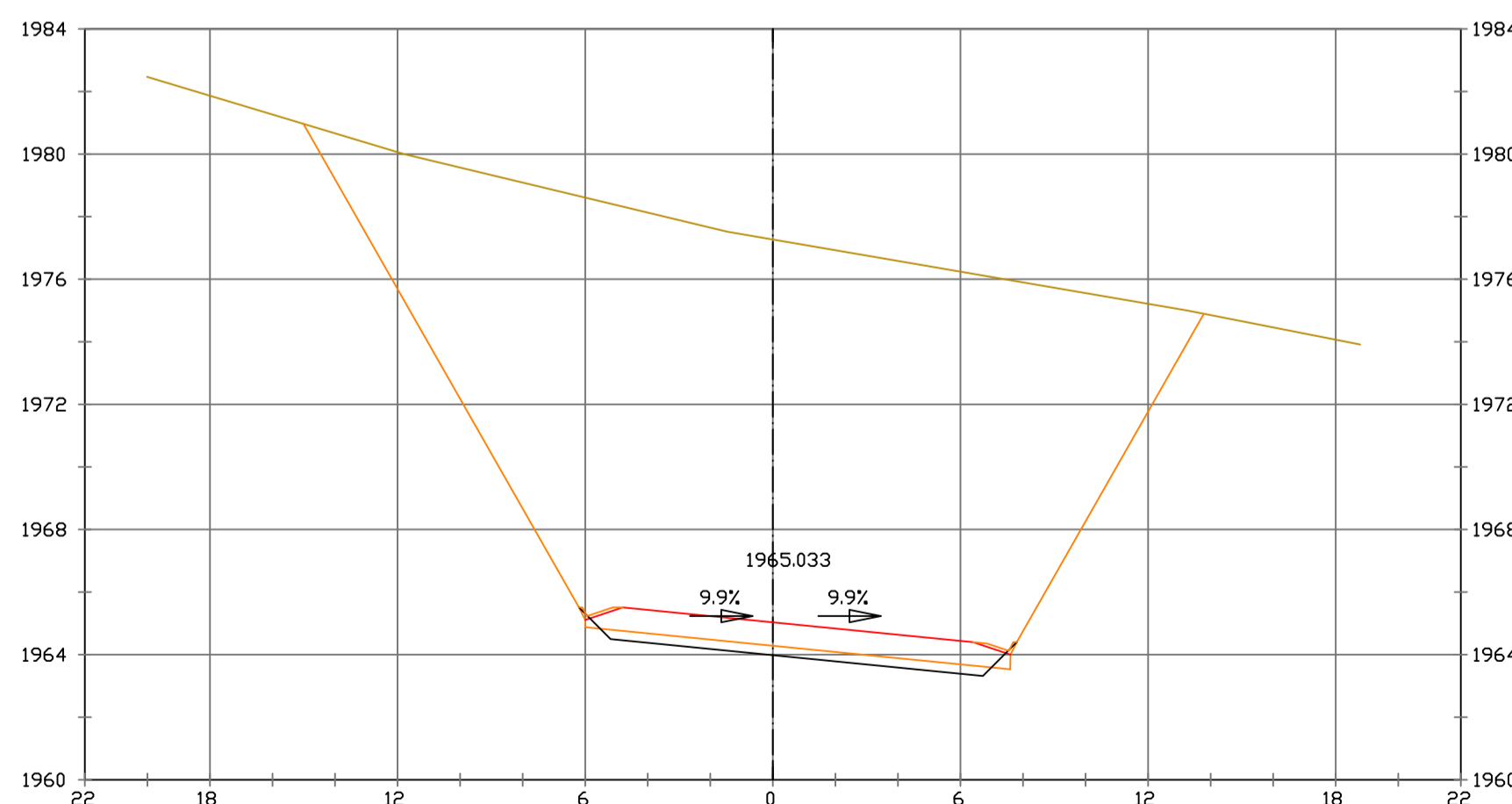
Pk=4+290
 EHI/200 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m2.VP REVES CUNETA = 2.84 m3.VP FIRME = 96.45 m3.
 S. D TIERRA = 255.19 m2. VP D TIERRA = 2434.00 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.66 m2. VP SUELO SEL 1 = 36.34 m3.
 S. FIRME = 9.72 m2.



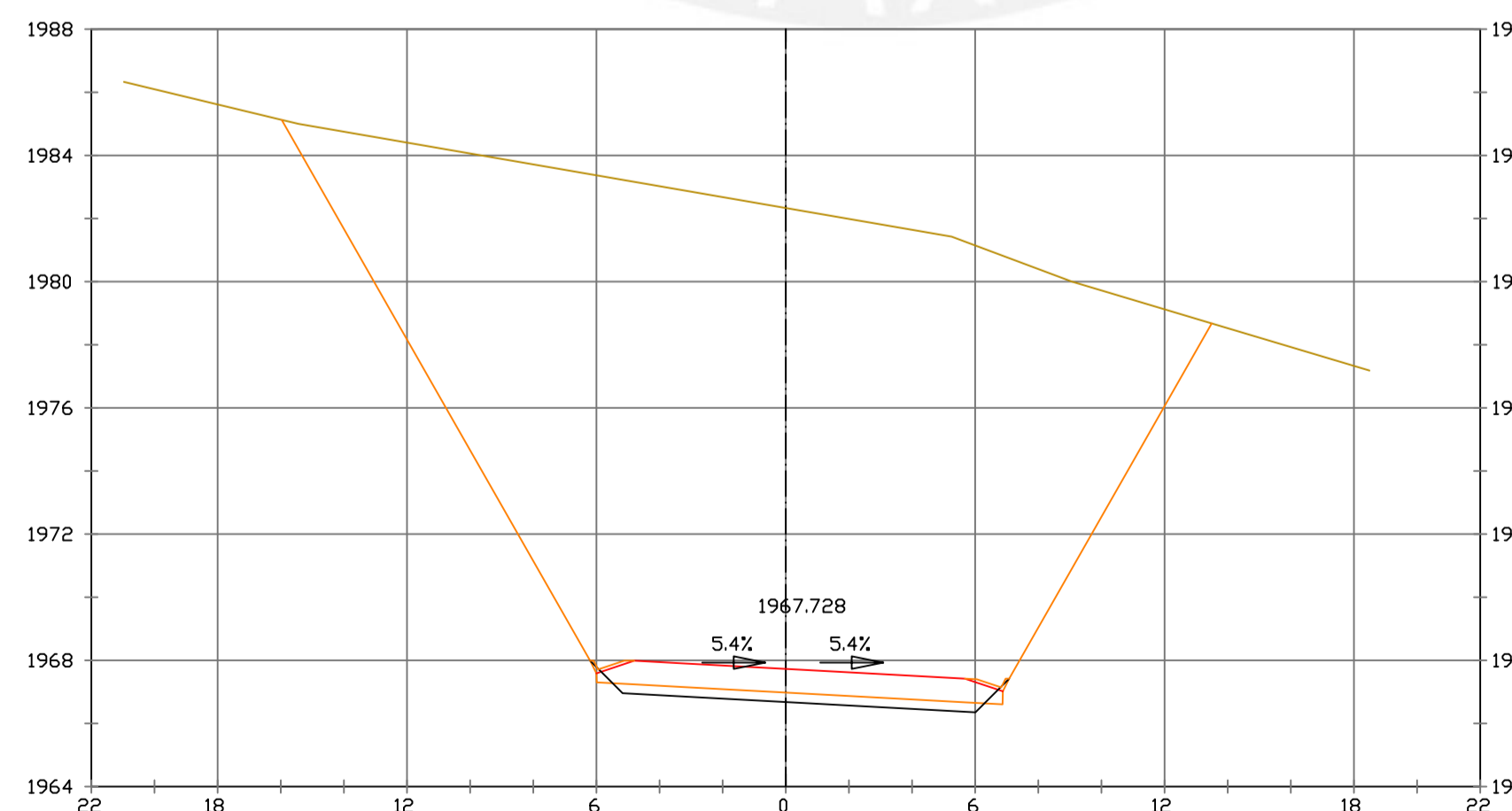
Pk=4+320
 EHI/200 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m2.VP REVES CUNETA = 2.85 m3.VP FIRME = 95.34 m3.
 S. D TIERRA = 328.13 m2. VP D TIERRA = 3212.10 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.54 m2. VP SUELO SEL 1 = 35.90 m3.
 S. FIRME = 9.41 m2.



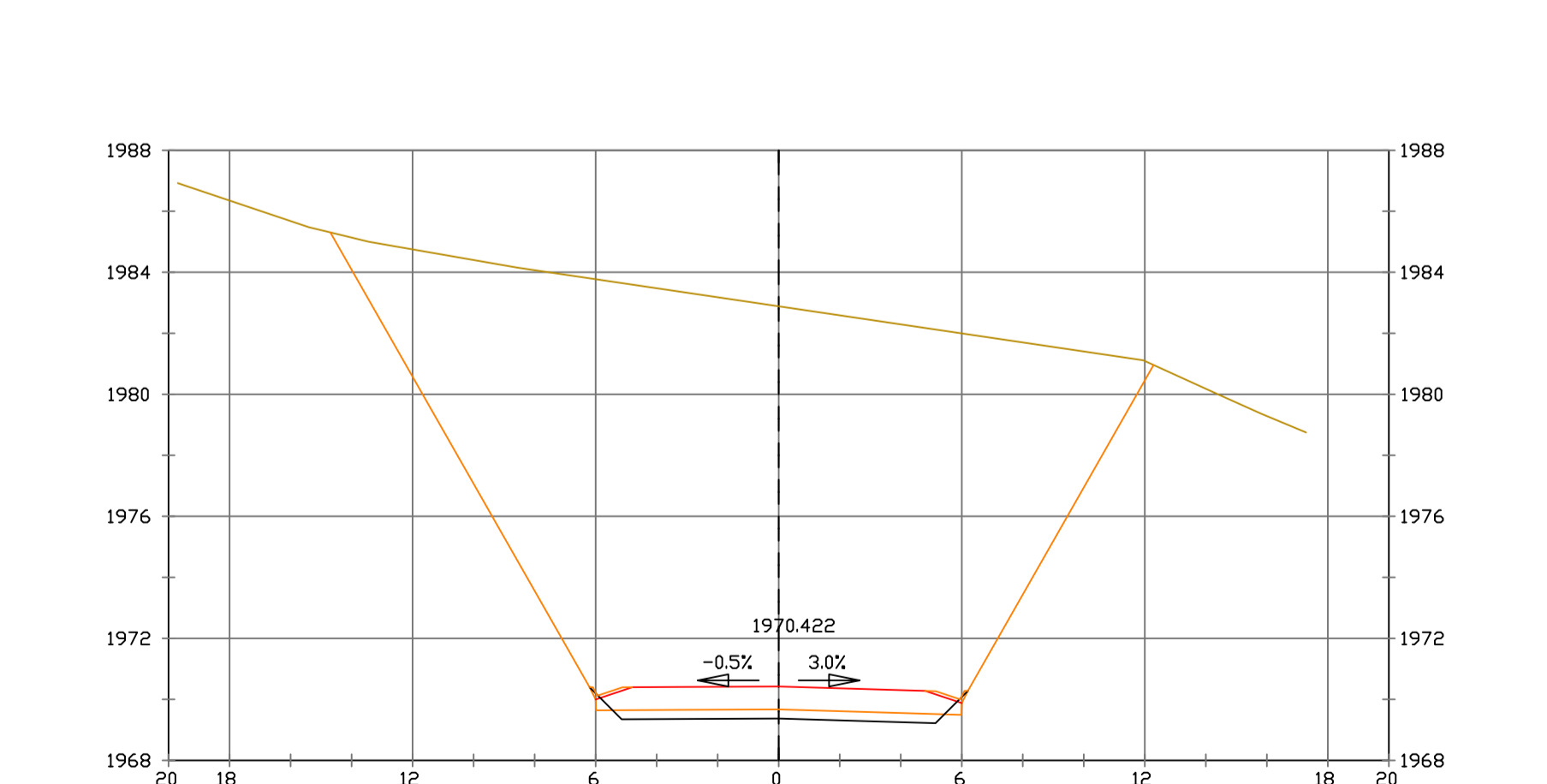
Pk=4+350
 EHI/200 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m2.VP REVES CUNETA = 2.88 m3.VP FIRME = 88.19 m3.
 S. D TIERRA = 278.92 m2. VP D TIERRA = 2913.05 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.25 m2. VP SUELO SEL 1 = 32.99 m3.
 S. FIRME = 8.70 m2.



Pk=4+300
 EHI/200 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m2.VP REVES CUNETA = 2.83 m3.VP FIRME = 97.16 m3.
 S. D TIERRA = 276.80 m2. VP D TIERRA = 2651.85 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.66 m2. VP SUELO SEL 1 = 36.64 m3.
 S. FIRME = 9.72 m2.



Pk=4+330
 EHI/200 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m2.VP REVES CUNETA = 2.86 m3.VP FIRME = 92.94 m3.
 S. D TIERRA = 323.29 m2. VP D TIERRA = 3268.00 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.44 m2. VP SUELO SEL 1 = 34.93 m3.
 S. FIRME = 9.17 m2.



Pk=4+360
 EHI/200 EV1/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m2.VP REVES CUNETA = 2.88 m3.VP FIRME = 86.08 m3.
 S. D TIERRA = 259.45 m2. VP D TIERRA = 2685.69 m3.
 S. SUELO SEL 1 = 3.18 m2. VP SUELO SEL 1 = 32.06 m3.
 S. FIRME = 8.54 m2.

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

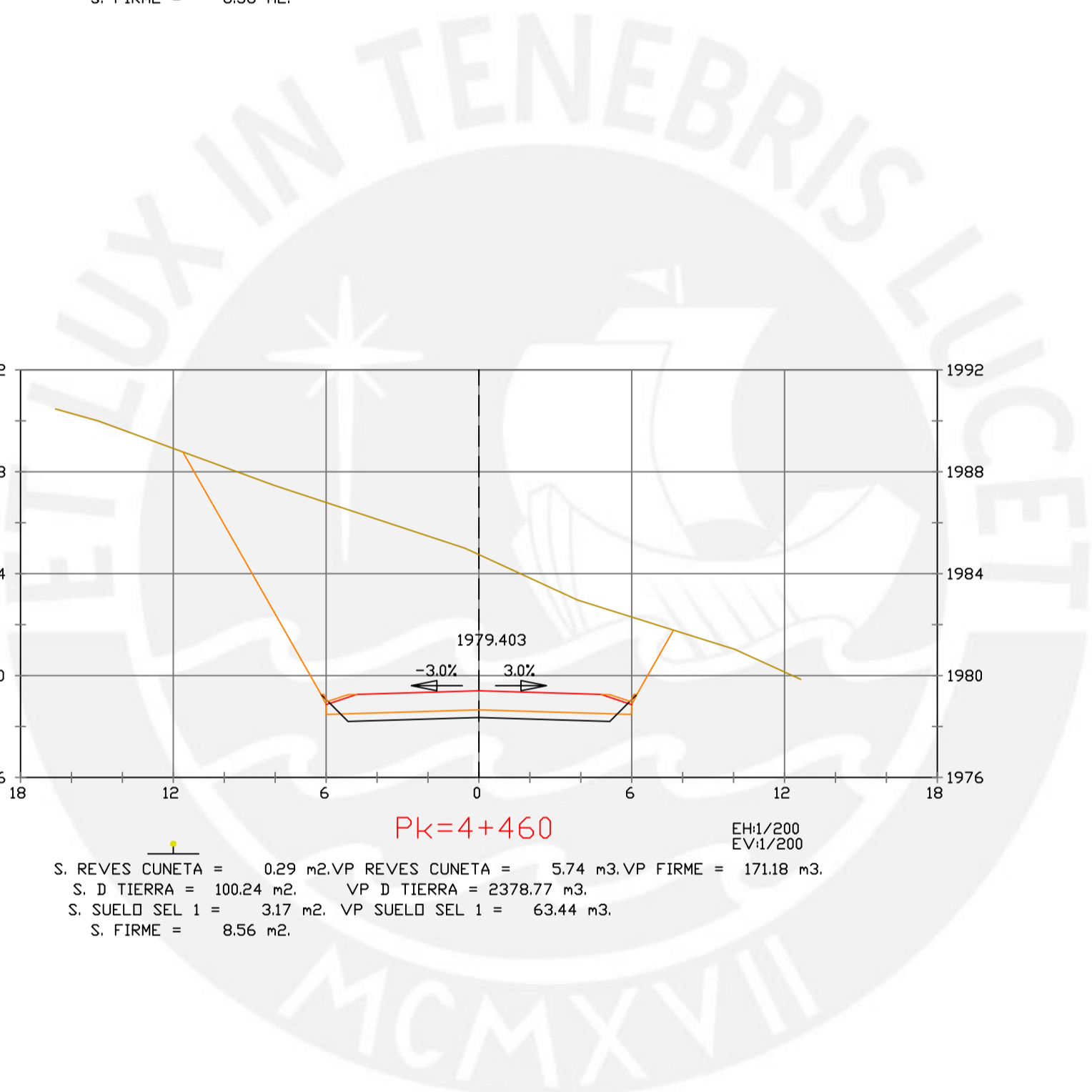
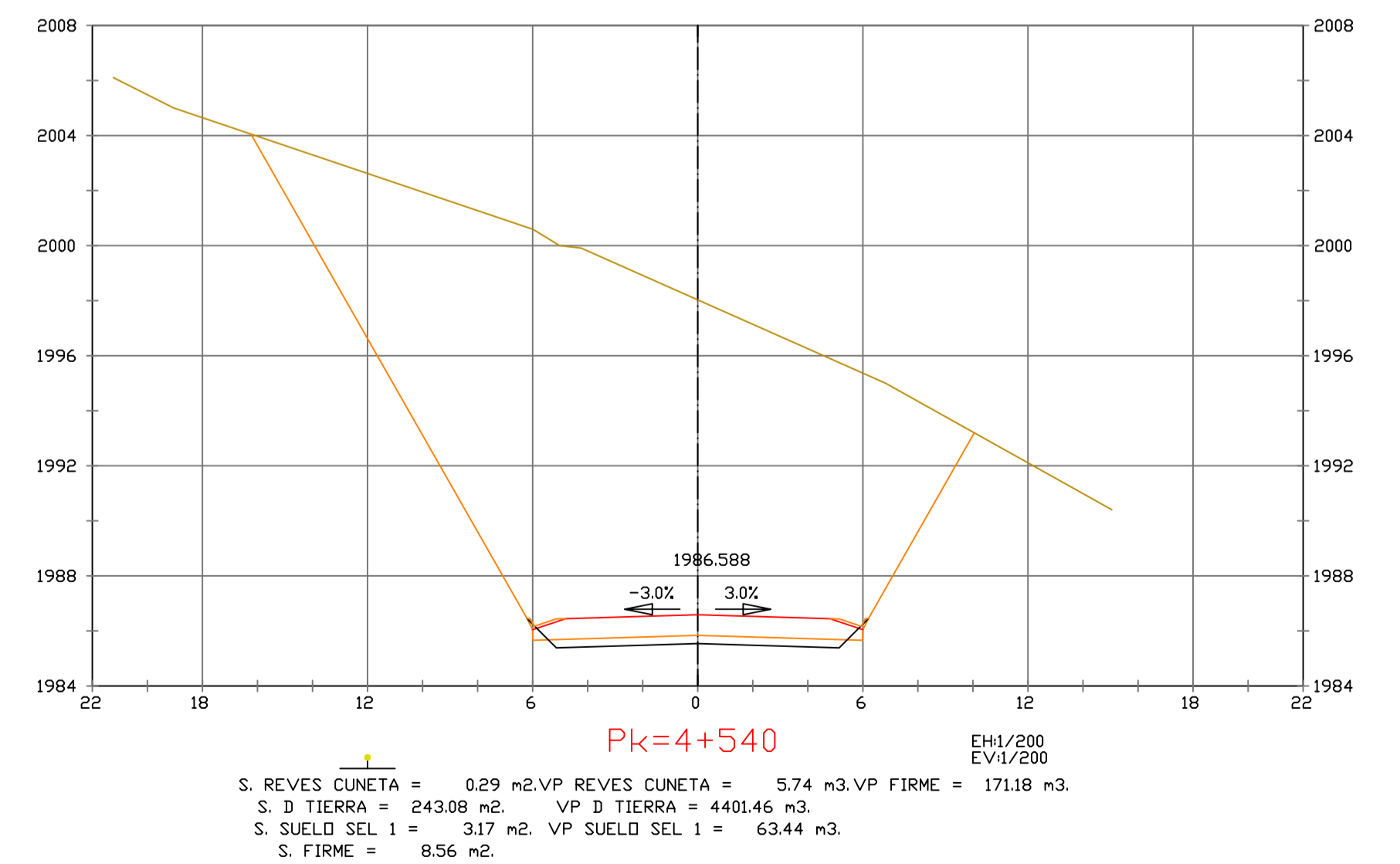
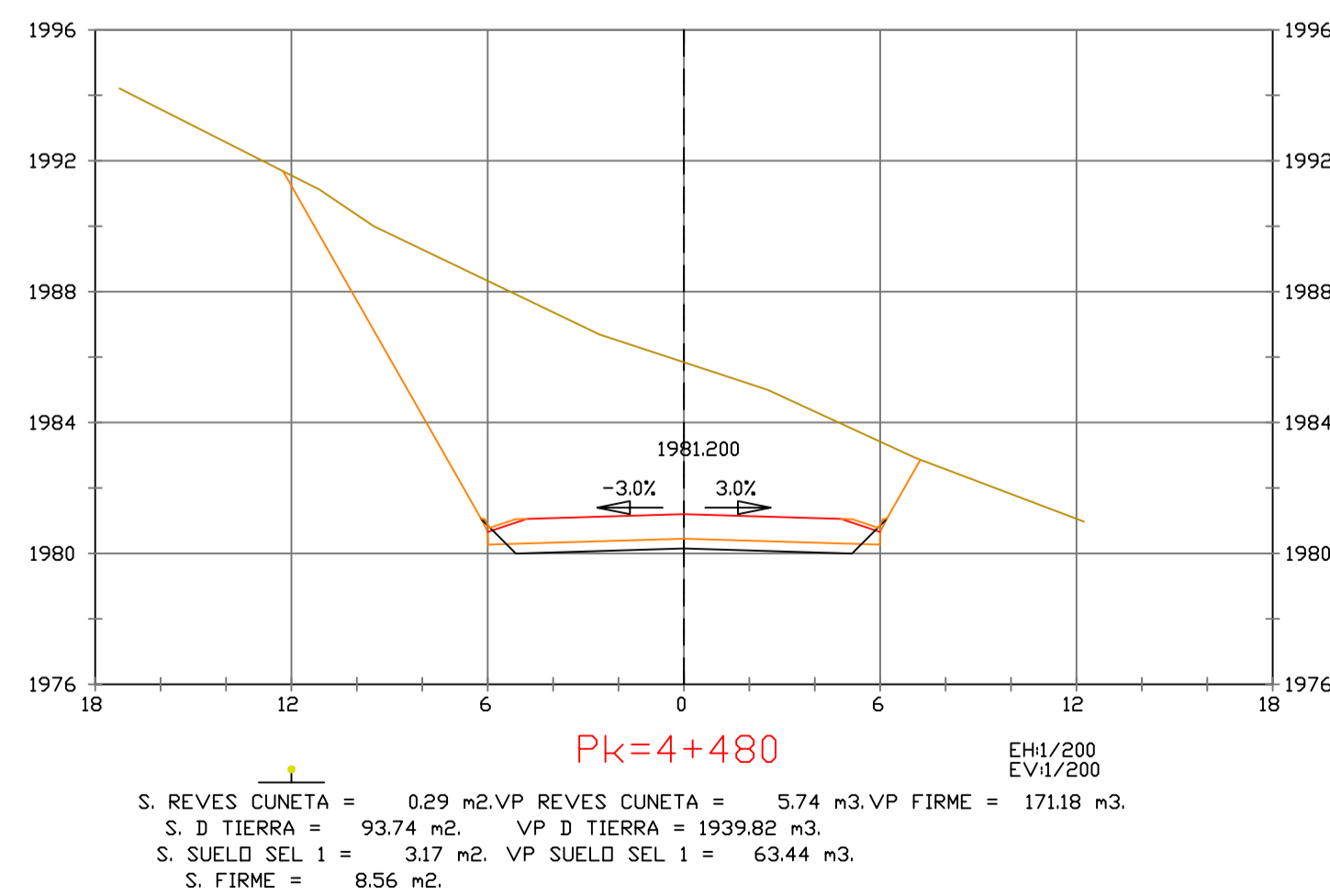
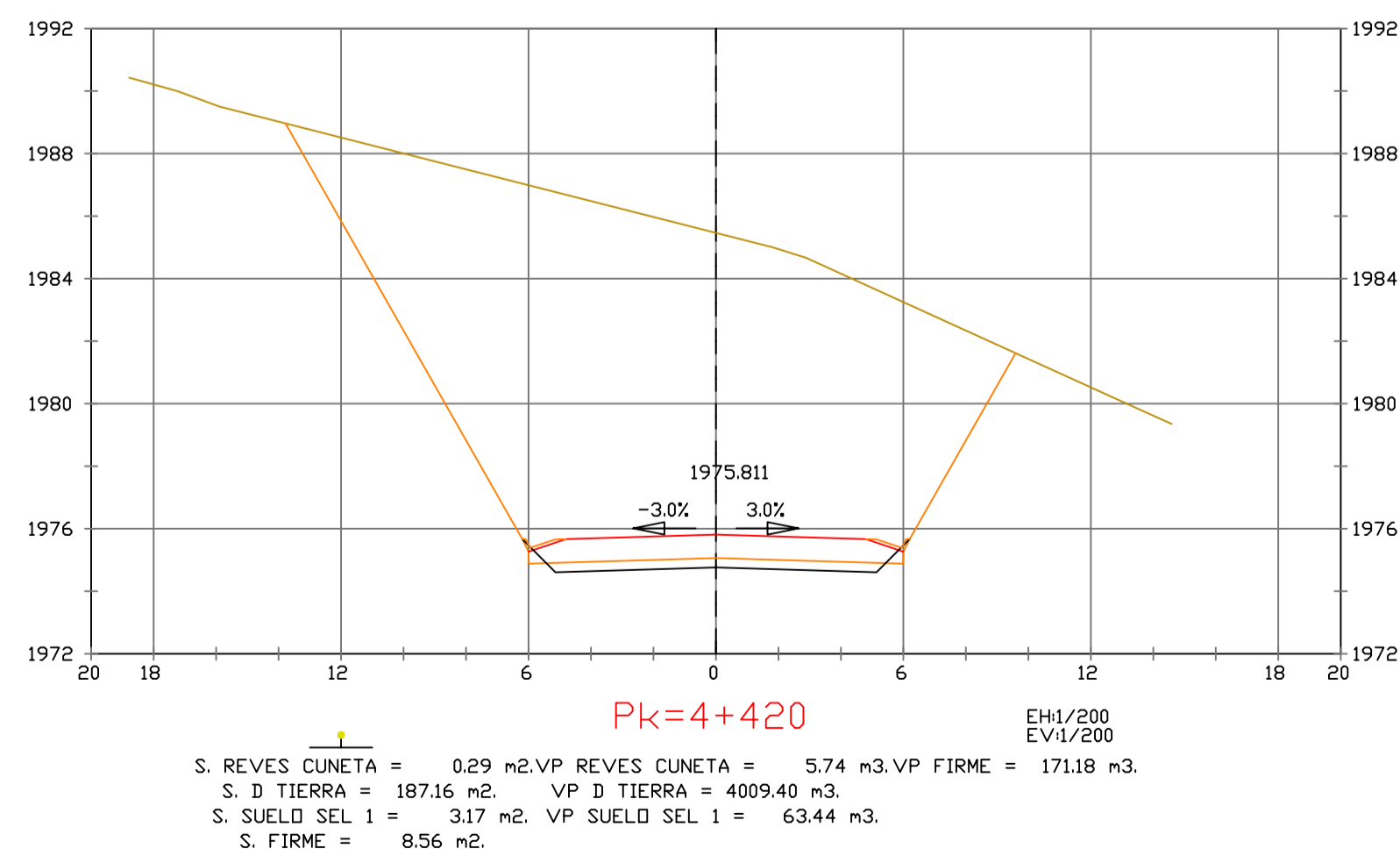
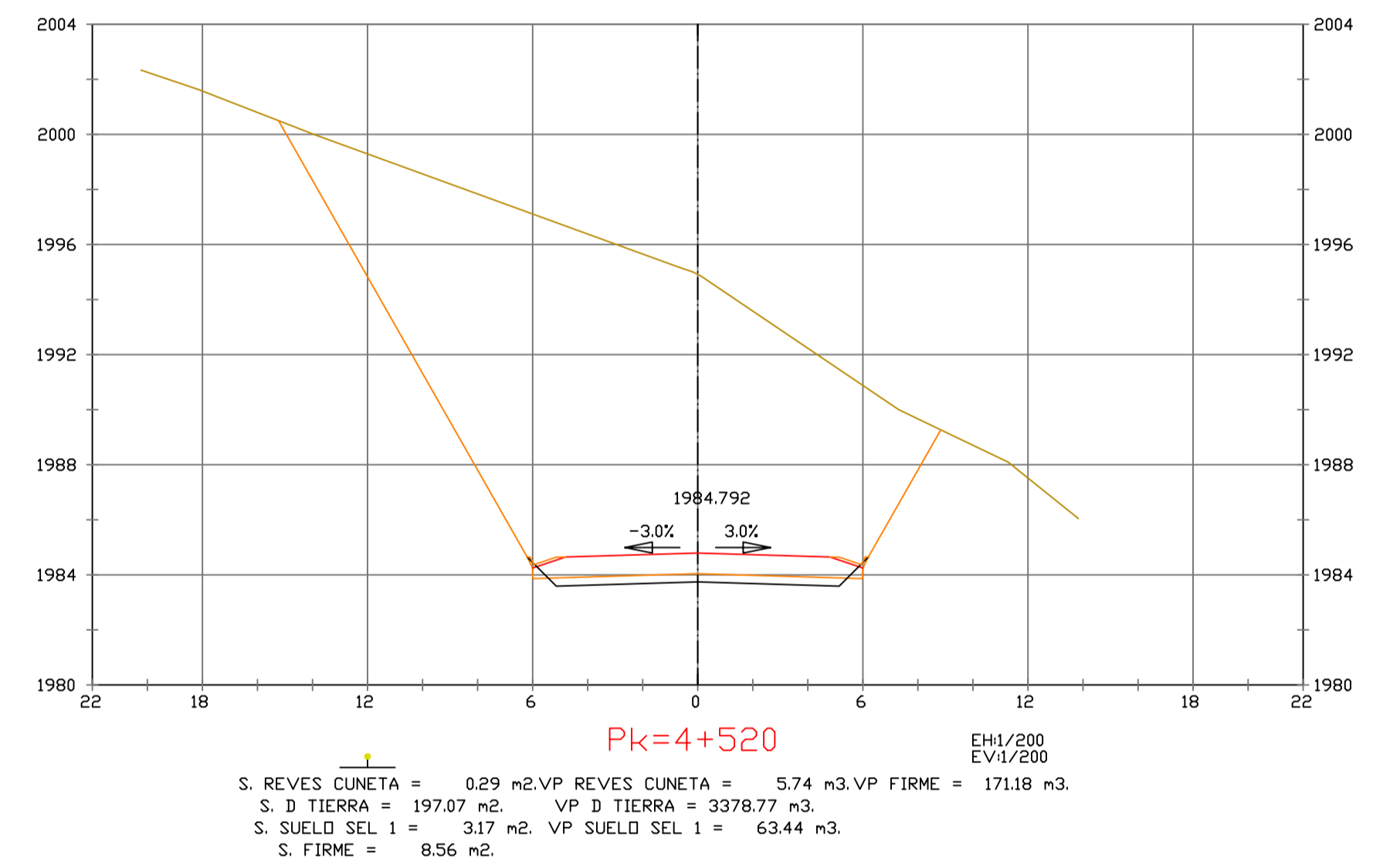
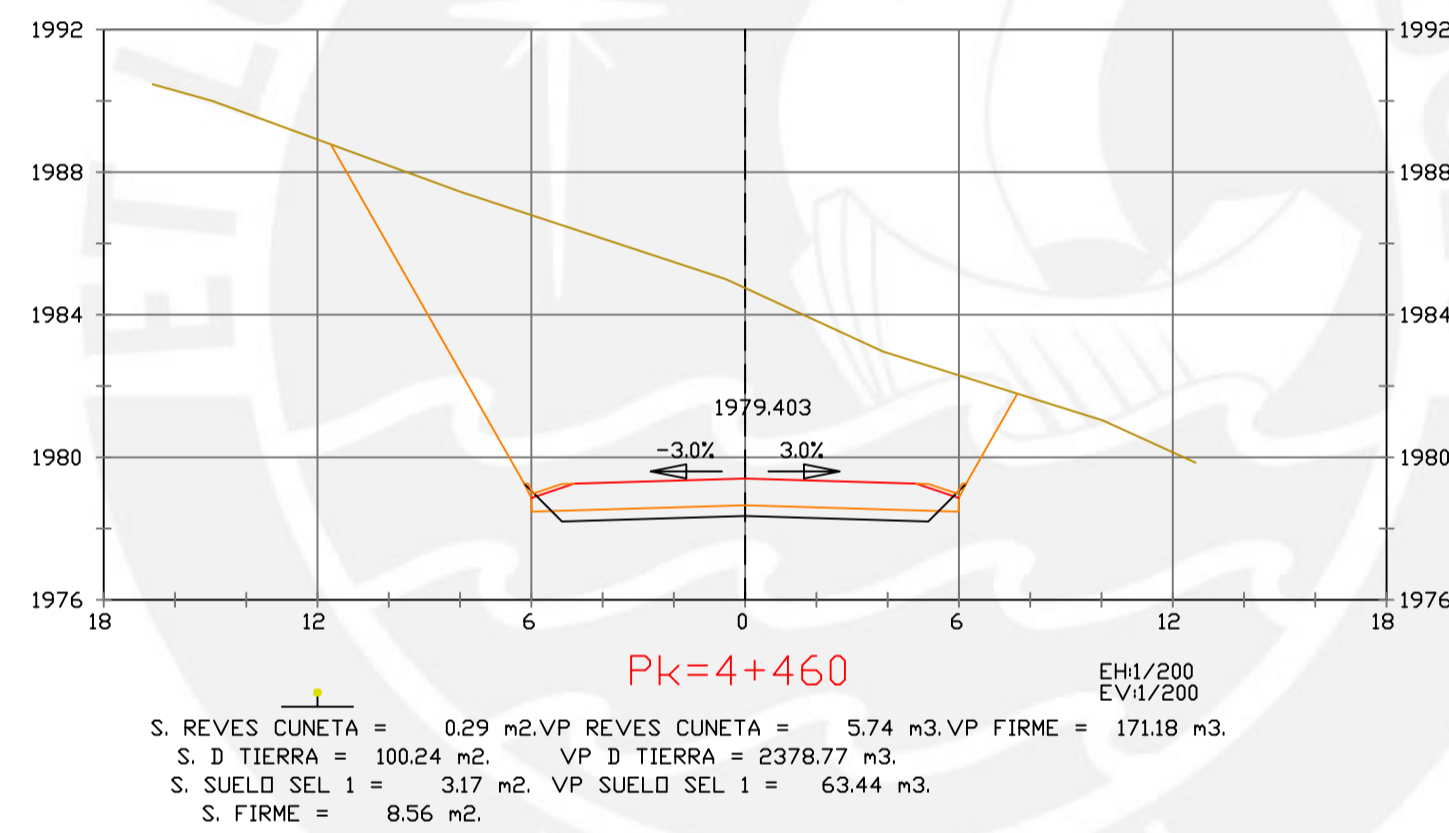
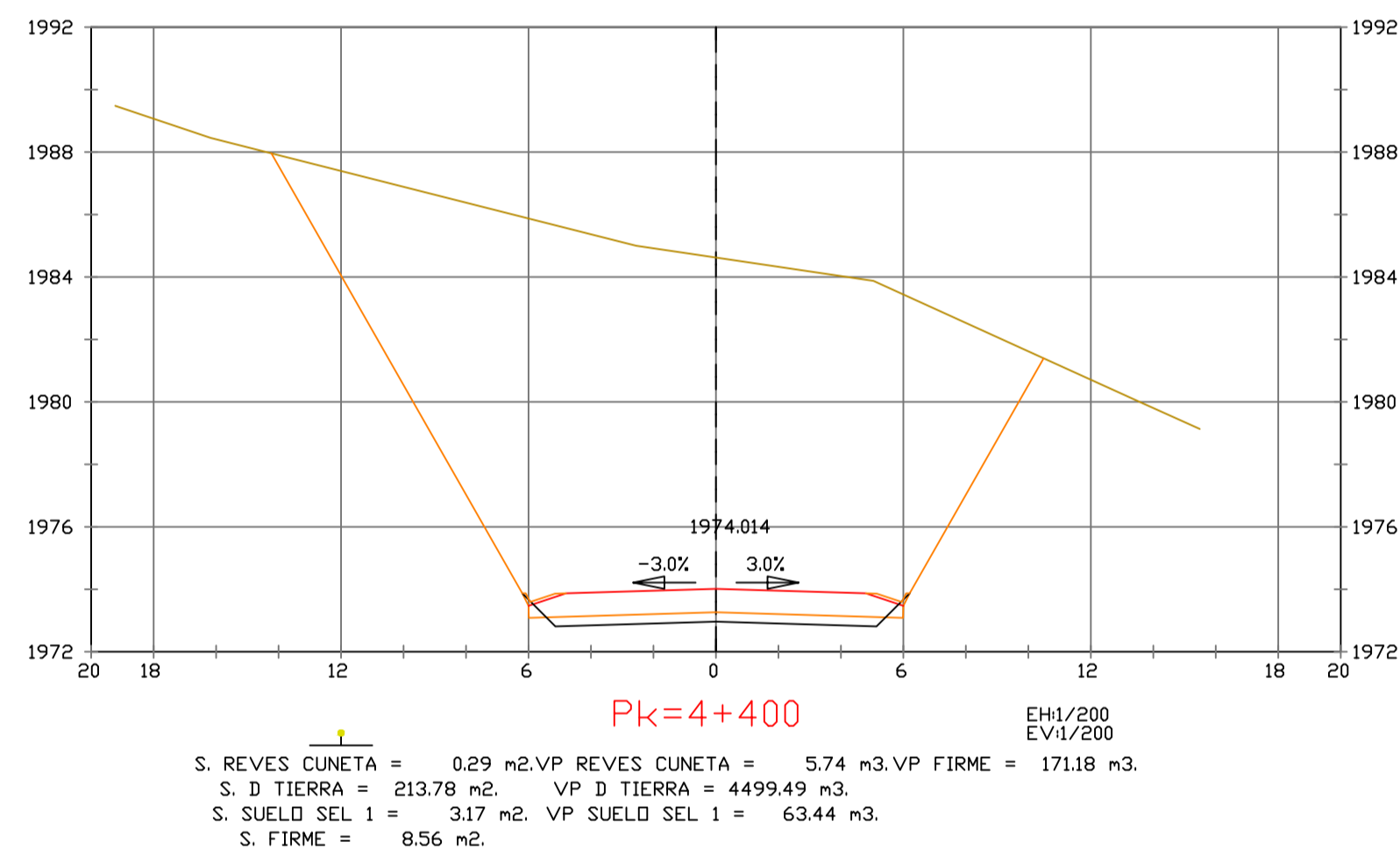
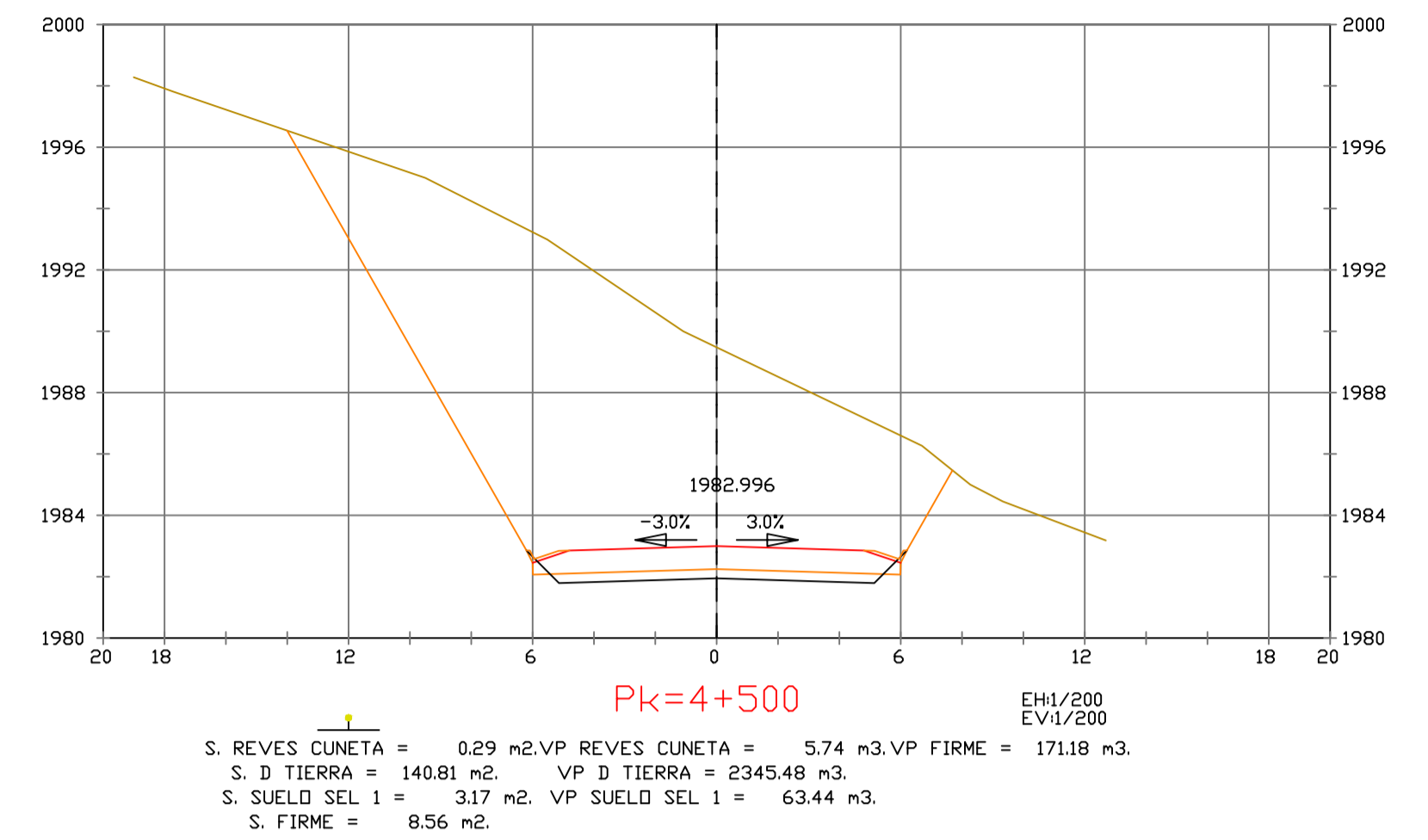
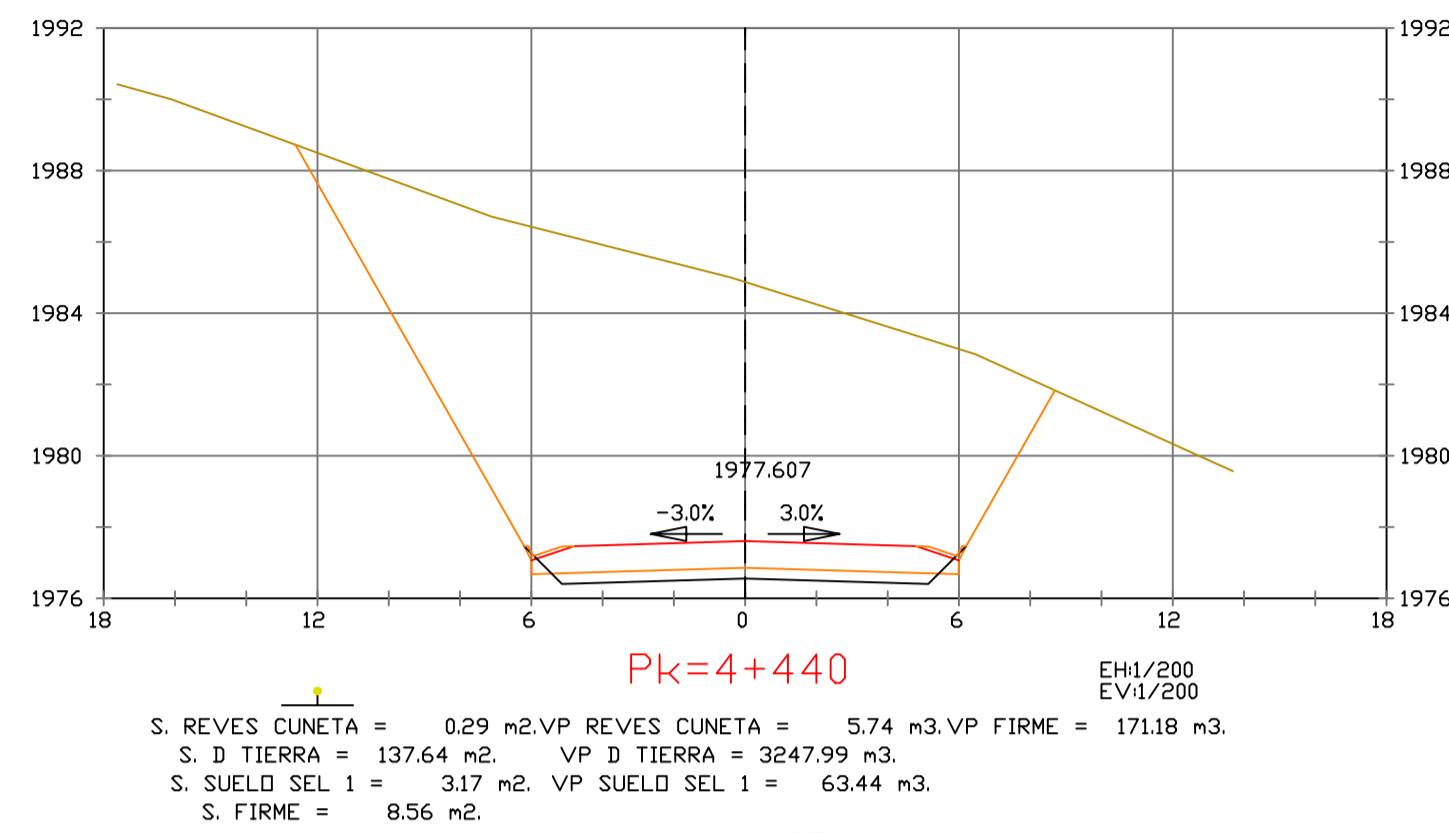
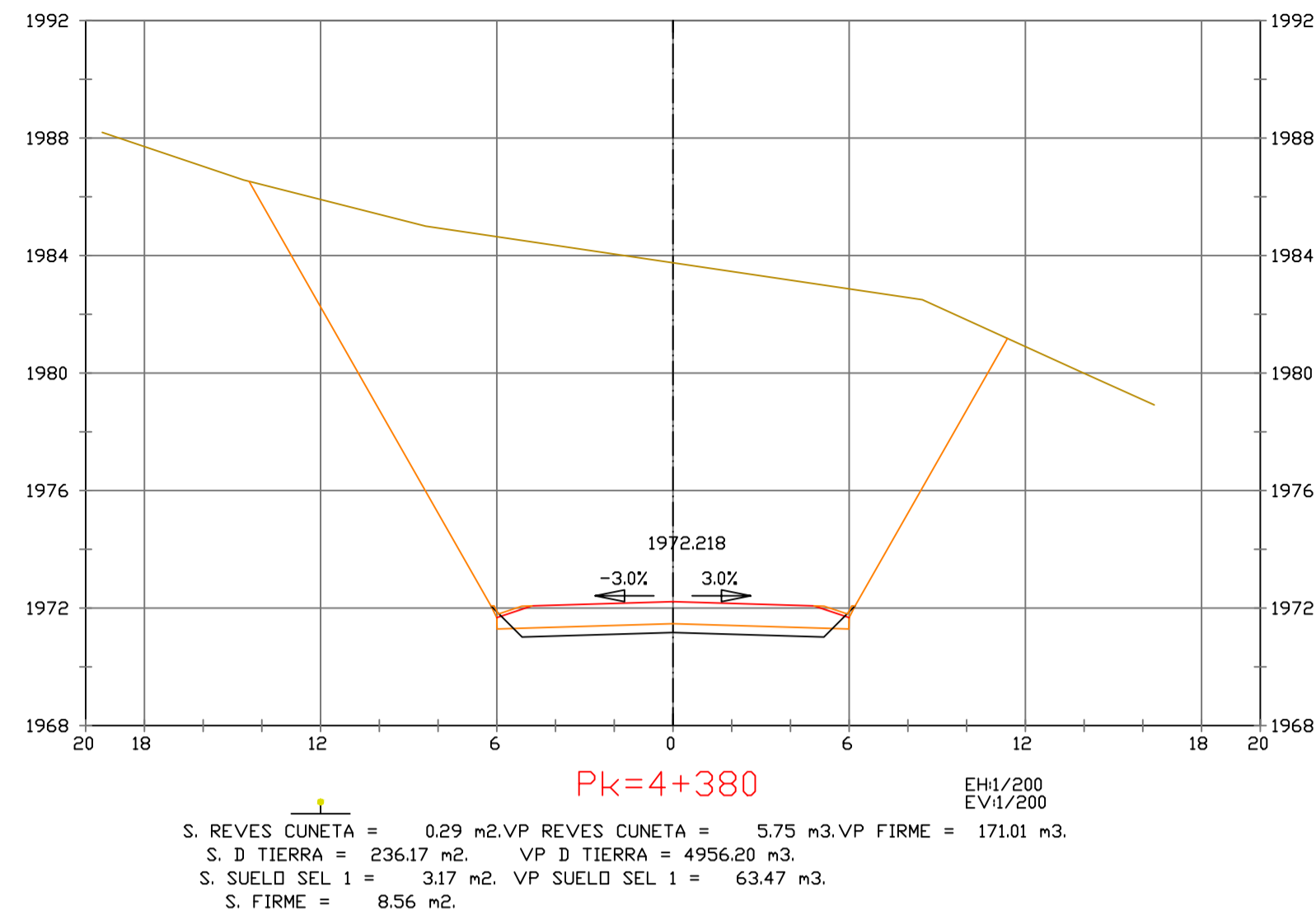
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA DE CACLIC A LUYA AMAZONAS

NOMBRE PLANO : SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 06/12/2021

TESIS DE PREGRADO 57



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

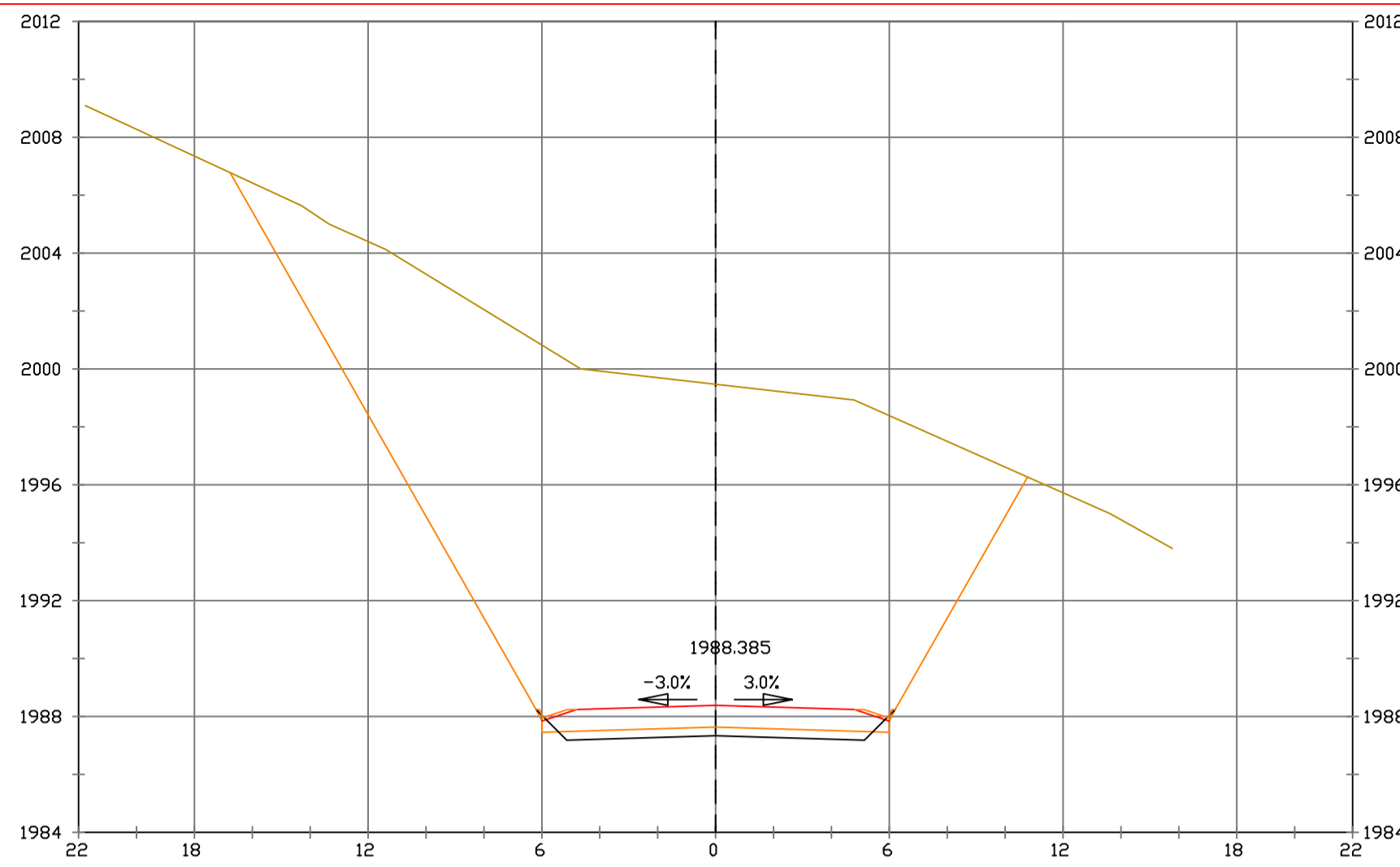
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

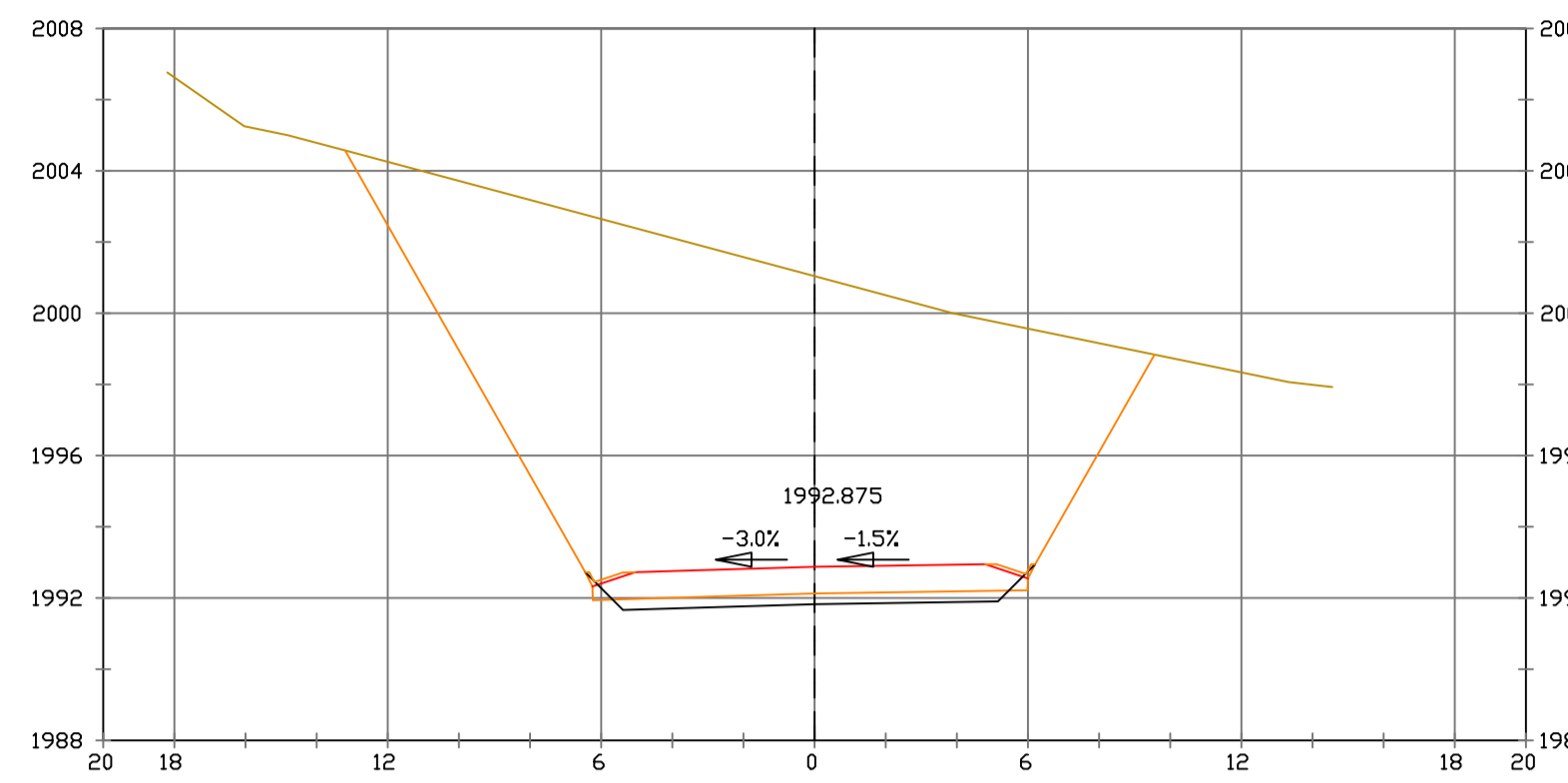
NOMBRE PLANO :
 SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
 06/12/2021

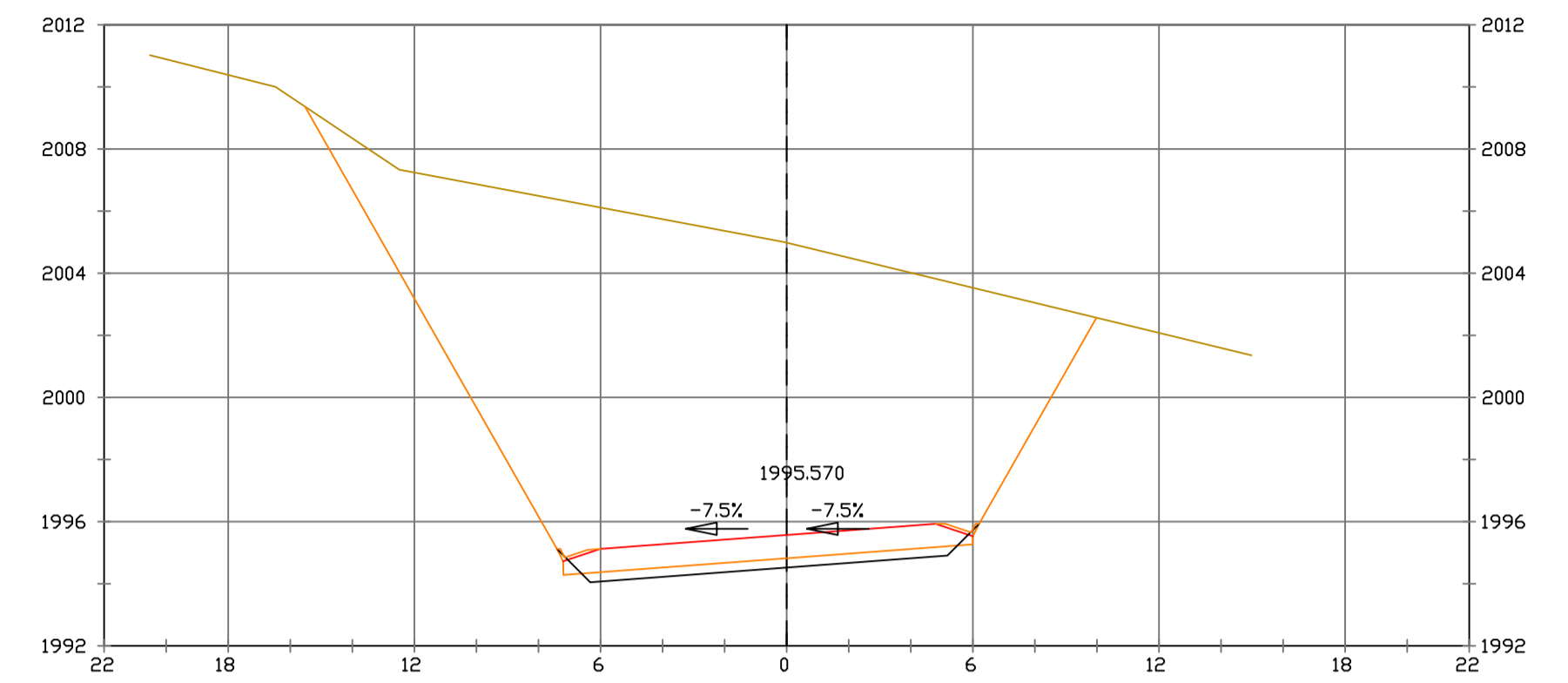
TESIS DE
 PREGRADO 58



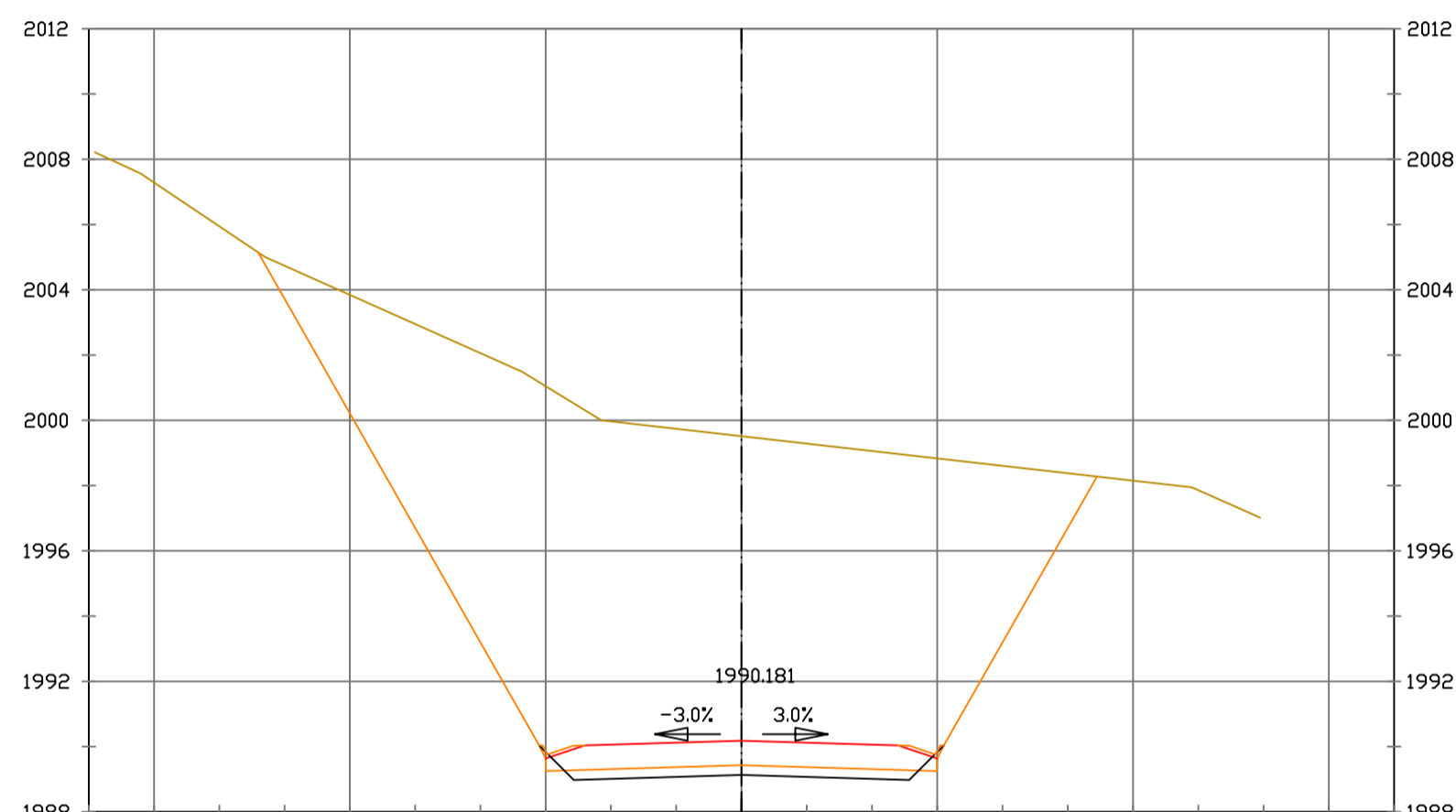
Pk=4+560
 EHI/200
 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 5.74 m³. VP FIRME = 171.18 m³.
 S. D TIERRA = 242.55 m². VP D TIERRA = 4856.26 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m². VP SUELO SEL 1 = 63.44 m³.
 S. FIRME = 8.56 m².



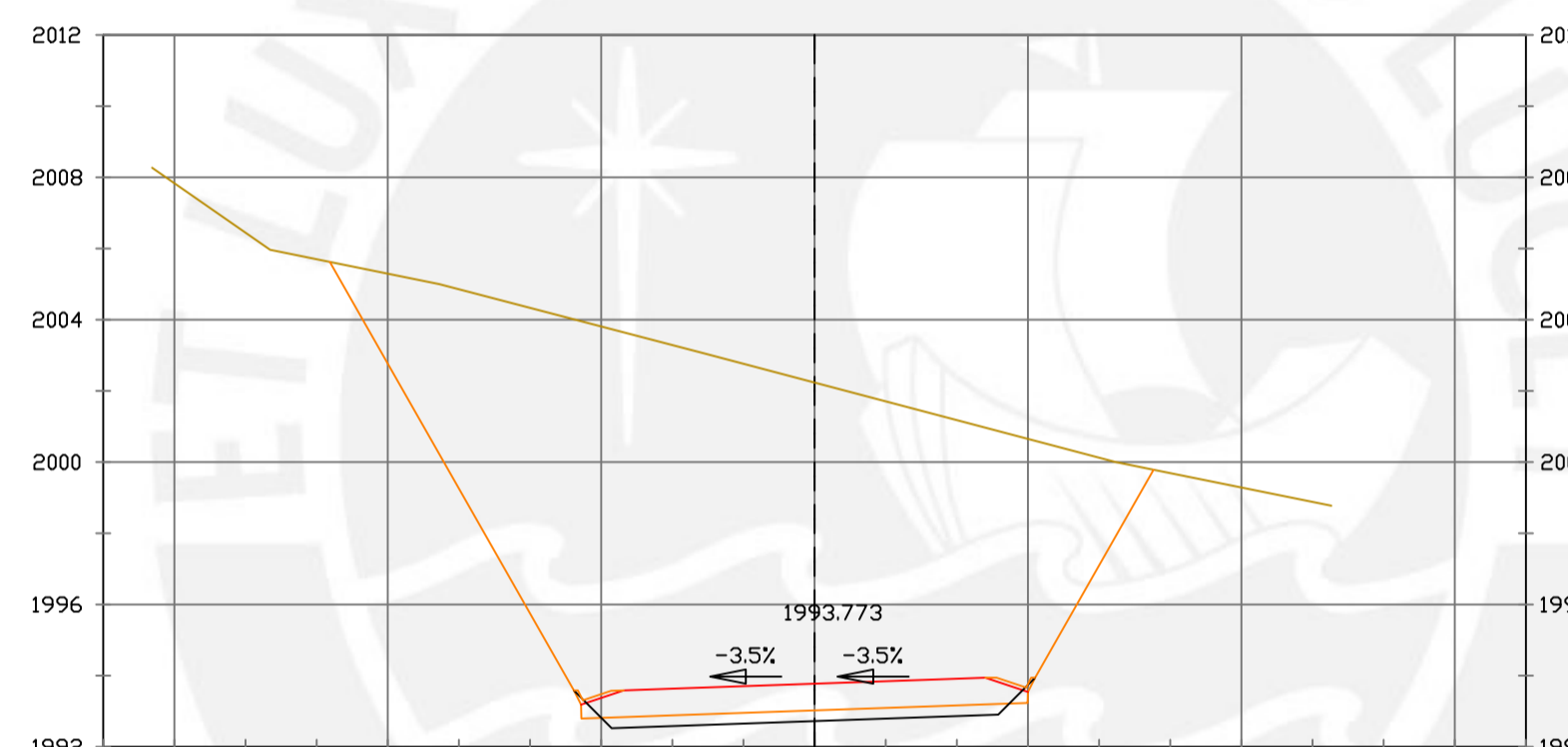
Pk=4+610
 EHI/200
 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.88 m³. VP FIRME = 86.12 m³.
 S. D TIERRA = 161.29 m². VP D TIERRA = 1584.92 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.25 m². VP SUELO SEL 1 = 32.08 m³.
 S. FIRME = 8.71 m².



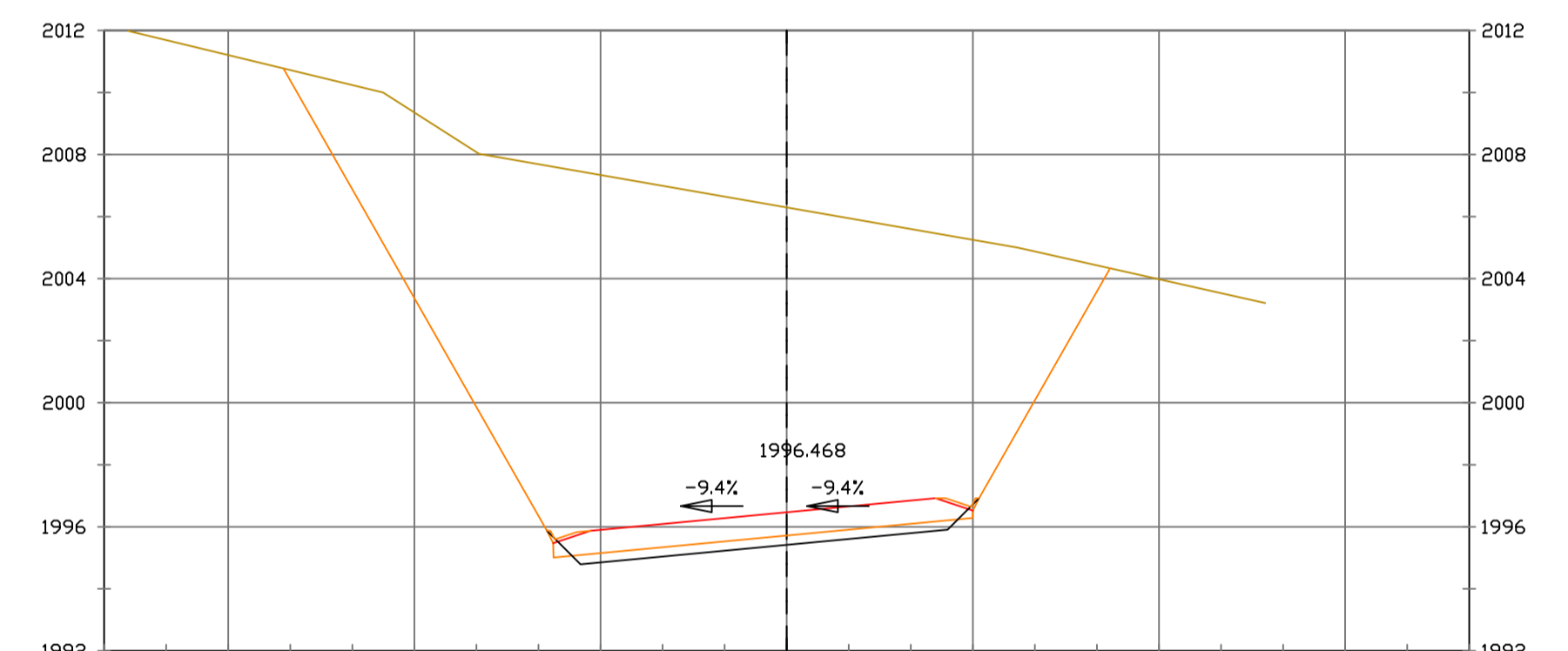
Pk=4+640
 EHI/200
 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.86 m³. VP FIRME = 93.01 m³.
 S. D TIERRA = 198.69 m². VP D TIERRA = 1902.23 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.54 m². VP SUELO SEL 1 = 34.96 m³.
 S. FIRME = 9.42 m².



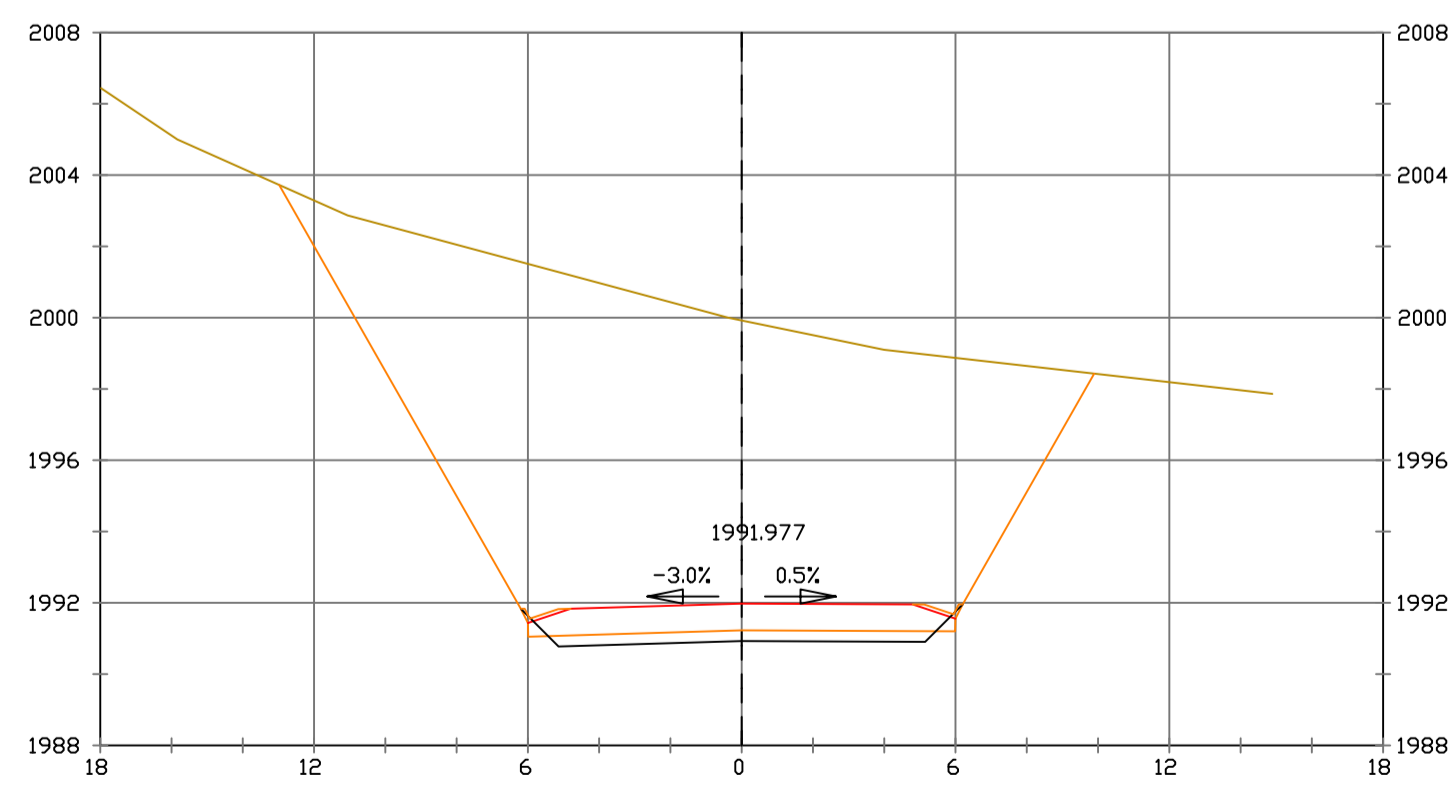
Pk=4+580
 EHI/200
 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 5.74 m³. VP FIRME = 171.18 m³.
 S. D TIERRA = 198.32 m². VP D TIERRA = 4408.67 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.17 m². VP SUELO SEL 1 = 63.44 m³.
 S. FIRME = 8.56 m².



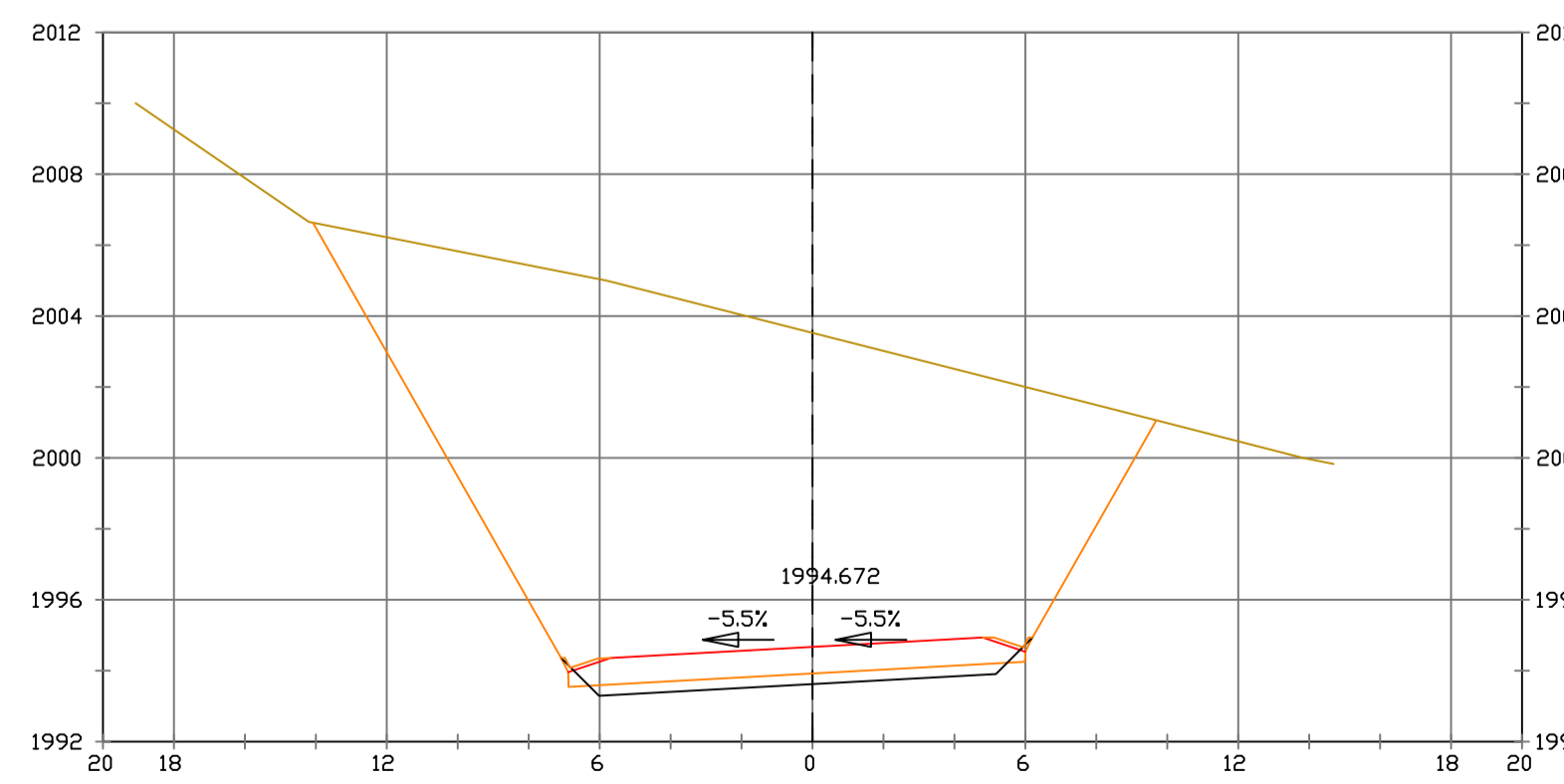
Pk=4+620
 EHI/200
 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.88 m³. VP FIRME = 86.25 m³.
 S. D TIERRA = 170.42 m². VP D TIERRA = 1656.59 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.35 m². VP SUELO SEL 1 = 33.02 m³.
 S. FIRME = 8.94 m².



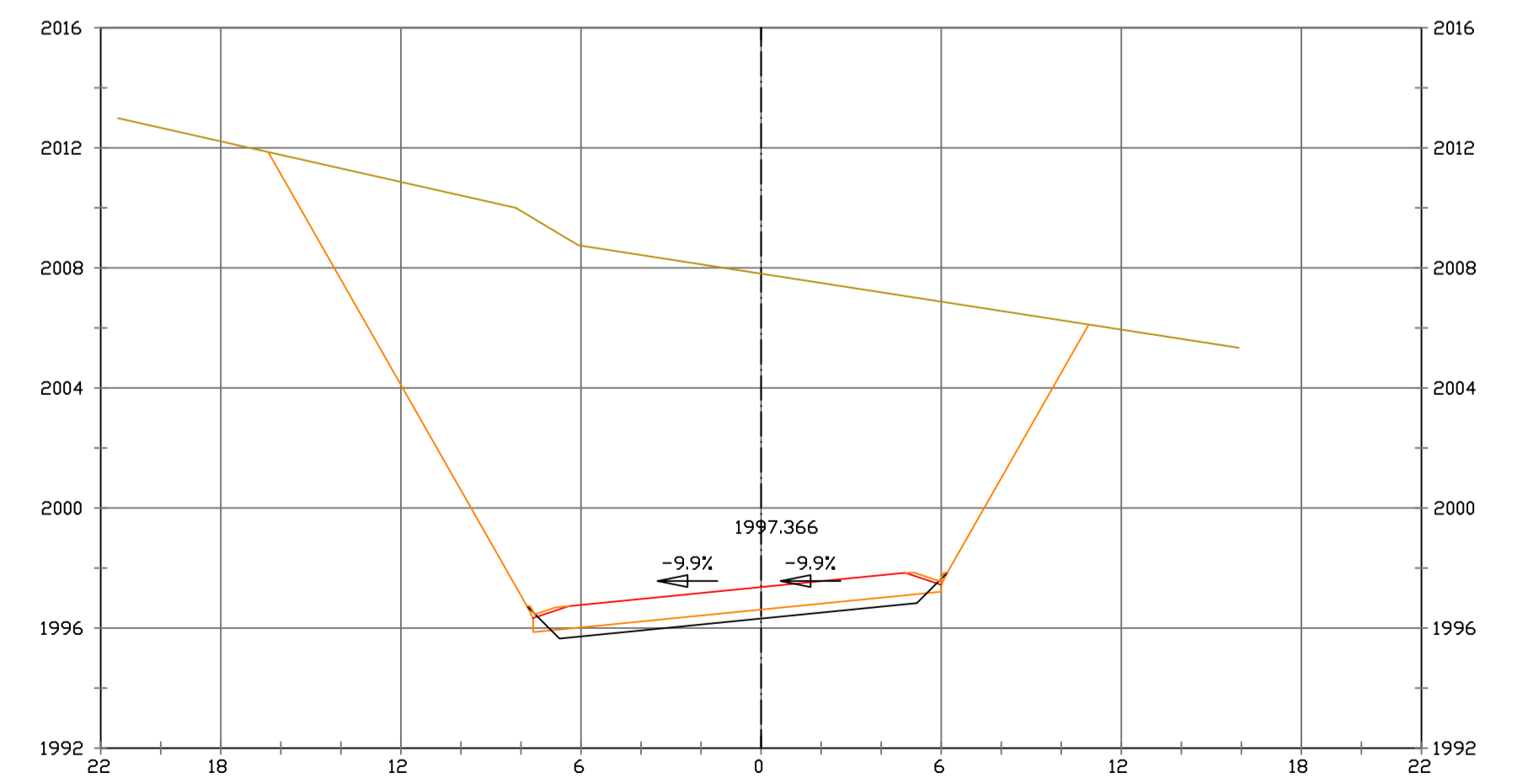
Pk=4+650
 EHI/200
 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.85 m³. VP FIRME = 95.41 m³.
 S. D TIERRA = 221.02 m². VP D TIERRA = 2096.66 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.64 m². VP SUELO SEL 1 = 35.93 m³.
 S. FIRME = 9.66 m².



Pk=4+600
 EHI/200
 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 5.75 m³. VP FIRME = 171.00 m³.
 S. D TIERRA = 157.23 m². VP D TIERRA = 3555.49 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.18 m². VP SUELO SEL 1 = 63.47 m³.
 S. FIRME = 8.54 m².



Pk=4+630
 EHI/200
 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.29 m². VP REVES CUNETA = 2.88 m³. VP FIRME = 90.61 m³.
 S. D TIERRA = 182.60 m². VP D TIERRA = 1763.87 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.45 m². VP SUELO SEL 1 = 33.99 m³.
 S. FIRME = 9.18 m².



Pk=4+660
 EHI/200
 EVI/200
 S. REVES CUNETA = 0.28 m². VP REVES CUNETA = 2.83 m³. VP FIRME = 97.03 m³.
 S. D TIERRA = 241.31 m². VP D TIERRA = 2312.67 m³.
 S. SUELO SEL 1 = 3.66 m². VP SUELO SEL 1 = 36.58 m³.
 S. FIRME = 9.72 m².

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
 E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS
 DE LA CRUZ

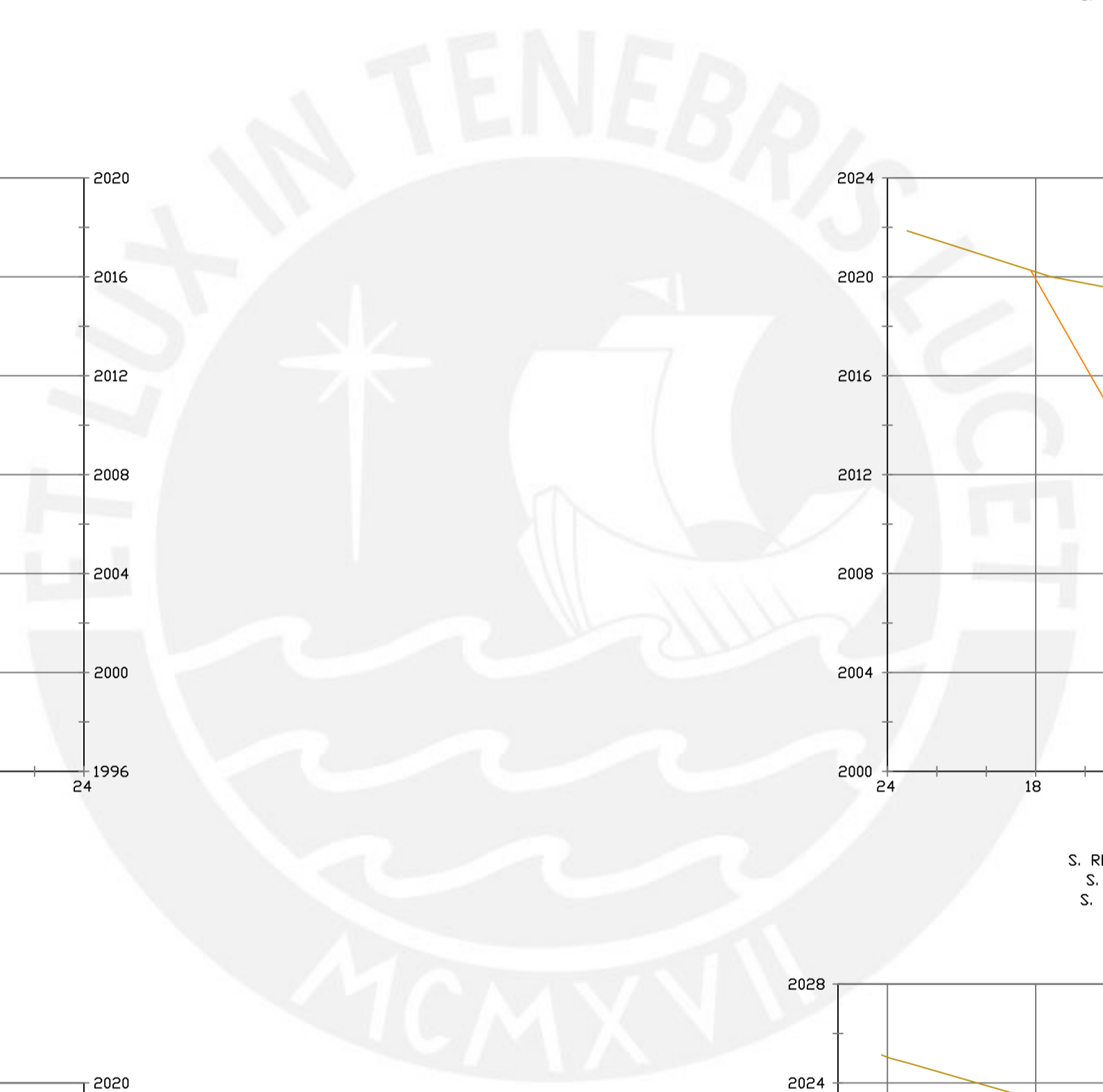
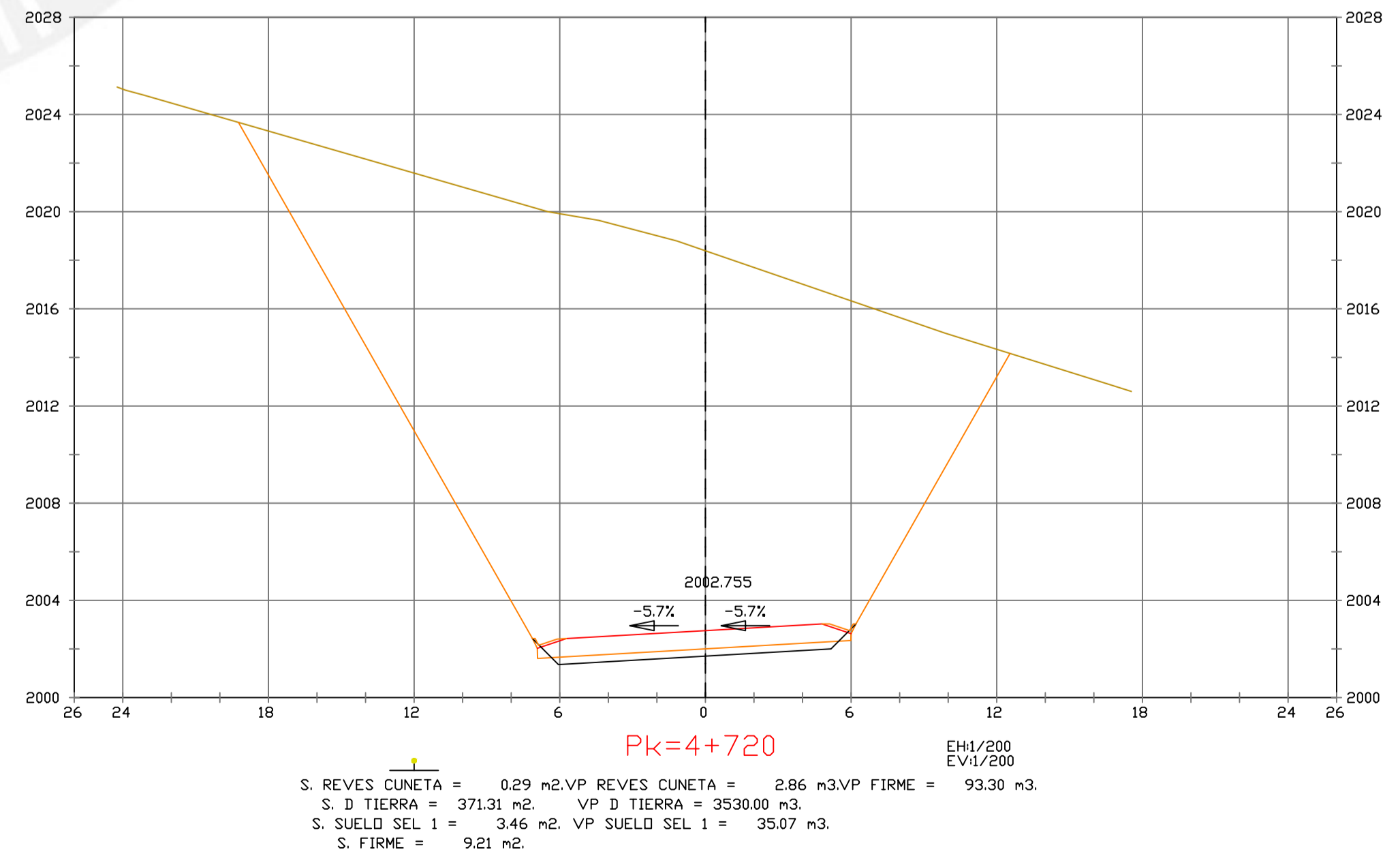
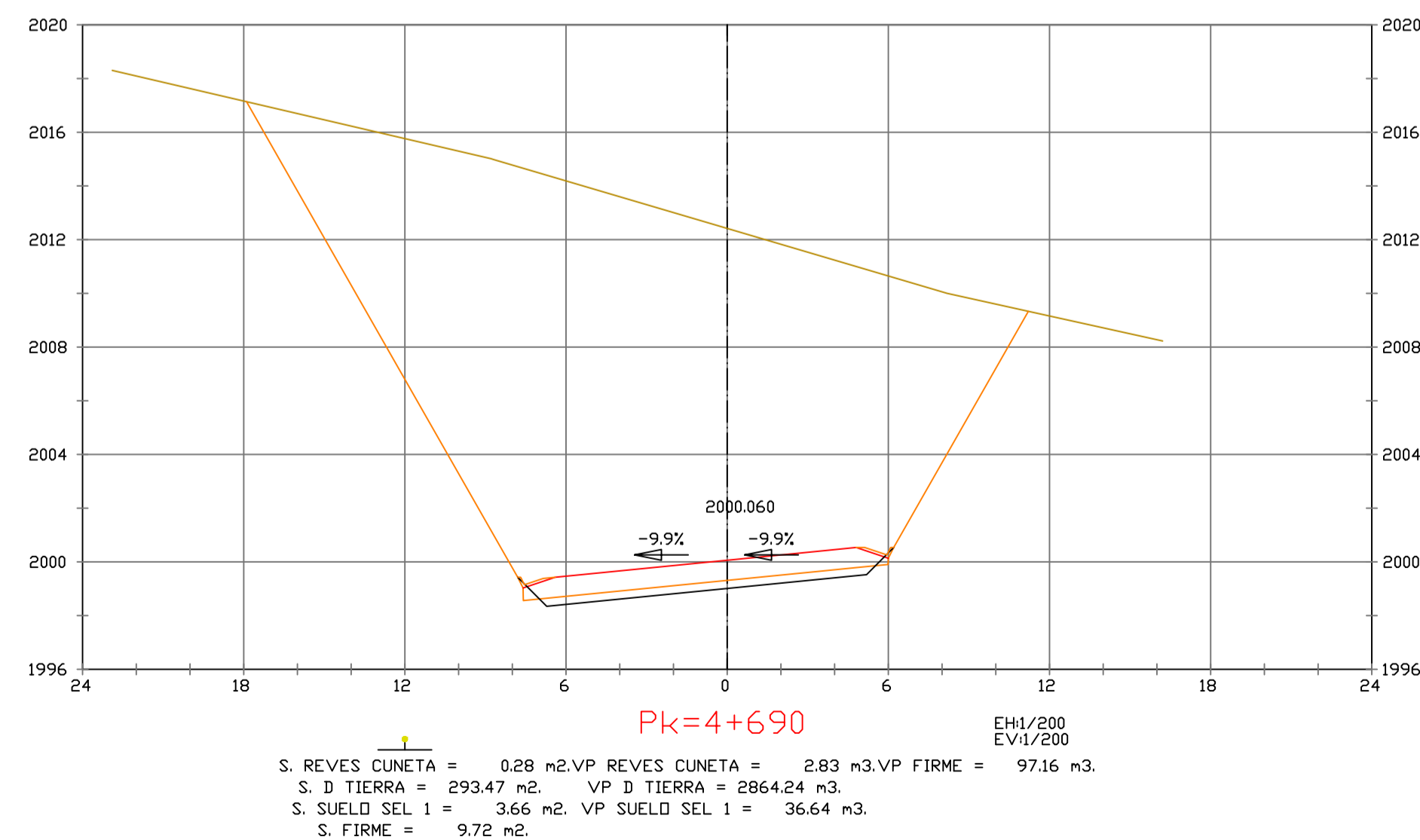
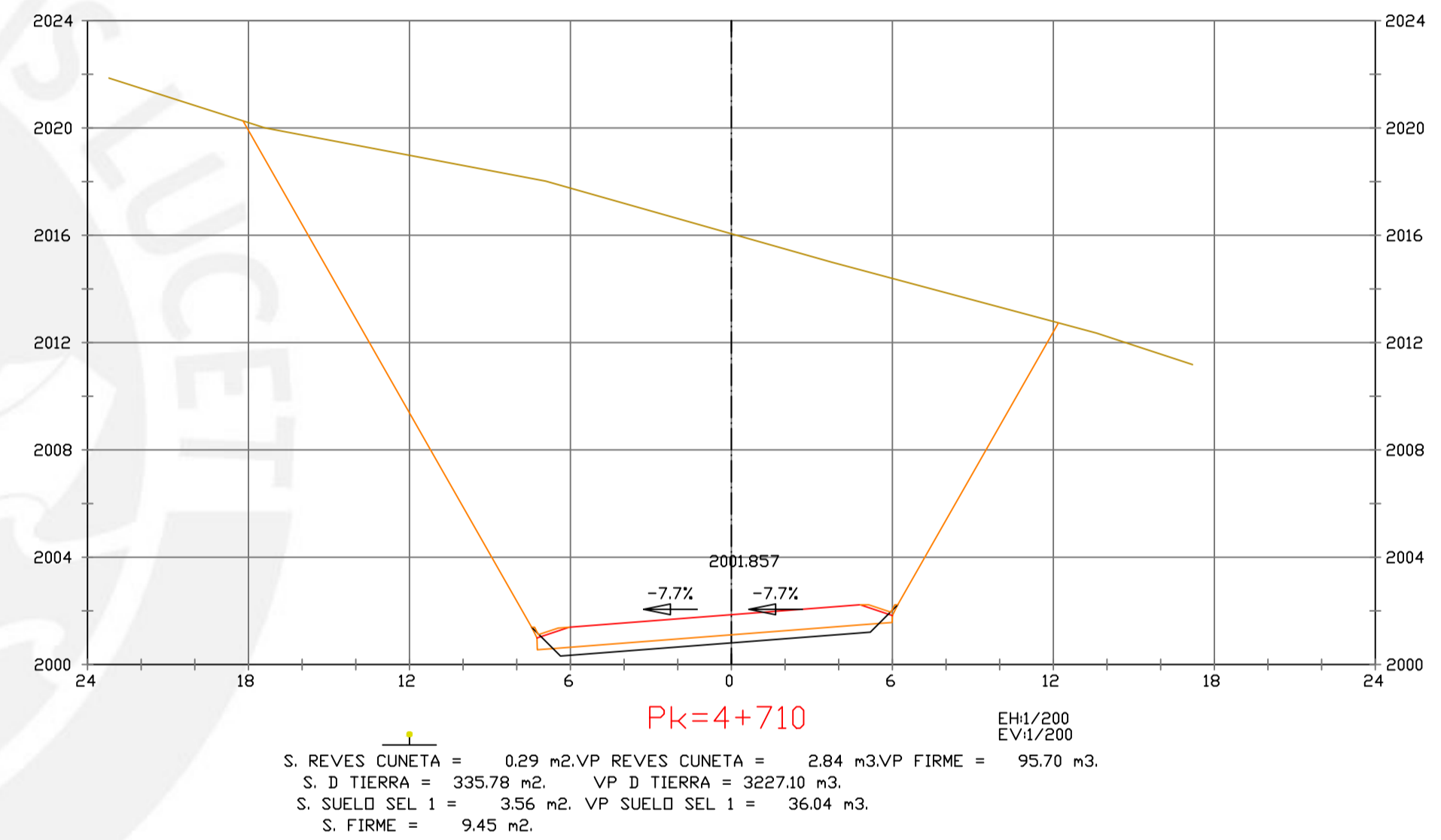
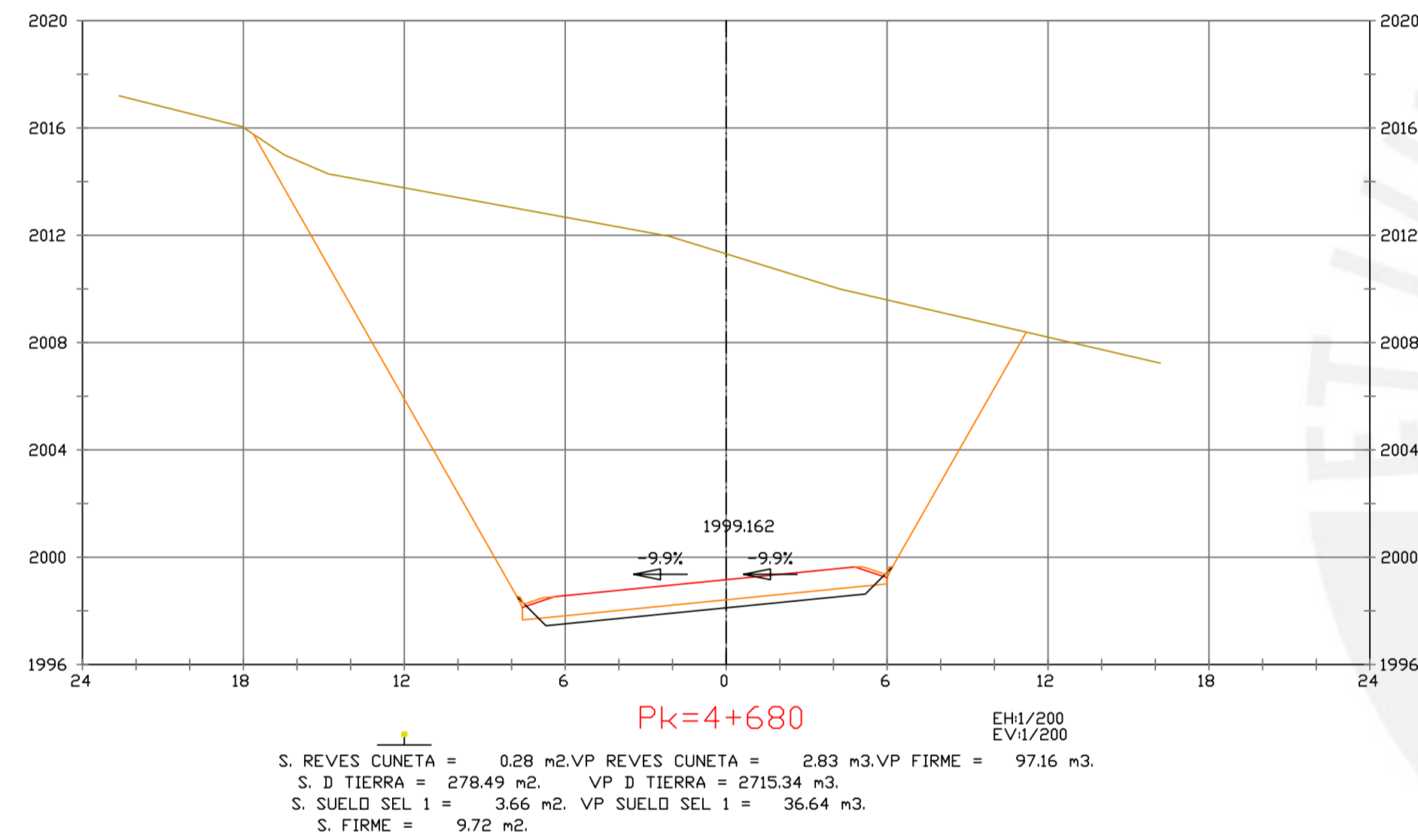
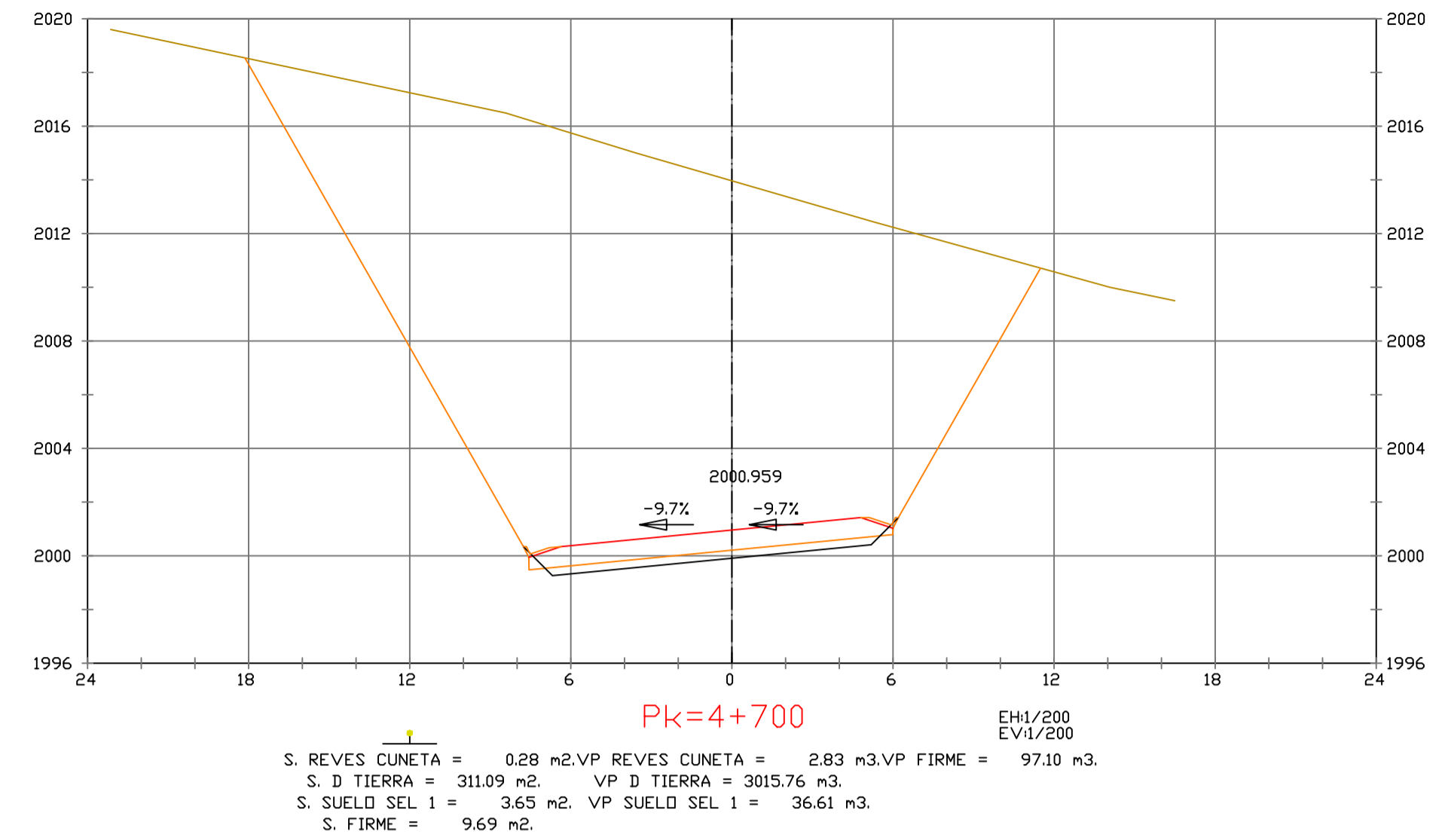
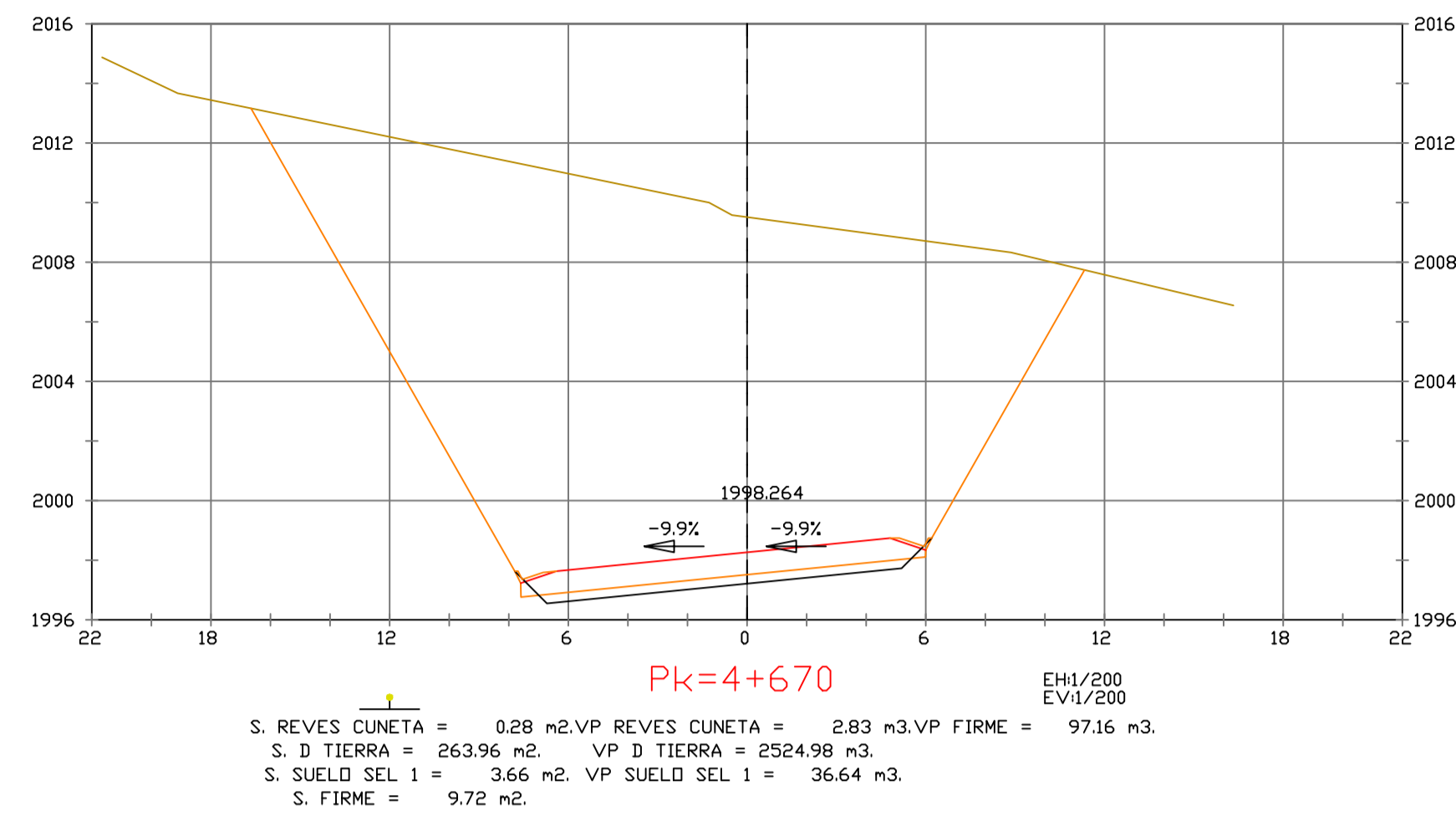
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL
 GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

NOMBRE PLANO :
 SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
 06/12/2021

TESIS DE
 PREGRADO 59



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS
E INGENIERÍA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS
 DE LA CRUZ

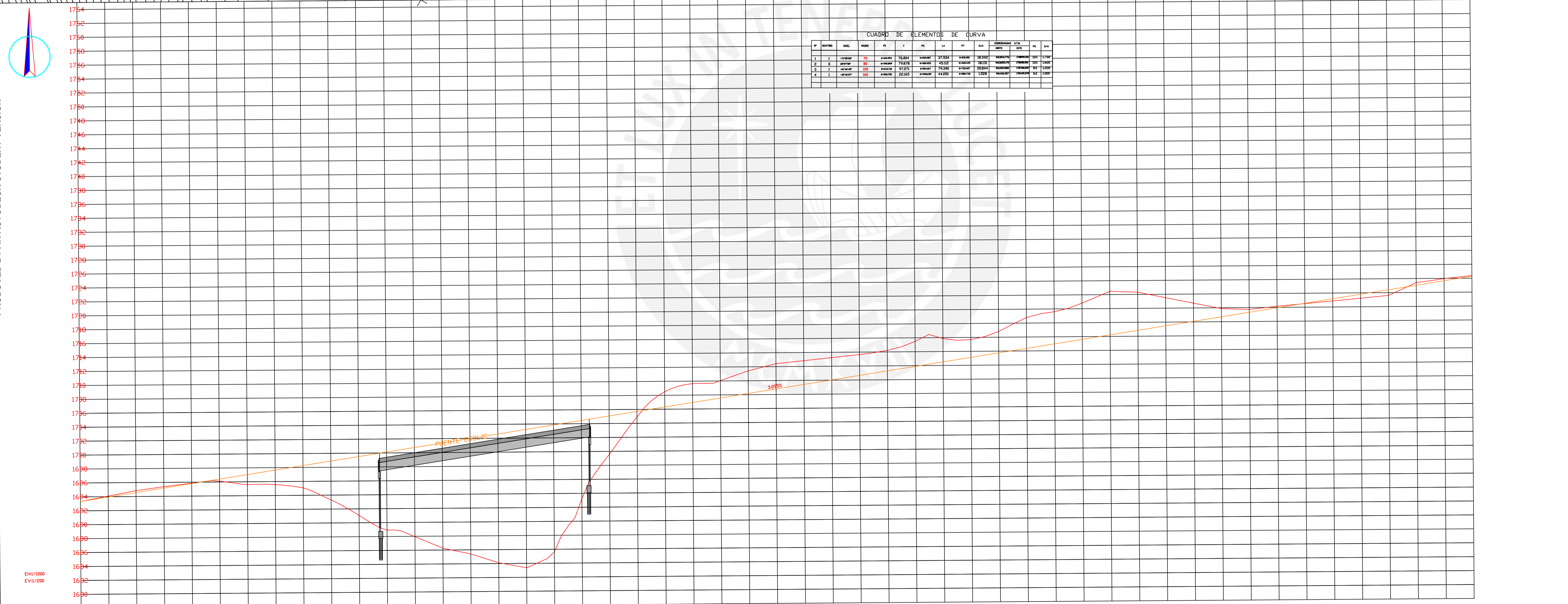
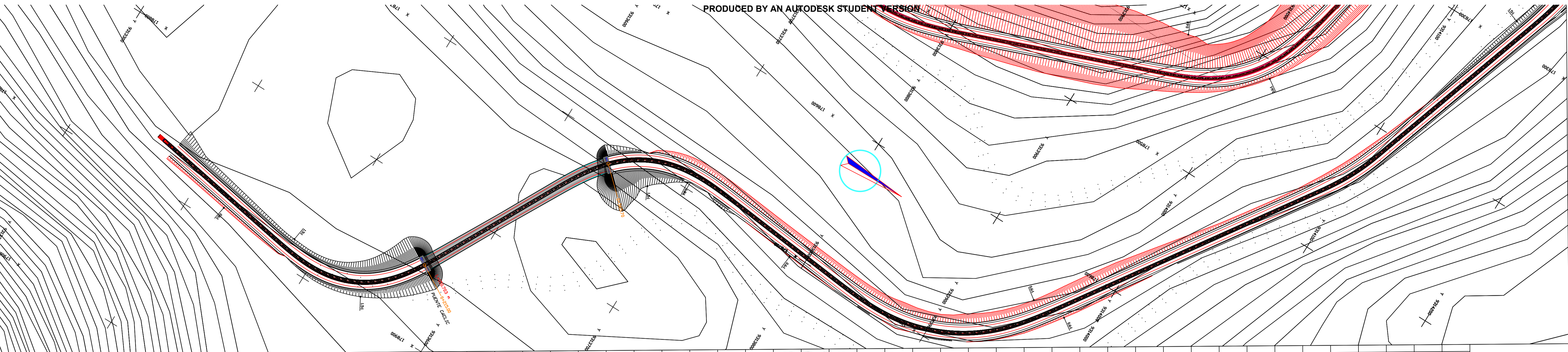
ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200
 ORIGINAL GRAFICA

PROYECTO : CARRETERA
 DE CACLIC A LUYA
 AMAZONAS

NOMBRE PLANO :
 SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA:
 06/12/2021

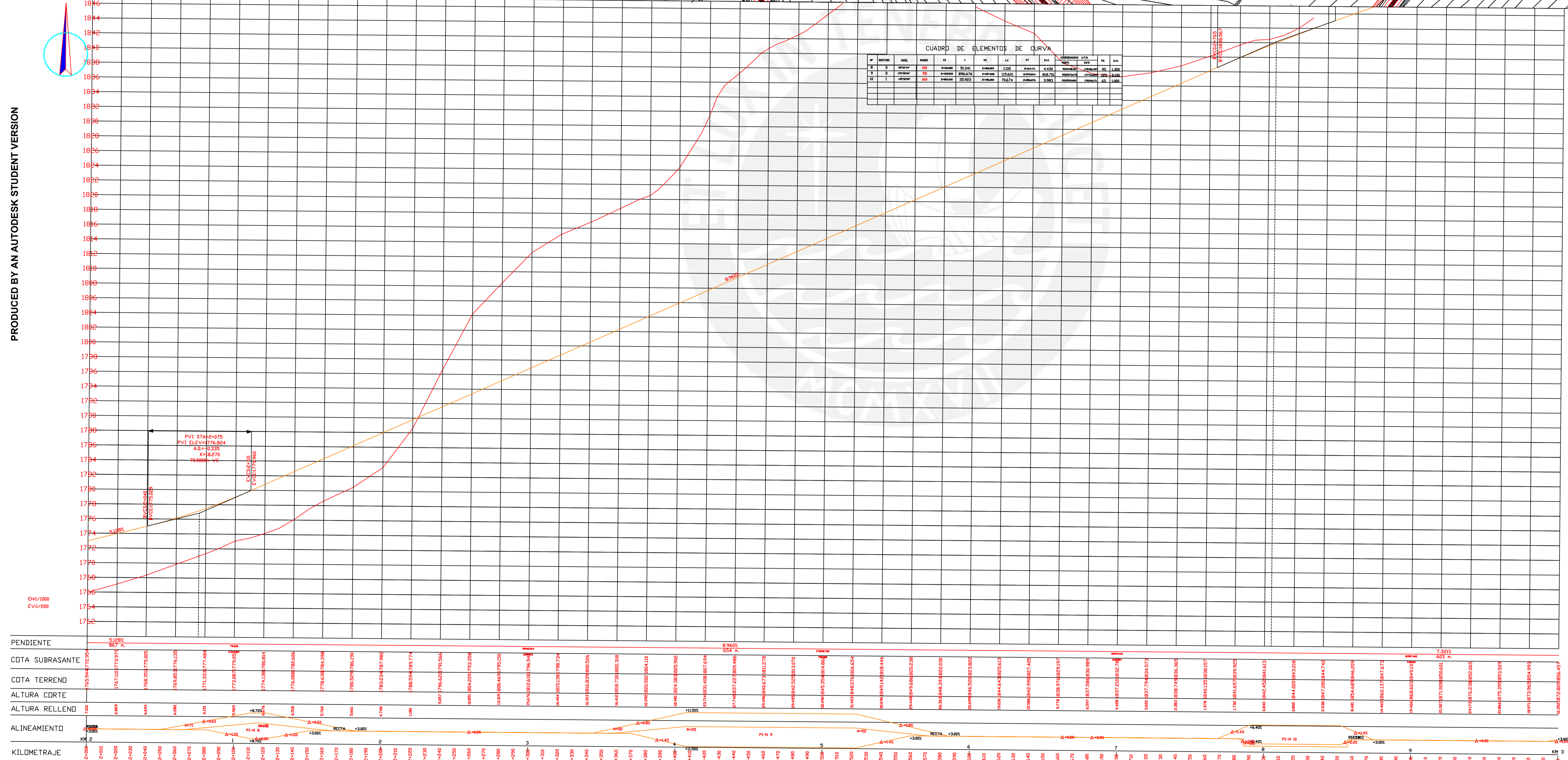
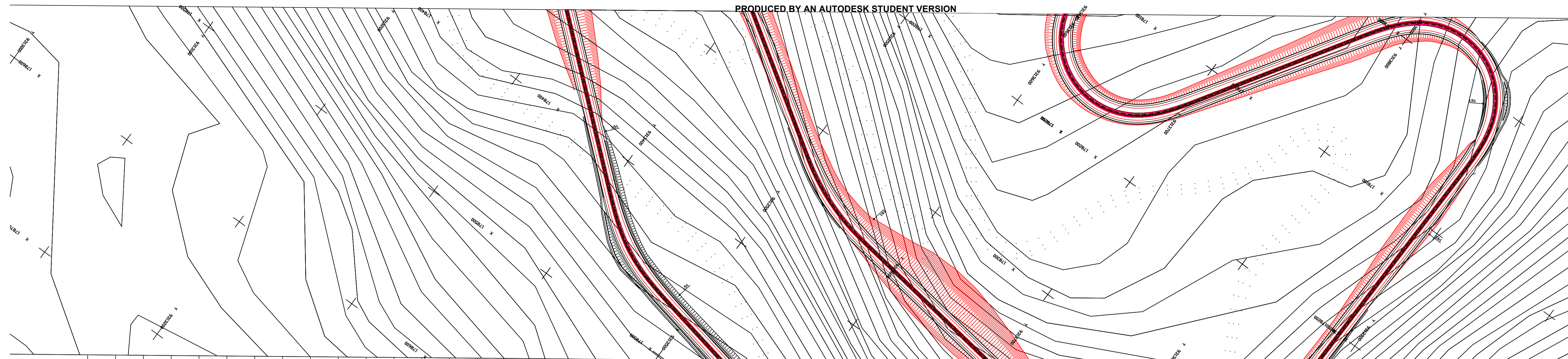
TESIS DE
 PREGRADO 60



CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

Nº	TIPO	AVL	RADIO	PI	Y	PC	PT	CV	CONCORDANCIA	STA. INIC.	STA. FIN.	RVA
1	I	100	1000	74.804	0.0000	77.934	80.000	10.000	100%	74.804	80.000	1:100
2	II	100	1000	78.936	0.0000	82.016	84.000	10.000	100%	78.936	84.000	1:100
3	I	100	1000	87.271	0.0000	90.351	92.400	10.000	100%	87.271	92.400	1:100
4	I	100	1000	88.163	0.0000	91.243	93.300	10.000	100%	88.163	93.300	1:100

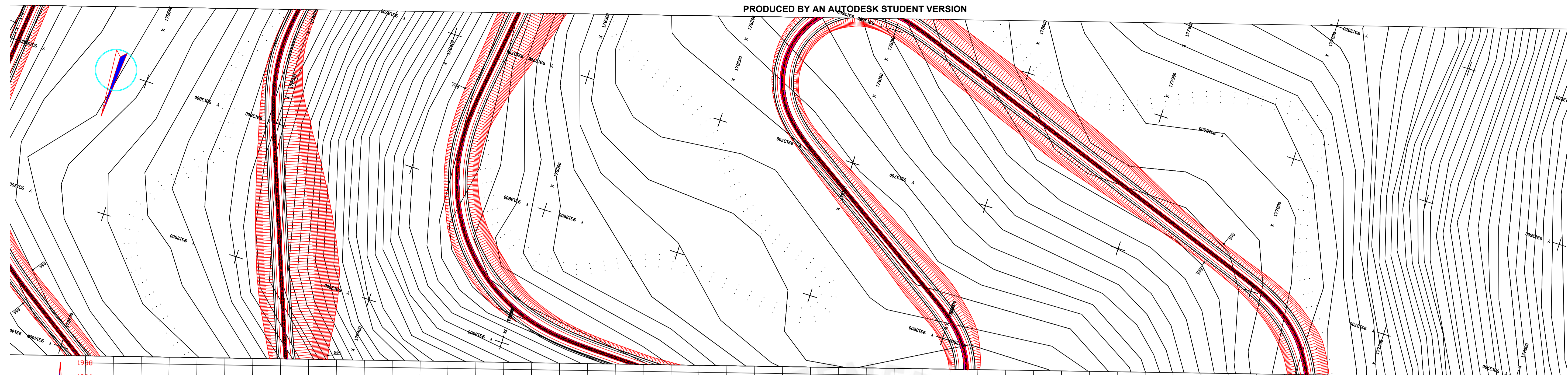
PENDIENTE	COTA SUBRASANTE	COTA TERRENO	ALTURA CORTE	ALTURA RELLENO	ALINEAMIENTO	KILOMETRAJE
0.00%	1663.228	1663.228	0.00	0.00	RECTA	0+000
0.00%	1664.000	1664.000	0.00	0.00	RECTA	0+020
0.00%	1664.800	1664.800	0.00	0.00	RECTA	0+040
0.00%	1665.600	1665.600	0.00	0.00	RECTA	0+060
0.00%	1666.400	1666.400	0.00	0.00	RECTA	0+080
0.00%	1667.200	1667.200	0.00	0.00	RECTA	0+100
0.00%	1668.000	1668.000	0.00	0.00	RECTA	0+120
0.00%	1668.800	1668.800	0.00	0.00	RECTA	0+140
0.00%	1669.600	1669.600	0.00	0.00	RECTA	0+160
0.00%	1670.400	1670.400	0.00	0.00	RECTA	0+180
0.00%	1671.200	1671.200	0.00	0.00	RECTA	0+200
0.00%	1672.000	1672.000	0.00	0.00	RECTA	0+220
0.00%	1672.800	1672.800	0.00	0.00	RECTA	0+240
0.00%	1673.600	1673.600	0.00	0.00	RECTA	0+260
0.00%	1674.400	1674.400	0.00	0.00	RECTA	0+280
0.00%	1675.200	1675.200	0.00	0.00	RECTA	0+300
0.00%	1676.000	1676.000	0.00	0.00	RECTA	0+320
0.00%	1676.800	1676.800	0.00	0.00	RECTA	0+340
0.00%	1677.600	1677.600	0.00	0.00	RECTA	0+360
0.00%	1678.400	1678.400	0.00	0.00	RECTA	0+380
0.00%	1679.200	1679.200	0.00	0.00	RECTA	0+400
0.00%	1680.000	1680.000	0.00	0.00	RECTA	0+420
0.00%	1680.800	1680.800	0.00	0.00	RECTA	0+440
0.00%	1681.600	1681.600	0.00	0.00	RECTA	0+460
0.00%	1682.400	1682.400	0.00	0.00	RECTA	0+480
0.00%	1683.200	1683.200	0.00	0.00	RECTA	0+500
0.00%	1684.000	1684.000	0.00	0.00	RECTA	0+520
0.00%	1684.800	1684.800	0.00	0.00	RECTA	0+540
0.00%	1685.600	1685.600	0.00	0.00	RECTA	0+560
0.00%	1686.400	1686.400	0.00	0.00	RECTA	0+580
0.00%	1687.200	1687.200	0.00	0.00	RECTA	0+600
0.00%	1688.000	1688.000	0.00	0.00	RECTA	0+620
0.00%	1688.800	1688.800	0.00	0.00	RECTA	0+640
0.00%	1689.600	1689.600	0.00	0.00	RECTA	0+660
0.00%	1690.400	1690.400	0.00	0.00	RECTA	0+680
0.00%	1691.200	1691.200	0.00	0.00	RECTA	0+700
0.00%	1692.000	1692.000	0.00	0.00	RECTA	0+720
0.00%	1692.800	1692.800	0.00	0.00	RECTA	0+740
0.00%	1693.600	1693.600	0.00	0.00	RECTA	0+760
0.00%	1694.400	1694.400	0.00	0.00	RECTA	0+780
0.00%	1695.200	1695.200	0.00	0.00	RECTA	0+800
0.00%	1696.000	1696.000	0.00	0.00	RECTA	0+820
0.00%	1696.800	1696.800	0.00	0.00	RECTA	0+840
0.00%	1697.600	1697.600	0.00	0.00	RECTA	0+860
0.00%	1698.400	1698.400	0.00	0.00	RECTA	0+880
0.00%	1699.200	1699.200	0.00	0.00	RECTA	0+900
0.00%	1700.000	1700.000	0.00	0.00	RECTA	0+920
0.00%	1700.800	1700.800	0.00	0.00	RECTA	0+940
0.00%	1701.600	1701.600	0.00	0.00	RECTA	0+960
0.00%	1702.400	1702.400	0.00	0.00	RECTA	0+980
0.00%	1703.200	1703.200	0.00	0.00	RECTA	1+000



PENDIENTE	COTA SUBRASANTE	COTA TERRENO	ALTURA CORTE	ALTURA RELLENO	ALINEAMIENTO	KILOMETRAJE
5.108%	1750.00	1750.00	0.00	0.00	ALINEAMIENTO	2+000
...
...	...	...	...	...	...	3+000

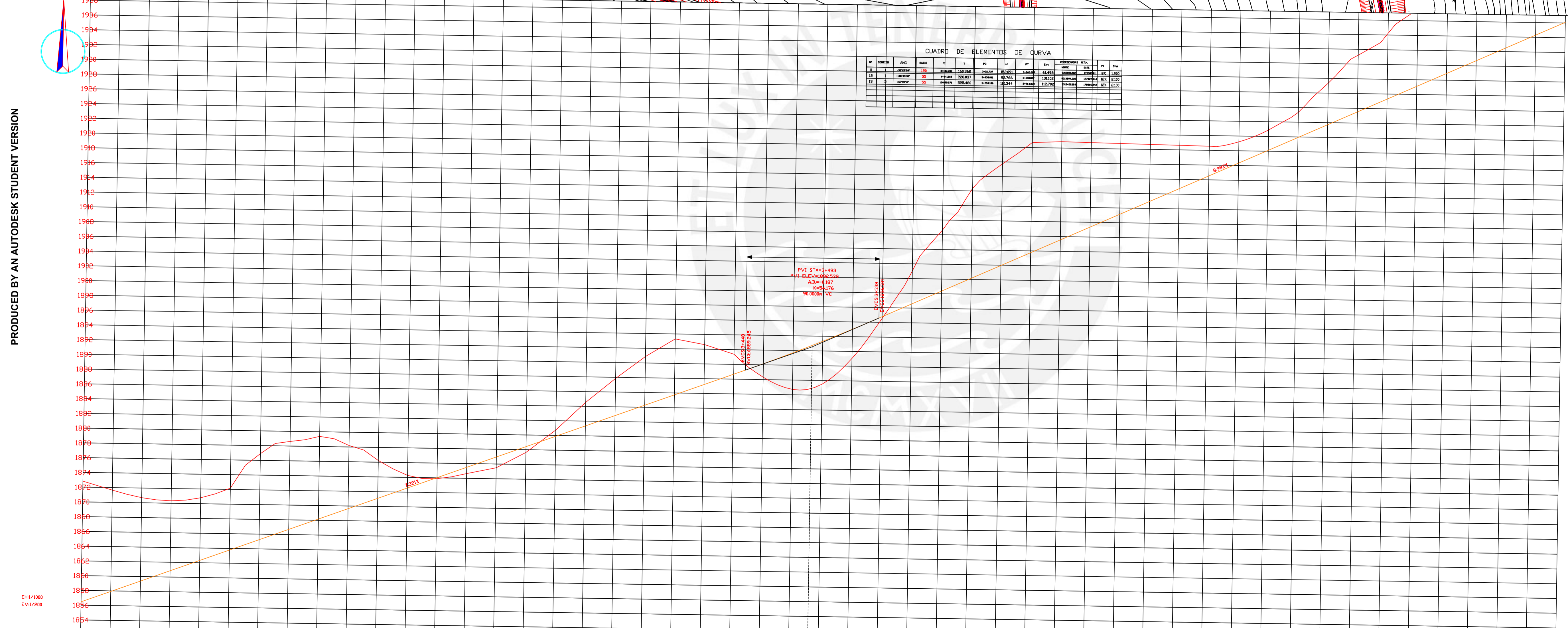
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

ST	ST+100	ST+200	ST+300	ST+400	ST+500	ST+600	ST+700	ST+800	ST+900	ST+1000	ST+1100	ST+1200	ST+1300	ST+1400	ST+1500	ST+1600	ST+1700	ST+1800	ST+1900	ST+2000																													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50



INDIENTE

OTA SUBRASANTE

OTA TERRENO

TURA CORTE

TURA RELLENDO

LINEAMIENTO

LOMETRAJE

3+000	3+050	3+100	3+150	3+200	3+250	3+300	3+350	3+400	3+450	3+500	3+550	3+600	3+650	3+700	3+750	3+800	3+850	3+900	3+950	4+000
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

ESCALAS
HORIZONTAL 1 : 1000
VERTICAL 1 : 200
ORIGINAL GRAFICA

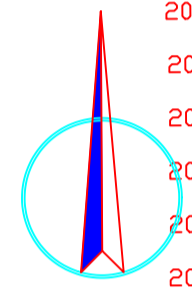
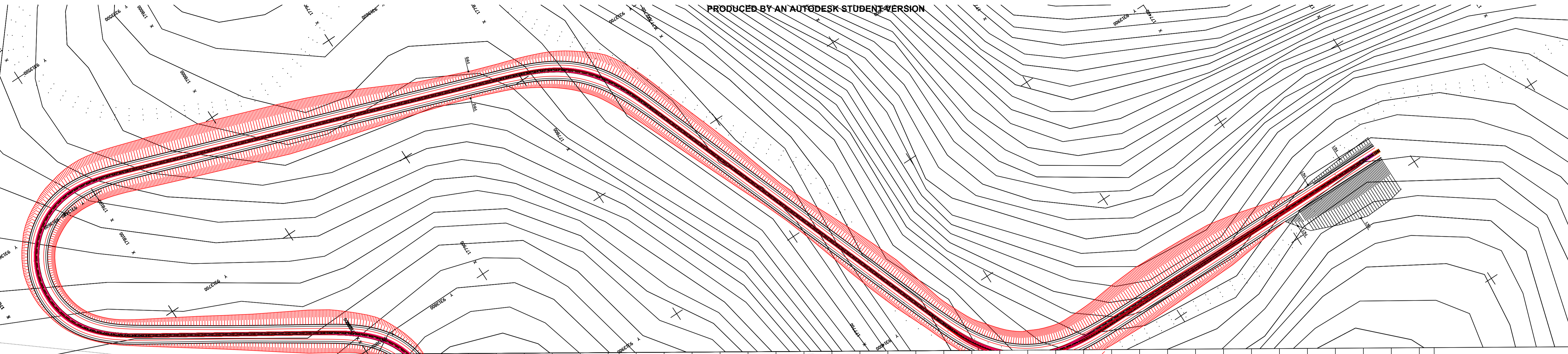
PROYECTO : CARRETERA DE CAELIC A LUYA AMAZONAS

SECCIONES TRANSVERSALES

06/12/2021

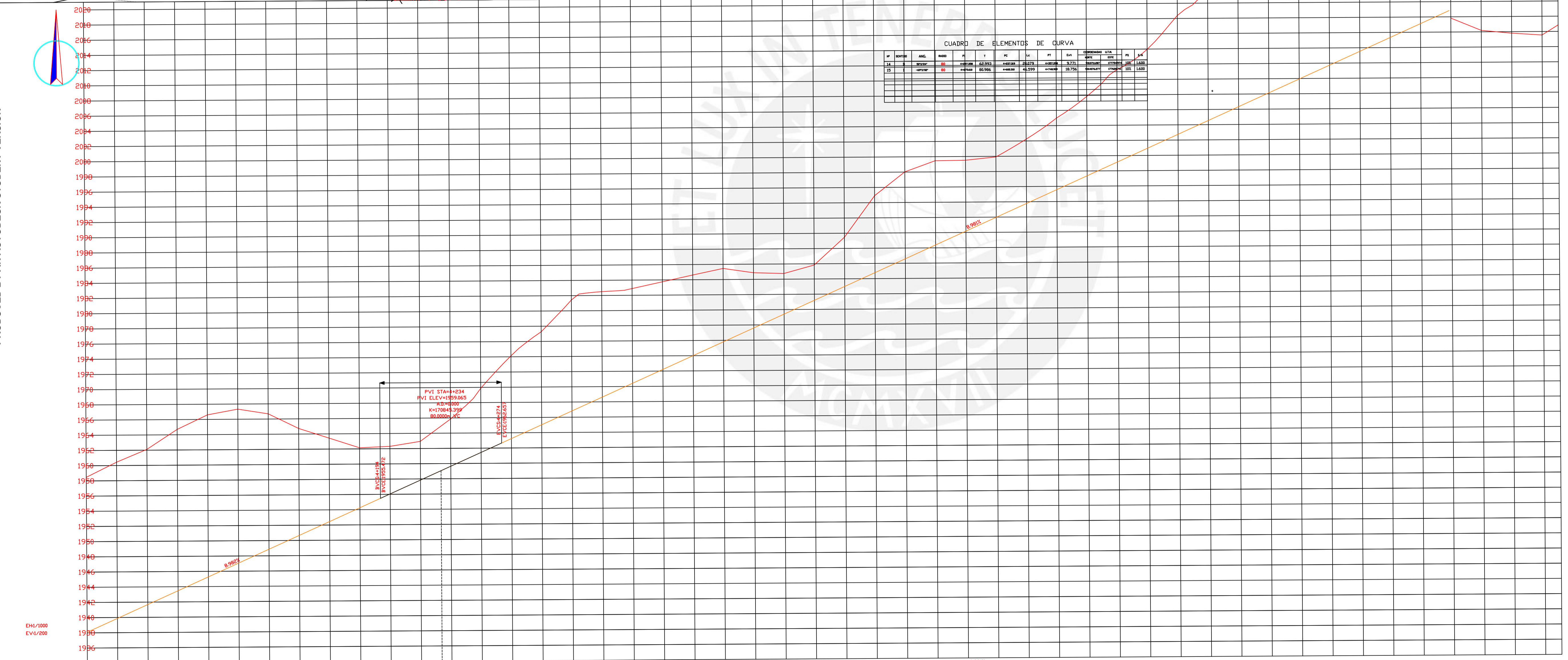
TESIS DE PREGRADO

4



CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

NO	DESCRIPCIÓN	ANG.	MBR	P	T	PC	Lc	PI	CA	COMPENSACIÓN	STA.	PC	PT	PI	CA
14	Curva 1	90°	100.00	66.253	100.00	25.273	100.00	5.727	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
15	Curva 2	90°	100.00	66.253	100.00	25.273	100.00	5.727	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00



ESTACION	PENDIENTE	COTA SUBRASANTE	COTA TERRENO	ALTURA CORTE	ALTURA RELLENO	ALINEAMIENTO	KILOMETRAJE
4+000	0.982%	1950.00	1950.00	0.00	0.00	RECTA	4+000
4+050	0.982%	1954.90	1954.90	0.00	0.00	RECTA	4+050
4+100	0.982%	1959.80	1959.80	0.00	0.00	RECTA	4+100
4+150	0.982%	1964.70	1964.70	0.00	0.00	RECTA	4+150
4+200	0.982%	1969.60	1969.60	0.00	0.00	RECTA	4+200
4+250	0.982%	1974.50	1974.50	0.00	0.00	RECTA	4+250
4+300	0.982%	1979.40	1979.40	0.00	0.00	RECTA	4+300
4+350	0.982%	1984.30	1984.30	0.00	0.00	RECTA	4+350
4+400	0.982%	1989.20	1989.20	0.00	0.00	RECTA	4+400
4+450	0.982%	1994.10	1994.10	0.00	0.00	RECTA	4+450
4+500	0.982%	1999.00	1999.00	0.00	0.00	RECTA	4+500
4+550	0.982%	2003.90	2003.90	0.00	0.00	RECTA	4+550
4+600	0.982%	2008.80	2008.80	0.00	0.00	RECTA	4+600
4+650	0.982%	2013.70	2013.70	0.00	0.00	RECTA	4+650
4+700	0.982%	2018.60	2018.60	0.00	0.00	RECTA	4+700
4+750	0.982%	2023.50	2023.50	0.00	0.00	RECTA	4+750
4+800	0.982%	2028.40	2028.40	0.00	0.00	RECTA	4+800
4+850	0.982%	2033.30	2033.30	0.00	0.00	RECTA	4+850
4+900	0.982%	2038.20	2038.20	0.00	0.00	RECTA	4+900
4+950	0.982%	2043.10	2043.10	0.00	0.00	RECTA	4+950
4+975	0.982%	2047.00	2047.00	0.00	0.00	RECTA	4+975



PUCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA

AUTOR: LLOYD E. ZUMAETA JIMENEZ
 ASESOR: FERNANDO JOSE CAMPOS DE LA CRUZ

ESCALAS
 HORIZONTAL 1 : 1000
 VERTICAL 1 : 200

PROYECTO: CARRETERA DE CAJLIC A LUZA
 TAMA YUNAS

SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 06/12/2021

TESIS DE PREGRADO

5



**ANEXO B: NOMOGRAMAS DE DISEÑO DE PAVIMENTO
FLEXIBLE**

Table 2.2. Suggested Levels of Reliability for Various Functional Classifications

Functional Classification	Recommended Level of Reliability	
	Urban	Rural
Interstate and Other Freeways	85-99.9	80-99.9
Principal Arterials	80-99	75-95
Collectors	80-95	75-95
Local	50-80	50-80

NOTE: Results based on a survey of the AASHTO Pavement Design Task Force.

Quality of Drainage	Water Removed Within
Excellent	2 hours
Good	1 day
Fair	1 week
Poor	1 month
Very poor	(water will not drain)

Table 4.1. Standard Normal Deviate (Z_R) Values Corresponding to Selected Levels of Reliability

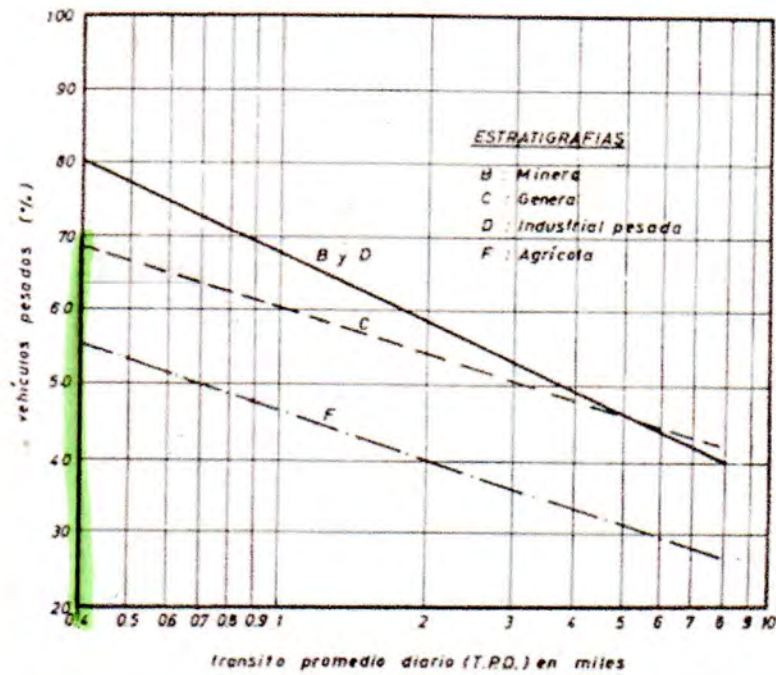
Reliability, R (percent)	Standard Normal Deviate, Z_R
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Table 2.4. Recommended m_i Values for Modifying Structural Layer Coefficients of Untreated Base and Subbase Materials in Flexible Pavements

Quality of Drainage	Percent of Time Pavement Structure is Exposed to Moisture Levels Approaching Saturation			
	Less Than 1%	1-5%	5-25%	Greater Than 25%
Excellent	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Good	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Fair	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Poor	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Very poor	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Table 2.5. Recommended Values of Drainage Coefficient, C_d , for Rigid Pavement Design

Quality of Drainage	Percent of Time Pavement Structure is Exposed to Moisture Levels Approaching Saturation			
	Less Than 1%	1-5%	5-25%	Greater Than 25%
Excellent	1.25-1.20	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10
Good	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00
Fair	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90
Poor	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80
Very poor	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80-0.70	0.70



Rango de Carga (Ton) Ejes Simples	B	C	D	F
< 3	970,7	1.028,3	787,0	996,0
3 - 5	465,1	402,9	577,4	452,6
5 - 7	229,9	173,5	191,1	205,8
7 - 9	111,8	177,0	160,1	207,2
9 - 11	233,0	195,2	200,5	222,0
11 - 13	145,8	175,9	141,8	237,2
13 - 15	30,3	18,0	32,5	26,7
15 - 17	2,4	1,2	9,61	2,5
Total ejes Simples	2.300,0	2.110,0	2.100,0	2.350,0
Ejes Tandem				
< 4	2,4	1,8	30,1	3,0
4 - 8	9,1	13,5	102,7	9,0
8 - 12	2,3	4,2	22,9	1,8
12 - 16	6,0	6,2	80,1	6,3
16 - 18	3,5	4,9	36,0	2,7
18 - 20	2,9	3,8	33,8	3,1
20 - 22	1,8	2,0	25,0	2,4
22 - 24	1,1	0,9	12,1	1,2
24 - 26	0,7	1,2	6,8	0,6
26 - 28	0,1	0,4	0,4	-
28 - 30	0,1	0,1	0,1	-
Total ejes Tandem	30,0	39,0	350,0	30,1
Total General	2.330,0	2.149,0	2.450,0	2.380,1

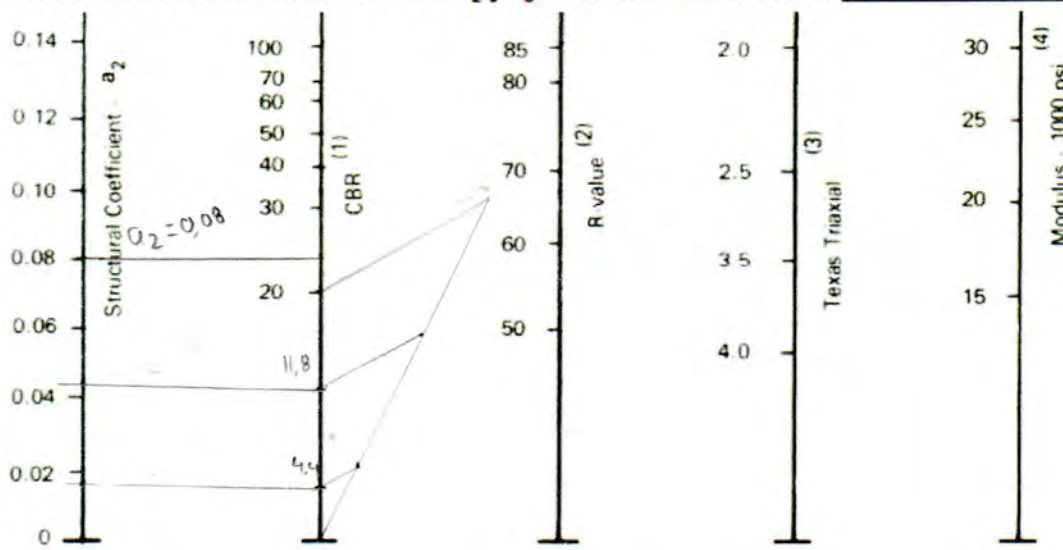
No. of lanes in each direction	Percentage of 18-kip ESAL in design lane
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Source. After AASHTO (1986).

Number of traffic lanes in two directions	Percentage of trucks in design lane
2	50
4	45 (35-48) ^a
6 or more	40 (25-48) ^a

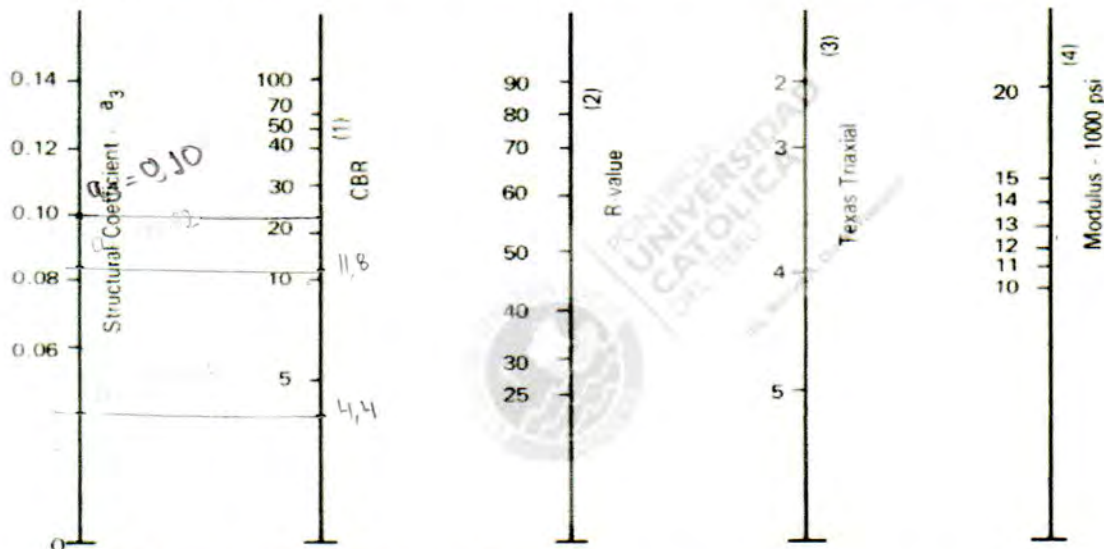
^a Probable range.

Source. After AI (1981a).



- (1) Scale derived by averaging correlations obtained from Illinois.
- (2) Scale derived by averaging correlations obtained from California, New Mexico and Wyoming.
- (3) Scale derived by averaging correlations obtained from Texas.
- (4) Scale derived on NCHRP project (3).

Figure 2.6. Variation in Granular Base Layer Coefficient (a_2) with Various Base Strength Parameters (3)



- (1) Scale derived from correlations from Illinois.
- (2) Scale derived from correlations obtained from The Asphalt Institute, California, New Mexico and Wyoming.
- (3) Scale derived from correlations obtained from Texas.
- (4) Scale derived on NCHRP project (3).

Figure 2.7. Variation in Granular Subbase Layer Coefficient (a_3) with Various Subbase Strength Parameters (3)

Foto del DNI o TI

Firma

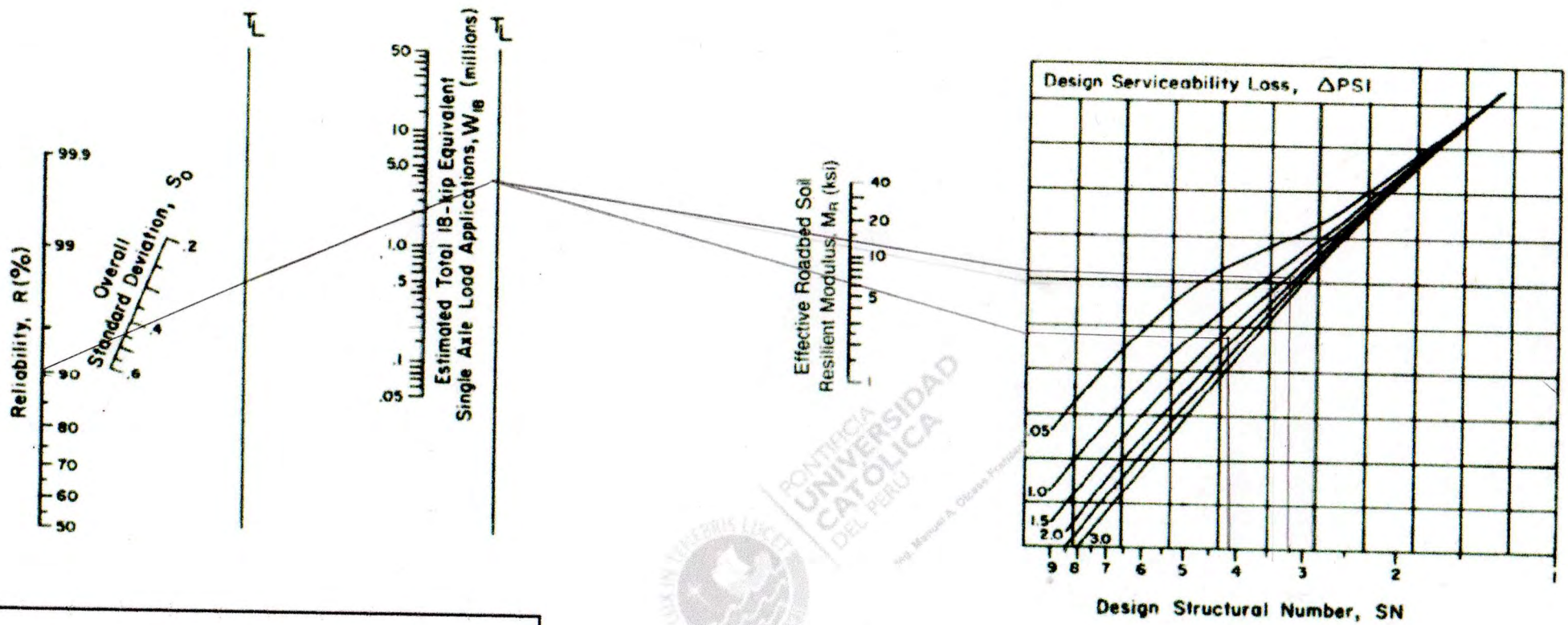


Foto del DNI o TI

Figure 3.1. Design Chart for Flexible Pavements Based on Using Mean Values for Each Input

OBLIGATORIO MOSTRAR LAS LÍNEAS DETRAZO EN EL NOMOGRAMA

[Handwritten Signature]
 Firma

ANEXO C: ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS



Informe de Ensayo con Valor Oficial
Nº - LGC-16-216

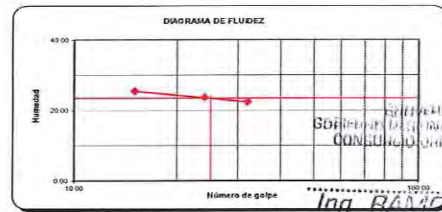
Código del proyecto: 16207232	Fecha de Emisión: 2016-06-01
Cliente: Gerencia de Transportes	Fecha de Recepción: 2016-05-20
Solicitante: Ing. José Elera	
Proyecto: Consultoría para la Elaboración de Expedientes Técnicos y Supervisión de Proyectos Relacionados a Transporte y Resíduos Sólidos del Gore Amazonas - JICA P43.	
Ubicación: TRAMO - II Chachapoyas	

Ensayo: Análisis Granulométrico por Tamizado	Método: ASTM D422 - 63(2007) Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
Límites de Consistencia:	ASTM D4318 - 10 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
Clasificación SUCS:	ASTM D2487 - 11 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Código: LGC-16.216.001	Sondeo: C-5	Muestra: M-1	Profundidad (m): 1.50-2.20
Progresiva: DME 11+000	Condición de la muestra: Muestra Alterada	Cantera: ---	Tipo de Material: Suelo

Malla	Nº	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50.800	95.8	
1 1/2"	38.100	88.9	
1"	25.400	73.6	
3/4"	19.100	65.6	
3/8"	9.520	54.6	
Nº 4	4.760	46.8	
Nº 10	2.000	41.3	
Nº 20	0.840	35.5	
Nº 40	0.425	23.9	
Nº 60	0.250	16.8	
Nº 140	0.106	13.7	
Nº 200	0.075	13.3	

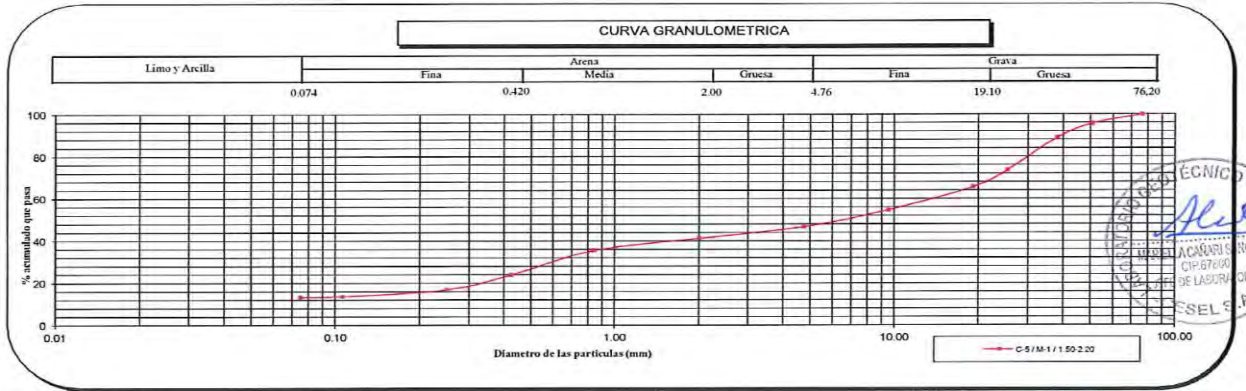
Límite Líquido (LL) (%)	24
Límite Plástico (LP) (%)	20
Índice Plástico (IP) (%)	4



% Grava	GG%	34.4
	GF%	18.8
% Arena	AG%	5.5
	AM%	17.4
	AF%	10.6
% Finos		13.30
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		3
Forma del suelo grueso		Sub-angulosa
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0
Coeficiente de Curvatura		---
Coeficiente de Uniformidad		---

Método de ensayo	Multipunto
Preparación de la muestra	Húmeda

GC - GM	Grava limosa arcillosa con arena
---------	----------------------------------



Observaciones: ---

Tipo de Preparación para ensayo Clasificación: Vía Húmeda

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio Geotécnico y de Concreto CESEL S.A. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



Informe de Ensayo con Valor Oficial
 N° - LGC-16-216

Código del proyecto: 16207232	Fecha de Emisión: 2016-06-01
Cliente: Gerencia de Transportes	Fecha de Recepción: 2016-05-20
Solicitante: Ing. José Elera	
Proyecto: Consultoría para la Elaboración de Expedientes Técnicos y Supervisión de Proyectos Relacionados a Transporte y Residuos Sólidos del Gore Amazonas - JICA P43	
Ubicación: TRAMO - II Chachapoyas	

Ensayo	Metodo
Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D422 - 63(2007) Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
Límites de Consistencia	ASTM D4318 - 10 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
Clasificación SUCS	ASTM D2487 - 11 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Código: LGC-16,216.002	Sondeo: C-1	Muestra: M-1	Profundidad (m): 0.60-2.20
Progresiva: DME 3+150	Condición de la muestra: Muestra Alterada	Cantera: ---	Tipo de Material: Suelo

Malla	N°	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.100	100.0	
3/8"	9.520	98.2	
N° 4	4.760	96.8	
N° 10	2.000	95.0	
N° 20	0.840	92.8	
N° 40	0.425	89.4	
N° 60	0.250	84.1	
N° 140	0.106	77.9	
N° 200	0.075	77.1	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

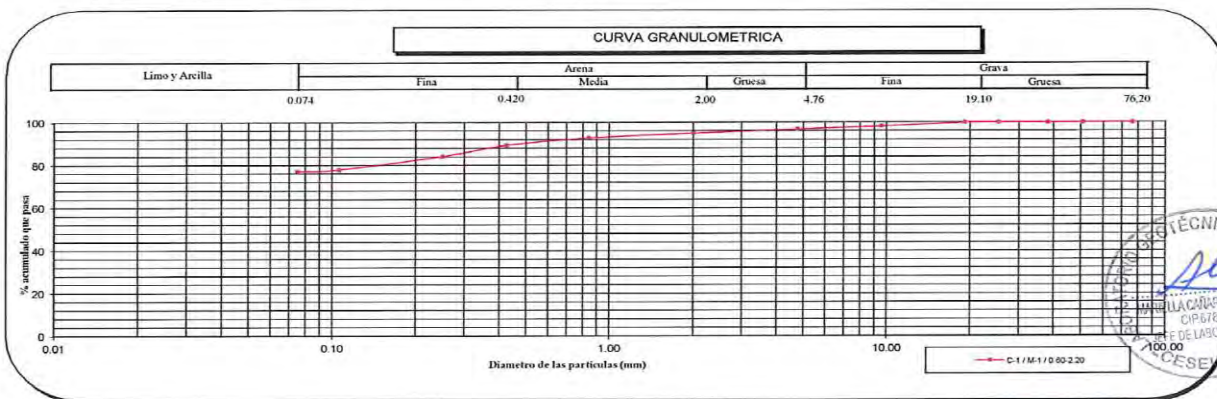
Límite Líquido (LL) (%)	50
Límite Plástico (LP) (%)	21
Índice Plástico (IP) (%)	29



% Grava	GG%	0.0
	GF%	3.2
	AG%	1.8
% Arena	AM%	5.6
	AF%	12.3
% Finos		77.10
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		3/4
Forma del suelo grueso		Sub-angulosa
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0
Coeficiente de Curvatura		---
Coeficiente de Uniformidad		---

Método de ensayo	Multipunto
Preparación de la muestra	Húmeda

CL	Arcilla de baja plasticidad con arena
----	---------------------------------------



Observaciones

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.
 Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio Geotécnico y de Concreto CESEL S.A.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

Informe de Ensayo con Valor Oficial
N° - LGC-16-216

Código del proyecto: 16207232	Fecha de Emisión: 2016-06-01
Cliente: Gerencia de Transportes	Fecha de Recepción: 2016-05-20
Solicitante: Ing. José Elera	
Proyecto: Consultoría para la Elaboración de Expedientes Técnicos y Supervisión de Proyectos Relacionados a Transporte y Residuos Sólidos del Gore Amazonas - JICA P43.	
Ubicación: TRAMO - II Chachapoyas	

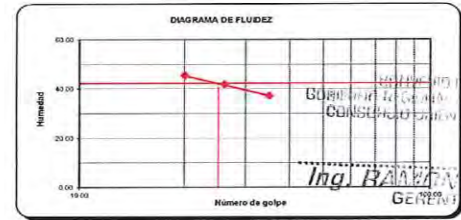
Ensayo	Metodo
Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D422 - 63(2007) Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
Límites de Consistencia	ASTM D4318 - 10 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
Clasificación GUCS	ASTM D2487 - 11 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Código: LGC-16.216.003	Sondeo: C-5	Muestra: M-1	Profundidad (m): 0.40-2.00
Progresiva: DME 1+900	Condición de la muestra: Muestra Alterada	Cantera: ---	Tipo de Material: Suelo

PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Malla		% que pasa
	N°	Abertura (mm)	
	3"	76.200	100.0
	2"	50.800	100.0
	1 1/2"	38.100	100.0
	1"	25.400	100.0
	3/4"	19.100	100.0
	3/8"	9.520	100.0
	N° 4	4.760	98.3
	N° 10	2.000	96.0
	N° 20	0.840	94.3
	N° 40	0.425	92.6
	N° 60	0.250	90.0
	N° 140	0.106	84.8
	N° 200	0.075	84.1

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Límite Líquido (LL) (%)	42
Límite Plástico (LP) (%)	22
Índice Plástico (IP) (%)	20



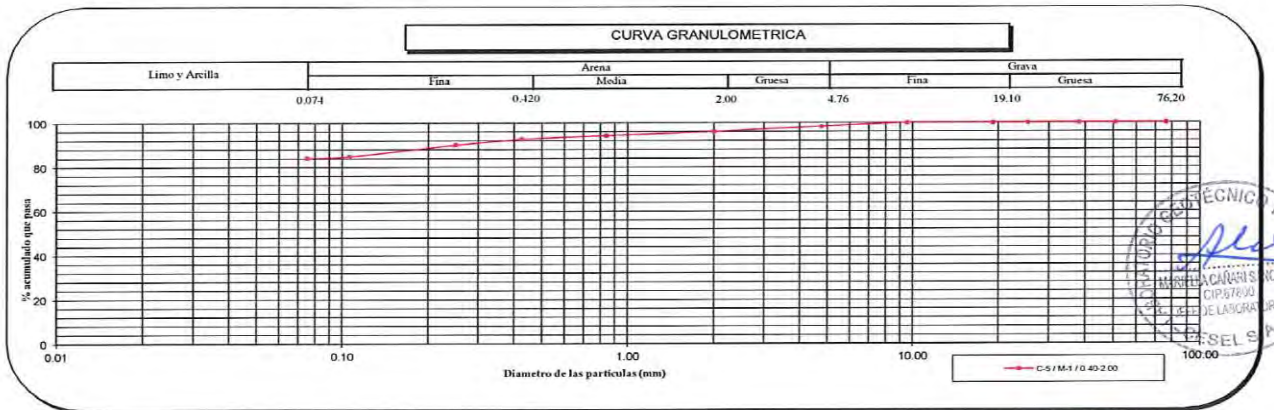
Distribución Granulométrica

% Grava	GG%	0.0
	GF%	1.7
	AG%	2.3
% Arena	AM%	3.4
	AF%	8.5
% Finos		84.10
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		3/8
Forma del suelo grueso		Sub-angulosa
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0
Coeficiente de Curvatura		---
Coeficiente de Uniformidad		---

Método de ensayo	Multipunto
Preparación de la muestra	Húmeda

Clasificación (S.U.C.S.)

CL	Arcilla de baja plasticidad con arena
----	---------------------------------------



Observaciones

Tipo de Preparación para ensayo Clasificación: Vía Húmeda

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio Geotécnico y de Concreto CESEL S.A. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI - SNA CON REGISTRO No LE-071



Informe de Ensayo con Valor Oficial
N° - LGC-16-216

Código del proyecto: 16207232	Fecha de Emisión: 2016-05-01
Cliente: Gerencia de Transportes	Fecha de Recepción: 2016-05-20
Solicitante: Ing. José Elera	
Proyecto: Consultoría para la Elaboración de Expedientes Técnicos y Supervisión de Proyectos Relacionados a Transporte y Residuos Sólidos del Gore Amazonas - JICA P43.	
Ubicación: TRAMO - II Chachapoyas	

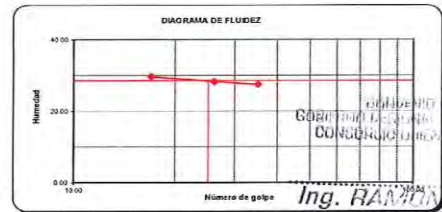
Ensayo Metodo	ASTM D422 - 63(2007) Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D4318 - 10 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
Límites de Consistencia	ASTM D2487 - 11 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Código: LGC-16.216.004	Sondeo: C-2	Muestra: M-1	Profundidad (m): 0.20-2.20
Progresiva: DME 4+800	Condición de la muestra: Muestra Alterada	Cantera: ---	Tipo de Material: Suelo

Malla	N°	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.100	100.0	
3/8"	9.520	98.0	
N° 4	4.760	94.4	
N° 10	2.000	89.5	
N° 20	0.840	86.4	
N° 40	0.425	84.4	
N° 60	0.250	82.2	
N° 140	0.106	78.7	
N° 200	0.075	78.0	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

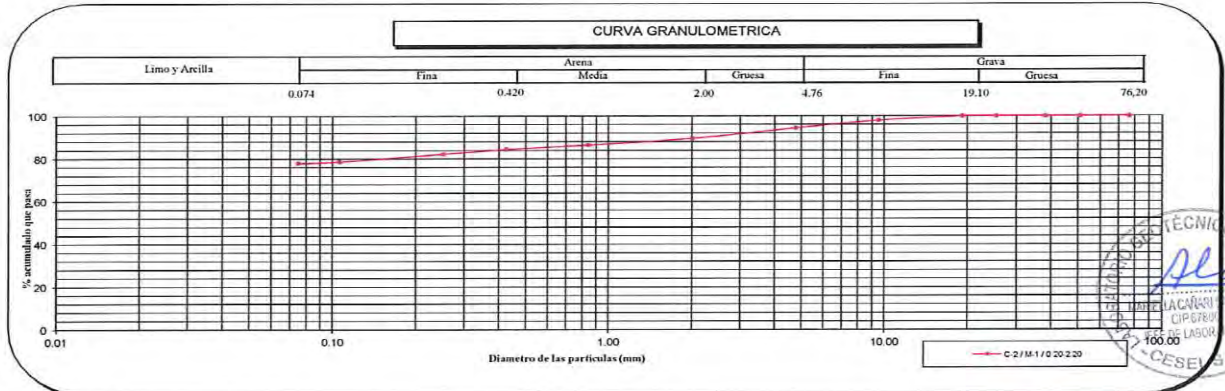
Límite Líquido (LL) (%)	29
Límite Plástico (LP) (%)	16
Índice Plástico (IP) (%)	13



% Grava	GG%	0.0
	GF%	5.6
	AG%	4.9
% Arena	AM%	5.1
	AF%	6.4
% Finos		78.00
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		3/4
Forma del suelo grueso		Sub-angulosa
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0
Coeficiente de Curvatura		---
Coeficiente de Uniformidad		---

Método de ensayo	Multipunto
Preparación de la muestra	Húmeda

CL	Arcilla de baja plasticidad con arena
----	---------------------------------------



Observaciones

Tipo de Preparación para ensayo Clasificación: **Vía Húmeda**

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Prohibida la reproducción total o parcial del presente Informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio Geotécnico y de Concreto CESEL S.A. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

CONVENIO DE PRESTAMO PE - P43
GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROAMAZONAS
CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA
Ing. José Elera Torres
GEOLOGO
CARRETERA CAJLIG - LUYA

Av. Javier Prado Este 2923 Urb. Las Dalias
San Borja - Lima
Telf 705-5000 email : laboratorio@cesel.com.pe

CONVENIO DE PRESTAMO PE-P43
GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROAMAZONAS
CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA
Ing. OSWALDO TORRES ROSAS
ADJ. GERENTE DE PROYECTO
CARRETERA CAJLIG - LUYA - LAMUD

Informe de Ensayo con Valor Oficial
 N° - LGC-16-216

Código del proyecto: 16207232	Fecha de Emisión: 2016-06-01
Cilente: Gerencia de Transportes	Fecha de Recepción: 2016-05-20
Solicitante: Ing. José Elera	
Proyecto: Consultoría para la Elaboración de Expedientes Técnicos y Supervisión de Proyectos Relacionados a Transporte y Residuos Sólidos del Gore Amazonas - JICA P43.	
Ubicación: TRAMO - II Chachapoyas	

Ensayo	Metodo
Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D422 - 63(2007) Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
Límites de Consistencia	ASTM D4318 - 10 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
Clasificación SUCS	ASTM D2487 - 11 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Código: LGC-16.216.005	Sondeo: C-1	Muestra: M-1	Profundidad (m): 0.60-2.00
Progresiva: DME 13+050	Condición de la muestra: Muestra Alterada	Cantera: ---	Tipo de Material: Suelo

Malla	Abertura (mm)		% que pasa
	N°		
3"		76.200	100.0
2"		50.800	89.7
1 1/2"		38.100	85.2
1"		25.400	77.2
3/4"		19.100	74.4
3/8"		9.520	68.0
N° 4		4.760	62.4
N° 10		2.000	57.5
N° 20		0.840	54.2
N° 40		0.425	52.4
N° 60		0.250	51.4
N° 140		0.106	50.8
N° 200		0.075	50.7

LÍMITES DE CONSISTENCIA

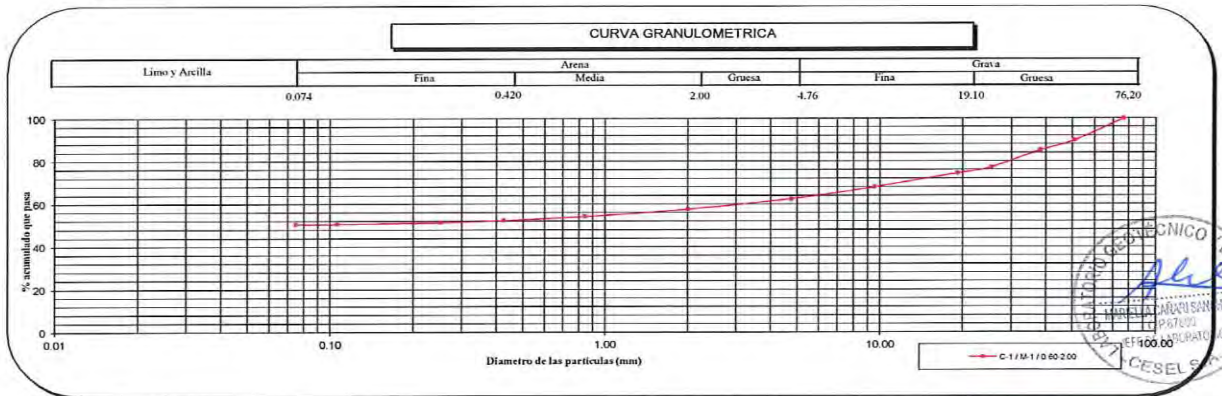
Límite Líquido (LL) (%)	38
Límite Plástico (LP) (%)	17
Índice Plástico (IP) (%)	21



% Grava	GG%	GF%	
			25.6
			12.0
% Arena	AG%	AM%	
			4.9
			5.1
			1.7
% Finos			50.70
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)			3
Forma del suelo grueso			Sub-angulosa
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)			0
Coefficiente de Curvatura			---
Coefficiente de Uniformidad			---

Método de ensayo	Multipunto
Preparación de la muestra	Húmeda

Clasificación (S.U.C.S)	
CL	Arcilla gravosa de baja plasticidad con arena



Observaciones

Tipo de Preparación para ensayo Clasificación: Vía Húmeda

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente Informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio Geotécnico y de Concreto CESEL S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

LABORATORIO
GEOTÉCNICO Y
DE CONCRETO DE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INDECOPI - SNA CON REGISTRO N° LE-071



Informe de Ensayo con Valor Oficial
N° - LGC-16-216

Código del proyecto: 16207232	Fecha de Emisión: 2016-06-01
Cliente: Gerencia de Transportes	Fecha de Recepción: 2016-05-20
Solicitante: Ing. José Elera	
Proyecto: Consultoría para la Elaboración de Expedientes Técnicos y Supervisión de Proyectos Relacionados a Transporte y Residuos Sólidos del Gore Amazonas - JICA P43.	
Ubicación: TRAMO - II Chachapoyas	

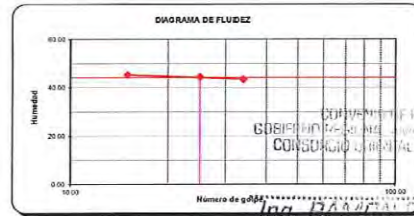
Ensayo	Metodo
Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D422 - 63(2007) Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
Límites de Consistencia	ASTM D4318 - 10 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
Clasificación SUCS	ASTM D2487 - 11 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Código: LGC-16.216.006	Sondeo: C-3	Muestra: M-1	Profundidad (m): 0.20-1.40
Progresiva: DME 4+800	Condición de la muestra: Muestra Alterada	Cantera: ---	Tipo de Material: Suelo

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO			
Malla	N°	Abertura (mm)	% que pasa
3"		76.200	100.0
2"		50.800	100.0
1 1/2"		38.100	100.0
1"		25.400	100.0
3/4"		19.100	100.0
3/8"		9.520	95.8
N° 4		4.760	91.1
N° 10		2.000	88.1
N° 20		0.840	84.7
N° 40		0.425	80.9
N° 60		0.250	76.1
N° 140		0.106	69.4
N° 200		0.075	67.8

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Límite Líquido (LL) (%)	44
Límite Plástico (LP) (%)	32
Índice Plástico (IP) (%)	12



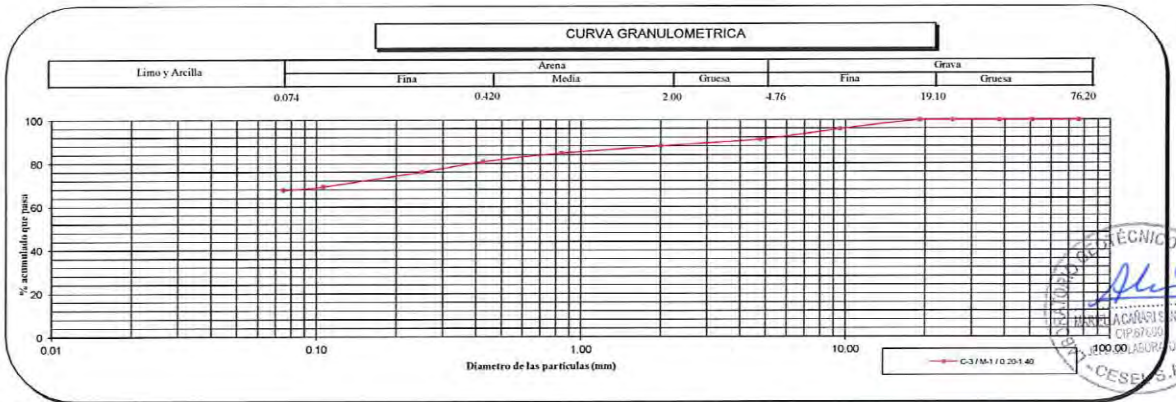
Distribución Granulométrica

% Grava	GG%	0.0
	GF%	8.9
	AG%	3.0
% Arena	AM%	7.2
	AF%	13.1
% Finos		67.80
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		3/4
Forma del suelo grueso		Sub-angulosa
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0
Coeficiente de Curvatura		---
Coeficiente de Uniformidad		---

Método de ensayo	Multipunto
Preparación de la muestra	Húmeda

Clasificación (S.U.C.S.)

ML	Limo arenoso
----	--------------



Observaciones

Tipo de Preparación para ensayo Clasificación: Vía Húmeda

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio Geotécnico y de Concreto CESEL S.A. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

CONVENIO DE PRESTAMO PE - P43
GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROMAZONAS
CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA

Ing. José Elera Torres
GEOLOGO
CARRETERA CACLIC - LUYA

Av. Javier Prado Este 2923 Urb. Las Dalias
San Borja - Lima
Tel# 705-5000 email : laboratorio@cesel.com.pe

CONVENIO DE PRESTAMO PE-P43
GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROMAZONAS
CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA

Ing. OSWALDO TORRES ROSAS
ADJ. GERENTE DE PROYECTO
CARRETERA CARLIS - LUYA - LAMUD



Informe de Ensayo con Valor Oficial
 N° - LGC-16-216

Código del proyecto: 16207232	Fecha de Emisión: 2016-06-01
Cliente: Gerencia de Transportes	Fecha de Recepción: 2016-05-20
Solicitante: Ing. José Elera	
Proyecto: Consultoría para la Elaboración de Expedientes Técnicos y Supervisión de Proyectos Relacionados a Transporte y Residuos Sólidos del Gore Amazonas - JICA P43.	
Ubicación: TRAMO - II Chachapoyas	

Ensayo	Metodo
Analisis Granulometrico por Tamizado	ASTM D422 - 63(2007) Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
Limites de Consistencia	ASTM D4318 - 10 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
Clasificacion SUCS	ASTM D2487 - 11 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Codigo: LGC-16.216.007	Sondeo: C-1	Muestra: M-1	Profundidad (m): 0.90-1.80
Progresiva: DME 0+950	Condición de la muestra: Muestra Alterada	Cantera: ---	Tipo de Material: Suelo

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
Malla	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)		
	N°	Abertura (mm)	% que pasa
3"	76.200	100.0	100.0
2"	50.800	100.0	100.0
1 1/2"	38.100	100.0	100.0
1"	25.400	94.9	94.9
3/4"	19.100	92.2	92.2
3/8"	9.520	90.0	90.0
N° 4	4.760	88.4	88.4
N° 10	2.000	86.5	86.5
N° 20	0.840	80.8	80.8
N° 40	0.425	57.5	57.5
N° 60	0.250	20.3	20.3
N° 140	0.106	7.5	7.5
N° 200	0.075	7.0	7.0

Distribución Granulométrica			
% Grava	GG%		7.8
	GF%		3.8
	AG%		1.9
% Arena	AM%		29.0
	AF%		50.5
% Finos			7.00
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)			1 1/2
Forma del suelo grueso			--
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)			0
Coeficiente de Curvatura			1.44
Coeficiente de Uniformidad			3.65

LIMITES DE CONSISTENCIA

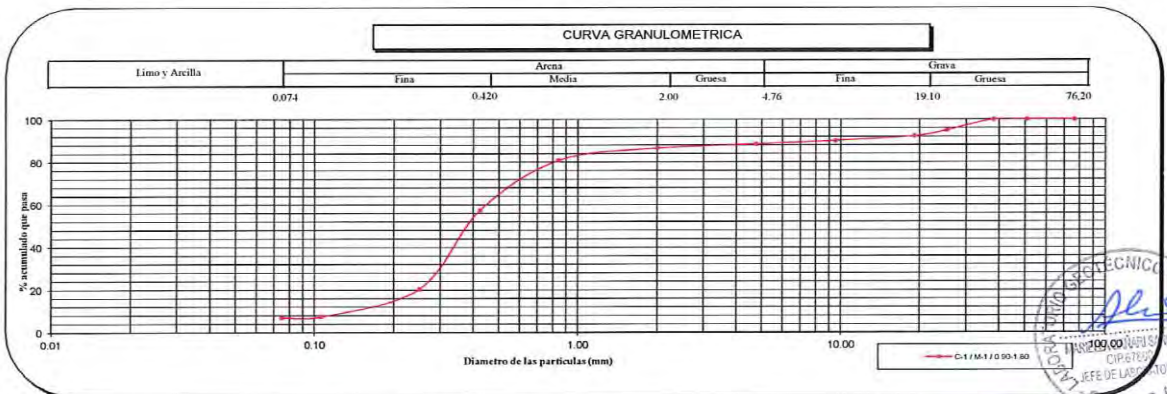
Límite Líquido (LL) (%)	-
Límite Plástico (LP) (%)	NP
Índice Plástico (IP) (%)	NP



Ing. **HAROLD JOSE HJAROTO**
 GERENTE DE PROYECTO

Método de ensayo	--
Preparación de la muestra	--

Clasificación (S.U.C.S.)	
SP - SM	Arena pobremente graduada con limo



Observaciones

Tipo de Preparación para ensayo Clasificación: Via Húmeda

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.
 Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio Geotécnico y de Concreto CESEL S.A.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

Informe de Ensayo con Valor Oficial
 N° - LGC-16-216

Código del proyecto: 16207232	Fecha de Emisión: 2016-06-01
Cliente: Gerencia de Transportes	Fecha de Recepción: 2016-05-20
Solicitante: Ing. José Elera	
Proyecto: Consultoría para la Elaboración de Expedientes Técnicos y Supervisión de Proyectos Relacionados a Transporte y Residuos Sólidos del Gore Amazonas - JICA P43.	
Ubicación: TRAMO - II Chachapoyas	

Ensayo	Metodo
Analisis Granulometrico por Tamizado	ASTM D422 - 63(2007) Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
Límites de Consistencia	ASTM D4318 - 10 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
Clasificación SUCS	ASTM D2487 - 11 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Codigo: LGC-16.216.008	Sondeo: C-3	Muestra: M-1	Profundidad (m): 0.10-1.80
Progresiva: DME 1+900	Condición de la muestra: Muestra Alterada	Cantera: ---	Tipo de Material: Suelo

Malla	Abertura (mm)	% que pasa	N°
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	94.9	
1"	25.400	89.0	
3/4"	19.100	87.4	
3/8"	9.520	80.9	
N° 4	4.760	73.9	
N° 10	2.000	65.3	
N° 20	0.840	58.8	
N° 40	0.425	53.7	
N° 60	0.250	49.1	
N° 140	0.105	42.7	
N° 200	0.075	41.8	

LIMITES DE CONSISTENCIA

Límite Líquido (LL) (%)	21
Límite Plástico (LP) (%)	12
Índice Plástico (IP) (%)	9



GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROAMAZONAS
 CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA
Ing. RAMÓN BOLAÑOS
 GERENTE DE PROYECTO

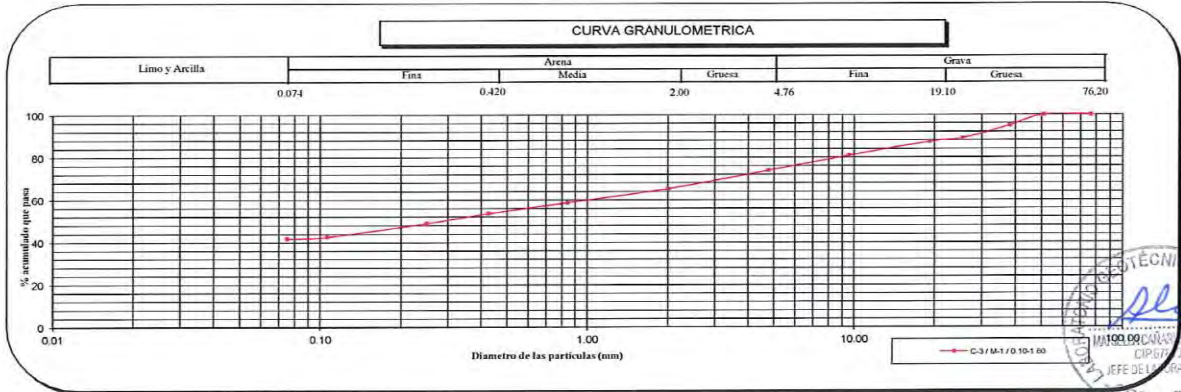
Distribución Granulométrica

% Grava	GG%	12.6
	GF%	13.5
% Arena	AG%	8.6
	AM%	11.6
	AF%	11.9
% Finos		41.80
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		2
Forma del suelo grueso		Sub-angulosa
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0
Coeficiente de Curvatura		---
Coeficiente de Uniformidad		---

Método de ensayo	Multipunto
Preparación de la muestra	Húmeda

Clasificación (S.U.C.S.)

SC	Arena arcillosa con grava
----	---------------------------



Observaciones
 Tipo de Preparación para ensayo Clasificación: Via Húmeda

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.
 Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio Geotécnico y de Concreto CESEL S.A.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

CONVENIO DE PRESTAMO PE - P43
 GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROAMAZONAS
 CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA
Ing. José Elera Torres
 GEOLOGO
 CARRETERA CAJALIC - LUYA

Av. Javier Prado Este 2923 Urb. Las Dalias
 San Borja - Lima
 Telf 705-5000 email : laboratorio@cesel.com.pe

CONVENIO DE PRESTAMO PE-P43
 GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROAMAZONAS
 CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA
Ing. OSWALDO TORRES ROSAS
 ADJ. GERENTE DE PROYECTO
 CARRETERA CAJALIC - LUYA - LAMUD



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI - SNA CON REGISTRO No LE-071



Informe de Ensayo con Valor Oficial
N° - LGC-16-216

Código del proyecto:	16207232	Fecha de Emisión :	2016-06-01
Cliente:	Gerencia de Transportes	Fecha de Recepción :	2016-05-20
Solicitante:	Ing. José Elera		
Proyecto:	Consultoría para la Elaboración de Expedientes Técnicos y Supervisión de Proyectos Relacionados a Transporte y Residuos Sólidos del Gore Amazonas - JICA P43.		
Ubicación:	TRAMO - II Chachapoyas		

Ensayo	Metodo
Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D422 - 63(2007) Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
Límites de Consistencia	ASTM D4318 - 10 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
Clasificación SUCS	ASTM D2487 - 11 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Código :	LGC-16.216.009	Sondeo :	C-3	Muestra :	M-2	Profundidad (m):	1.40-2.20
Progresiva :	DME 4+800	Condición de la muestra:	Muestra Alterada	Cantera :	---	Tipo de Material:	Suelo

Malla	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)		
	N°	Abertura (mm)	% que pasa
3"		76.200	100.0
2"		50.800	95.0
1 1/2"		38.100	91.3
1"		25.400	89.1
3/4"		19.100	80.1
3/8"		9.520	72.1
N° 4		4.760	67.0
N° 10		2.000	62.4
N° 20		0.840	58.0
N° 40		0.425	51.7
N° 60		0.250	45.0
N° 140		0.106	41.2
N° 200		0.075	41.1

LIMITES DE CONSISTENCIA

Límite Líquido (LL) (%)	37
Límite Plástico (LP) (%)	14
Índice Plástico (IP) (%)	23



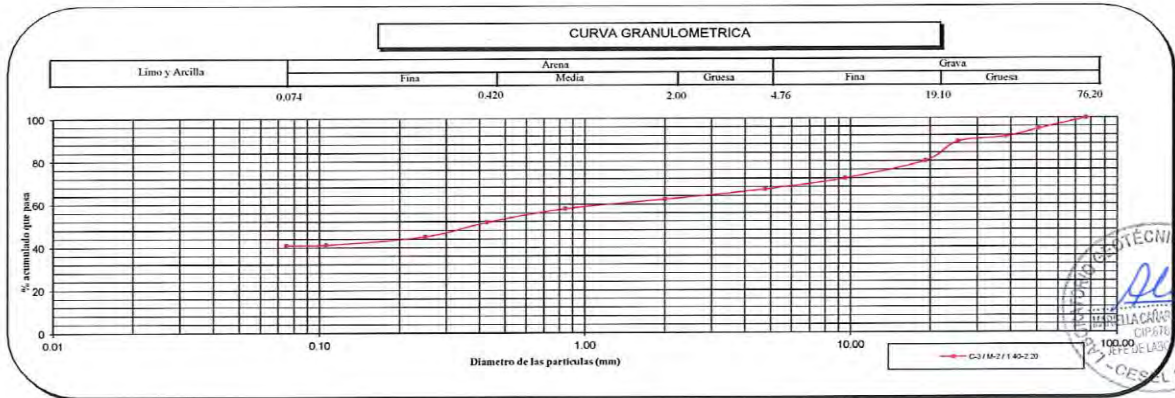
GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROAMAZONAS
CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA
Ing. OSWALDO TORRES ROSAS
ADJ. GERENTE DE PROYECTO

Distribución Granulométrica

% Grava	GG%	19.9
	GF%	13.1
	AG%	4.6
% Arena	AM%	10.7
	AF%	10.6
% Finos		41.10
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		3
Forma del suelo grueso		Sub-angulosa
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0
Coefficiente de Curvatura		---
Coefficiente de Uniformidad		---

Método de ensayo	Multipunto
Preparación de la muestra	Húmeda

Clasificación (S.U.C.S.)	
GC	Grava arcillosa con arena



Observaciones

Tipo de Preparación para ensayo Clasificación: Vía Húmeda

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente Informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio Geotécnico y de Concreto CESEL S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

CONVENIO DE PRESTAMO PE - P43
GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROAMAZONAS
CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA

Ing. José Elera Torres
GEOLOGO
CARRETERA CAGLIC - LUYA

Av. Javier Prado Este 2925 Urb. Las Dalias
San Borja - Lima
Telf 705-5000 email : laboratorio@cesel.com.pe

CONVENIO DE PRESTAMO PE - P43
GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROAMAZONAS
CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA

Ing. OSWALDO TORRES ROSAS
ADJ. GERENTE DE PROYECTO
CARRETERA BAHUR - LUYA - LAMUD

Informe de Ensayo con Valor Oficial
 N° - LGC-16-216

Código del proyecto: 16207232	Fecha de Emisión: 2016-06-01
Cliente: Gerencia de Transportes	Fecha de Recepción: 2016-05-20
Solicitante: Ing. José Elera	
Proyecto: Consultoría para la Elaboración de Expedientes Técnicos y Supervisión de Proyectos Relacionados a Transporte y Residuos Sólidos del Gore Amazonas - JICA P43.	
Ubicación: TRAMO - II Chachapoyas	

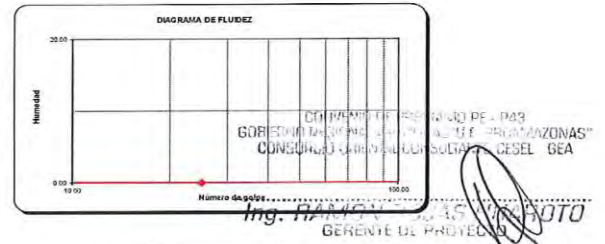
Ensayo	Metodo
Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D422 - 63(2007) Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
Límites de Consistencia	ASTM D4318 - 10 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
Clasificación SUCS	ASTM D2487 - 11 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Código: LGC-16.216.010	Sondeo: C-4	Muestra: M-2	Profundidad (m): 1.40-2.20
Progresiva: DME 1+900	Condición de la muestra: Muestra Alterada	Cantera: ---	Tipo de Material: Suelo

Malla	Abertura (mm)		% que pasa
	N°		
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	95.7	
1 1/2"	38.100	87.5	
1"	25.400	82.4	
3/4"	19.100	80.7	
3/8"	9.520	75.3	
N° 4	4.760	72.2	
N° 10	2.000	69.8	
N° 20	0.840	67.4	
N° 40	0.425	53.0	
N° 60	0.250	34.8	
N° 140	0.106	21.0	
N° 200	0.075	20.2	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

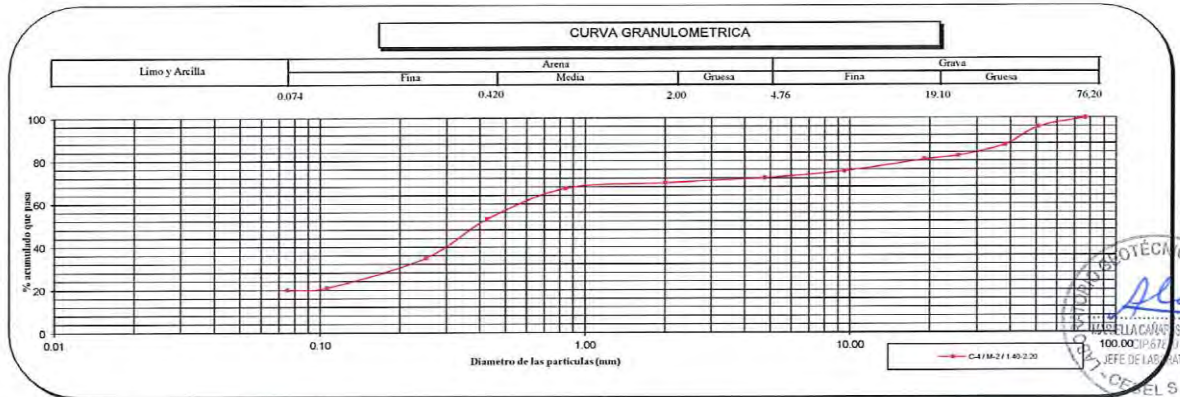
Límite Líquido (LL) (%)	-
Límite Plástico (LP) (%)	NP
Índice Plástico (IP) (%)	NP



% Grava	GG%	19.3
	GF%	8.5
	AG%	2.4
% Arena	AM%	16.8
	AF%	32.8
% Finos		20.20
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		3
Forma del suelo grueso		Sub-angular
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0
Coeficiente de Curvatura		---
Coeficiente de Uniformidad		---

Método de ensayo	--
Preparación de la muestra	--

SM	Arena limosa con grava
----	------------------------



Observaciones

Tipo de Preparación para ensayo Clasificación: Via Húmeda

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio Geotécnico y de Concreto CESEL S.A. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI - SNA CON REGISTRO No LE-071



Informe de Ensayo con Valor Oficial
N° - LGC-16-216

Código del proyecto:	16207232	Fecha de Emisión:	2016-06-01
Cliente:	Gerencia de Transportes	Fecha de Recepción:	2016-05-20
Solicitante:	Ing. José Elera		
Proyecto:	Consultoría para la Elaboración de Expedientes Técnicos y Supervisión de Proyectos Relacionados a Transporte y Residuos Sólidos del Gore Amazonas - JICA P43.		
Ubicación:	TRAMO - II Chachapoyas		

Ensayo	Metodo
Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D422 - 63(2007) Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
Límites de Consistencia	ASTM D4318 - 10 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
Clasificación SUCS	ASTM D2487 - 11 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Código:	LGC-16.216.011	Sondeo:	C-2	Muestra:	M-1	Profundidad (m):	0.40-1.40
Progresiva:	DME 1+900	Condición de la muestra:	Muestra Alterada	Cantera:	---	Tipo de Material:	Suelo

Malla	Abertura (mm)		% que pasa
	N°		
3"	76.200	100.0	100.0
2"	50.800	100.0	100.0
1 1/2"	38.100	83.4	83.4
1"	25.400	74.7	74.7
3/4"	19.100	69.3	69.3
3/8"	9.520	57.5	57.5
N° 4	4.760	49.0	49.0
N° 10	2.000	42.5	42.5
N° 20	0.840	33.9	33.9
N° 40	0.425	23.1	23.1
N° 60	0.250	15.8	15.8
N° 140	0.106	12.8	12.8
N° 200	0.075	12.1	12.1

LÍMITES DE CONSISTENCIA

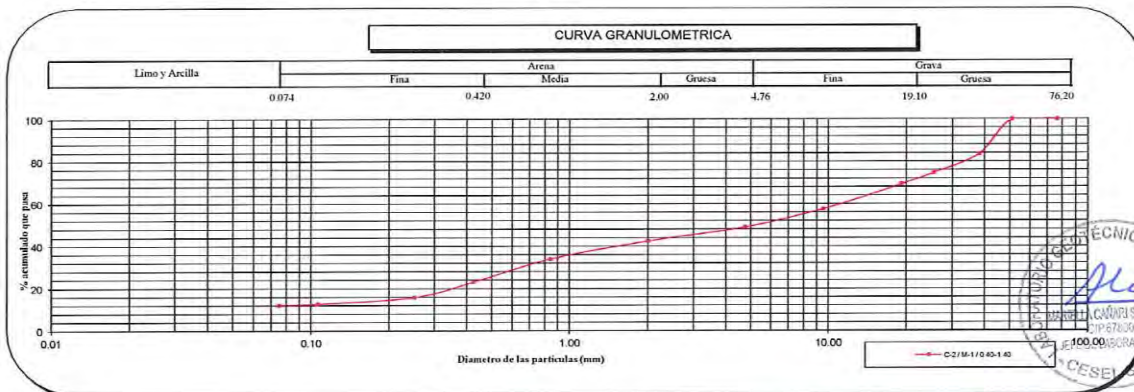
Límite Líquido (LL) (%)	---
Límite Plástico (LP) (%)	NP
Índice Plástico (IP) (%)	NP



% Grava	GG%	30.7
	GF%	20.3
% Arena	AG%	6.5
	AM%	19.4
	AF%	11.0
% Finos		12.10
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		2
Forma del suelo grueso		Sub-angular
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0
Coeficiente de Curvatura		---
Coeficiente de Uniformidad		---

Método de ensayo	---
Preparación de la muestra	---

GM	Grava limosa con arena
----	------------------------



Observaciones

Tipo de Preparación para ensayo Clasificación: Via Húmeda

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio Geotécnico y de Concreto CESEL S.A. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

CONVENIO DE PRESTAMO PE - P43
GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROAMAZONAS*
CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA
Ing. José Elera Torres
GEOLOGO
CARRETERA CAJALIG - LUYA

Av. Javier Prado Este 2923 Urb. Las Dañas
San Borja - Lima
Telf 705-5000 email : laboratorio@cesel.com.pe

CONVENIO DE PRESTAMO PE - P43
GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROAMAZONAS*
CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA
Ing. OSWALDO TORRES ROSAS
ADJ. GERENTE DE PROYECTO
CARRETERA CAJALIG - LUYA - LAMUD



ANEXO D: VOLUMEN DE TRANSITO

