



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA EFICIENTE DE  
ALMACENAMIENTO DE AGUA EN LAS COCHAS CALLAMPA 1, 2  
Y 3, EN EL DISTRITO DE TAUCA, PROVINCIA PALLASCA,  
DEPARTAMENTO ANCASH, 2022”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**Ingeniero Agrícola**

**Autor:**

Br. Milla Menacho, Edsson Junior

**Asesor:**

Ph.D. Jara Remigio, Flor Angela

 <https://orcid.org/0000-0002-4035-4765>

**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Recursos naturales, ecología y producción

Huaraz – Ancash – Perú

2025





UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CIUDAD UNIVERSITARIA DE SHANCAYAN – 043-640020 Anexo 1802-HUARAZ-ANCASH



ACTA DE SUSTENTACIÓN  
DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

En atención a la **Resolución Decanatural N° 554-2025-UNASAM-FCA**, de fecha 14 de octubre de 2025; los miembros del Jurado del Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional (ITSP) que suscriben, se reunieron para escuchar la sustentación del ITSP presentado por el: Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Agrícola: **EDSSON JUNIOR MILLA MENACHO**, denominado: **"CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA EFICIENTE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA EN LAS COCHAS CALLAMPA 1, 2 Y 3, EN EL DISTRITO DE TAUCA, PROVINCIA PALLASCA, DEPARTAMENTO ANCASH, 2022"**, luego de escuchada la sustentación del ITSP, lo declaramos:

APROBADO

Con la **CALIFICACIÓN** que se indica:

Miembro del jurado	Nota	Promedio	Mención *
Presidente	16	16	
Primer Miembro	16		
Segundo Miembro	15		

Por lo tanto, el sustentante queda en condición de ser calificado **APTO** por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título Profesional de **INGENIERO AGRÍCOLA** de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la UNASAM.

Huaraz, 15 de octubre de 2025

  
-----  
**Dr. VÍCTOR MANUEL MENACHO LÓPEZ**  
Presidente

  
-----  
**Mag. ESTEBAN PEDRO REYES ROQUE**  
Primer Miembro

  
-----  
**Mg.Sc. YÉNICA CIRILA PACHAC HUERTA**  
Segundo Miembro

  
-----  
**Ph.D. FLOR ÁNGELA JARA REMIGIO**  
Asesor

(\*) Según el Reglamento de Suficiencia y Actualización Profesional para optar el título de Ingeniero(a) Agrícola en la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNASAM, las calificaciones y menciones pueden ser: APROBADO CON EXCELENCIA (19-20), APROBADO CON DISTINCIÓN (17-18), APROBADO (14-16) y DESAPROBADO (00 -13)



UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

*"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"*

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

CIUDAD UNIVERSITARIA DE SHANCAYAN – 043-640020 Anexo 1802-HUARAZ-ANCASH



**ACTA DE CONFORMIDAD  
DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Los Miembros del Jurado del **Informe del Trabajo de Suficiencia Profesional (ITSP)** que suscriben, dan cuenta que las observaciones formuladas después de la exposición y defensa oral del **ITSP**. Éstas han sido subsanadas satisfactoriamente por el bachiller en Ciencias de la Ingeniería Agrícola: **EDSSON JUNIOR MILLA MENACHO**. En consecuencia, el Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional denominado: **"CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA EFICIENTE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA EN LAS COCHAS CALLAMPA 1, 2 Y 3, EN EL DISTRITO DE TAUCA, PROVINCIA PALLASCA, DEPARTAMENTO ANCASH, 2022"**; se declara:

**CONFORME**

Por lo tanto, el sustentante queda en condición de **APTO** para realizar los trámites para recibir el Título Profesional de **INGENIERO AGRÍCOLA** de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la UNASAM.

Huaraz, 15 de octubre de 2025

  
-----  
**Dr. VÍCTOR MANUEL MENACHO LÓPEZ**  
Presidente

  
-----  
**Mag. ESTEBAN PEDRO REYES ROQUE**  
Primer Miembro

  
-----  
**Mg.Sc. YÉNICA CIRILA PACHAC HUERTA**  
Segundo Miembro

  
-----  
**Ph.D. FLOR ÁNGELA JARA REMIGIO**  
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

*"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"*

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

CIUDAD UNIVERSITARIA DE SHANCAAYÁN TELEFAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ



## **CERTIFICADO DE SIMILITUD DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Que según el informe de similitud con el anexo 01 de la resolución de consejo Universitario – Rector N° 126-2022-UNASAM y el reporte de similitud, emitido por la Ph.D. JARA REMIGIO, Flor Ángela, respecto al informe de trabajo de Suficiencia Profesional denominado: **“CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA EFICIENTE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA EN LAS COCHAS CALLAMPA 1, 2 Y 3, EN EL DISTRITO DE TAUCA, PROVINCIA PALLASCA, DEPARTAMENTO ANCASH, 2022”**; de autor Bach. MILLA MENACHO, Edsson Junior, se certifica la originalidad de la tesis con 15% de similitud general encontrándose dentro del rango aceptable de similitud.

Se expide el presente certificado de similitud a solicitud del interesado para fines que estime correspondiente.

Huaraz 27 de octubre 2025

  
-----  
Dr. GUILLERMO CASTILLO ROMERO  
Presidente de la Comisión de Investigación  
FCA-UNASAM

Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM  
**ANEXO 1**  
**INFORME DE SIMILITUD.**

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

“Construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las Cochas Callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento Áncash, 2022”

Presentado por: Bach. Milla Menacho, Edsson Junior

con DNI N°: 70425319

para optar el Título Profesional de:

Ingeniera Agrícola

Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de : 15% de similitud.

**Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pre grado (Art. 11, inc. 1).**

Porcentaje			
Trabajos de estudiantes	Tesis de pregrado	Evaluación y acciones	Seleccione donde corresponda
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	<input checked="" type="radio"/>
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	<input type="radio"/>
Mayores a 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento y si persistiese el trabajo es invalidado.	<input type="radio"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor/ Jefe de Grados y Títulos de la EPG UNASAM/ Director o Editor responsable, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz, 16/10/2025

FIRMA

Apellidos y Nombres: PhD. Jara Remigio, Flor Ángela

DNI N°: 40732347

Se adjunta:

1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

# INFORME FINAL DE SUFICIENCIA PROFESIONAL -EDSSON MILLA.pdf

 My Files

 My Files

 Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo

---

## Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::8100:513953036

Fecha de entrega

16 oct 2025, 8:40 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

16 oct 2025, 8:44 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

INFORME FINAL DE SUFICIENCIA PROFESIONAL -EDSSON MILLA.pdf

Tamaño del archivo

3.4 MB

84 páginas

15.625 palabras

92.961 caracteres




# 15% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

## Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 13%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## Índice De Contenido

<b>Índice de Tablas</b> .....	v
<b>Índice de Figuras</b> .....	vi
<b>Índice de Anexos</b> .....	vii
<b>Resumen Ejecutivo</b> .....	viii
<b>I. Introducción</b> .....	1
1.1. Justificación técnica y relevancia en la Ingeniería Agrícola.....	1
1.2. Contexto normativo y regulatorio (Perú).....	2
<b>II. Objetivos</b> .....	3
2.1. Objetivo General.....	3
2.2. Objetivos Específicos: .....	3
<b>III. Marco Teórico</b> .....	4
3.1. Investigaciones, Estudios o Proyectos Previos Relacionados .....	4
3.2. Bases Conceptuales de la Experiencia Profesional.....	6
3.2.1. Cuenca Hidrográfica.....	6
3.2.2. Cochabamba .....	9
3.3. Fundamentos Teóricos de la Solución Implementada .....	14
3.3.1. Trazo, Nivelación y Replanteo.....	14
3.3.2. Control Altimétrico Del Dique Y Aliviadero.....	15
3.3.3. Replanteo Final e Informe Topográfico .....	15
<b>IV. Metodología</b> .....	17
4.1. Métodos y Técnicas Utilizadas .....	17
4.1.1. Tipo de Método General.....	17
4.1.2. Método Específico Según el Objetivo Técnico .....	17
4.2. Herramientas Tecnológicas Empleadas .....	18
4.3. Criterios Técnicos y Normativos .....	19
4.3.1. Criterios Técnicos.....	19

4.3.2. Criterios Normativos (Perú) .....	19
4.4. Instrumentos de Medición .....	20
4.5. Descripción Detallada del Proceso de Intervención .....	22
4.5.1. Etapa de Preparación y Organización.....	22
4.5.2. Trazo y Replanteo.....	22
4.5.3. Nivelación y Control Altimétrico.....	22
4.5.4. Supervisión del Movimiento de Tierras .....	23
4.5.5. Registro y Elaboración de Informes.....	23
<b>V. Desarrollo del Trabajo de Suficiencia Profesional en la Ingeniería Agrícola ....</b>	<b>24</b>
5.1. Planificación de la Intervención .....	24
5.2. Descripción de las Actividades Realizadas .....	24
5.2.1. Actividades Realizadas para el Objetivo Específico 01 .....	24
5.2.2. Actividades realizadas para el objetivo específico 02.....	29
5.2.3. Actividades Realizadas para el Objetivo Específico 03:.....	48
5.3. Etapas de Ejecución.....	49
5.4. Mecanismos de Control y Seguimiento .....	51
5.5. Cronograma de Actividades.....	52
<b>VI. Resultados.....</b>	<b>54</b>
6.1. Resultados para el Objetivo Específico 01 .....	54
6.1.1. Análisis de Resultados, Asociado al Análisis de Datos .....	54
6.2. Resultados para el Objetivo Específico 02 .....	54
6.2.1. Análisis de Resultados, Asociado al Análisis de Datos .....	54
6.3. Resultados para el Objetivo Específico 03 .....	55
6.3.1. Análisis de Resultados, Asociado al Análisis de Datos .....	55
6.4. Evaluación Económica y Social .....	55
6.5. Indicadores de Desempeño .....	56
<b>VII. Presupuesto .....</b>	<b>58</b>

7.1. Estimación de Costos Unitarios.....	58
7.2. Recursos Usados.....	58
7.2.1. Recursos Humanos.....	58
7.2.2. Recursos Materiales.....	58
<b>VIII. Conclusiones.....</b>	<b>59</b>
<b>IX. Recomendaciones.....</b>	<b>60</b>
<b>X. Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>61</b>
<b>XI. Anexos.....</b>	<b>62</b>
11.1. Panel Fotográfico.....	62
11.2. Planos finales de los diques.....	71

## Índice De Tablas

<b>Tabla 1</b> Instrumentos de medición.....	21
<b>Tabla 2</b> Coordenadas de los BMs de la cocha callampa 1 .....	25
<b>Tabla 3</b> Coordenadas de los BMs de la cocha callampa 2 .....	25
<b>Tabla 4</b> Coordenadas de los BMs de la cocha callampa 3 .....	26
<b>Tabla 5</b> Ubicación, Duración y Frecuencia de las actividades del Objetivo 1.....	29
<b>Tabla 6</b> Plantilla de nivelación cocha callampa 1 .....	45
<b>Tabla 7</b> Plantilla de nivelación cocha callampa 2 .....	46
<b>Tabla 8</b> Plantilla de nivelación cocha callampa 3 .....	47
<b>Tabla 9</b> Ubicación, Duración y Frecuencia de las actividades del Objetivo 2.....	48
<b>Tabla 10</b> Ubicación, Duración y Frecuencia de las actividades del Objetivo 3.....	49
<b>Tabla 11</b> Actividades ejecutadas por cada objetivo específico.....	50
<b>Tabla 12</b> Actividades ejecutadas por cada objetivo específico.....	51
<b>Tabla 13</b> Mecanismos de control y seguimiento del objetivo 1.....	51
<b>Tabla 14</b> Mecanismos de control y seguimiento de los objetivos 2 y 3.....	52
<b>Tabla 15</b> Resultados de control altimétrico.....	54
<b>Tabla 16</b> Evaluación económica y social por objetivos.....	55
<b>Tabla 17</b> Evaluación económica y social por objetivos.....	56
<b>Tabla 18</b> Indicadores de desempeño por objetivos .....	57
<b>Tabla 19</b> Presupuesto de ejecución del informe de trabajo de suficiencia profesional.....	58

## Índice De Figuras

<b>Figura 1</b>	Ilustración de los componentes de una cuenca hidrográfica .....	9
<b>Figura 2</b>	Elementos principales de un dique de tierra.....	13
<b>Figura 3</b>	Diagrama de control planimétrico inicial de la cocha callampa 1 .....	26
<b>Figura 4</b>	Diagrama de control altimétrico de la cocha callampa 1 .....	27
<b>Figura 5</b>	Diagrama de control planimétrico de la cocha callampa 2 .....	27
<b>Figura 6</b>	Diagrama de control altimétrico de la cocha callampa 2 .....	28
<b>Figura 7</b>	Diagrama de control planimétrico de la cocha callampa 3 .....	28
<b>Figura 8</b>	Diagrama de control altimétrico de la cocha callampa 3 .....	28
<b>Figura 9</b>	Diagrama de control planimétrico de la cocha callampa 1 .....	30
<b>Figura 10</b>	Diagrama de control altimétrico de la cocha callampa 1 .....	31
<b>Figura 11</b>	Diagrama de control planimétrico de la cocha callampa 2 .....	31
<b>Figura 12</b>	Diagrama de control altimétrico de la cocha callampa 2 .....	32
<b>Figura 13</b>	Diagrama de control planimétrico de la cocha callampa 3 .....	33
<b>Figura 14</b>	Diagrama de control altimétrico de la cocha callampa 3 .....	34
<b>Figura 15</b>	Diagrama de control planimétrico al 50% de la cocha callampa 1 .....	35
<b>Figura 16</b>	Diagrama de control altimétrico al 50% de la cocha callampa 1 .....	35
<b>Figura 17</b>	Diagrama de control planimétrico al 50% de la cocha callampa 2 .....	36
<b>Figura 18</b>	Diagrama de control altimétrico al 50% de la cocha callampa 2 .....	37
<b>Figura 19</b>	Diagrama de control planimétrico al 50% de la cocha callampa 3 .....	38
<b>Figura 20</b>	Diagrama de control altimétrico al 50% de la cocha callampa 3 .....	39
<b>Figura 21</b>	Diagrama de control planimétrico al 100% de la cocha callampa 1 .....	40
<b>Figura 22</b>	Diagrama de control altimétrico al 100% de la cocha callampa 1 .....	40
<b>Figura 23</b>	Diagrama de control planimétrico al 100% de la cocha callampa 2 .....	41
<b>Figura 24</b>	Diagrama de control altimétrico al 100% de la cocha callampa 2 .....	42
<b>Figura 25</b>	Diagrama de control planimétrico al 100% de la cocha callampa 3 .....	43
<b>Figura 26</b>	Diagrama de control altimétrico al 100% de la cocha callampa 3 .....	44
<b>Figura 27</b>	Diagrama del control altimétrico de la corona del dique terminada y el aliviadero, cocha callampa 1 .....	45
<b>Figura 28</b>	Diagrama del control altimétrico de la corona del dique terminada y el aliviadero, cocha callampa 2.....	46
<b>Figura 29</b>	Diagrama del control altimétrico de la corona del dique terminada y el aliviadero, cocha callampa 3.....	47
<b>Figura 30</b>	Cronograma de elaboración del trabajo de suficiencia profesional en ingeniería	

agrícola para optar el título .....	53
-------------------------------------	----

### Índice De Anexos

<b>Anexo 1</b> Levantamiento topográfico inicial de las cochas .....	62
<b>Anexo 2</b> Trazo y replanteo de las cochas para la intervención.....	62
<b>Anexo 3</b> Inicio de excavación de las cochas .....	63
<b>Anexo 4</b> Control altimétrico de la cimentación.....	63
<b>Anexo 5</b> Excavaciones de las zanjas de drenaje y tubería de descarga .....	64
<b>Anexo 6</b> Control altimétrico aproximadamente al 50% de su conformación de la cocha callampa 1 .....	64
<b>Anexo 7</b> Control altimétrico aproximadamente al 50% de su conformación de la cocha callampa 2 .....	65
<b>Anexo 8</b> Control altimétrico aproximadamente al 50% de su conformación de la cocha callampa 3 .....	65
<b>Anexo 9</b> Control altimétrico aproximadamente al 100% de su conformación de la cocha callampa 1 .....	66
<b>Anexo 10</b> Control altimétrico aproximadamente al 100% de su conformación de la cocha callampa 2 .....	66
<b>Anexo 11</b> Control altimétrico aproximadamente al 100% de su conformación de la cocha callampa 3 .....	67
<b>Anexo 12</b> Trazo final de la corona del dique.....	67
<b>Anexo 13</b> Excavación manual para el anclaje de geomembrana.....	68
<b>Anexo 14</b> Excavación del aliviadero para su construcción .....	68
<b>Anexo 15</b> Excavación y control de pendiente del aliviadero .....	69
<b>Anexo 16</b> Estructuras construidas al 100% de cada cocha.....	69
<b>Anexo 17</b> Replanteo final del dique y estructuras construidas.....	70
<b>Anexo 18</b> Fin del trabajo de replanteo final de las estructuras construidas.....	70
<b>Anexo 19</b> Detalle del dique de la cocha callampa 1 según expediente técnico.....	71
<b>Anexo 20</b> Detalle del dique de la cocha callampa 2 según expediente técnico.....	72
<b>Anexo 21</b> Detalle del dique de la cocha callampa 3 según expediente técnico.....	73
<b>Anexo 22</b> Detalle del dique replanteado de la cocha callampa 1 .....	74
<b>Anexo 23</b> Detalle del dique replanteado de la cocha callampa 2 .....	75
<b>Anexo 24</b> Detalle del dique replanteado de la cocha callampa 3 .....	76

## Resumen Ejecutivo

El presente trabajo de suficiencia profesional responde a la problemática de la escasez y gestión ineficiente del recurso hídrico en zonas altoandinas, planteando la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas Callampa 1, 2 y 3, ubicadas en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, Áncash. La experiencia profesional del Bachiller se centra en la aplicación de controles topográficos y principios de la Ingeniería Agrícola para asegurar precisión en la ejecución de infraestructuras hídricas rurales. El estudio tuvo como objetivos: realizar el trazo, nivelación y replanteo de las cochas; efectuar el control altimétrico del dique y aliviadero; y llevar a cabo el replanteo final junto con la elaboración de informes topográficos. La metodología aplicada incluyó el uso de instrumentos especializados (nivel de ingeniero, estación total, GPS y wincha métrica), complementados con la elaboración de planos y reportes técnicos que garantizaron la correcta ejecución del proyecto. Los impactos obtenidos fueron significativos: en lo económico, se optimizaron los recursos y se redujeron costos por correcciones; en lo social, se fortaleció la confianza comunitaria y se mejoró la disponibilidad hídrica para riego y seguridad alimentaria; y en lo ambiental, se favoreció la recarga de acuíferos y la sostenibilidad en la gestión del agua. Como conclusión principal, se confirma que el proyecto alcanzó los objetivos planteados, contribuyendo al desarrollo de la Ingeniería Agrícola y generando beneficios sostenibles para la población y el entorno del distrito de Tauca.

**Palabras clave:** Dique, cocha, trazo, nivelación, replanteo y topografía.

## I. Introducción

La ingeniería agrícola juega un papel crucial en la planificación, elaboración y edificación de estructuras hidráulicas que fomentan el crecimiento sostenible del sector agrícola. Entre estas estructuras, los terraplenes de tierra son una alternativa eficaz y accesible para el control y gestión del agua en áreas rurales. Estos terraplenes, que se construyen principalmente con materiales locales como suelo comprimido, se emplean para la retención de agua, prevención de inundaciones y mejora del riego.

Desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, la construcción de terraplenes de tierra necesita un entendimiento completo de aspectos como la hidrología del lugar, los caracteres del suelo, el uso de agua, la topografía de la zona y el efecto en la producción agrícola. Asimismo, se implementan principios de diseño estructural y gestión de recursos hídricos para asegurar la estabilidad del terraplén, reducir la erosión y garantizar su operatividad duradera.

El enfoque interdisciplinario de esta área de la ingeniería no solo mejora el uso del agua para el riego, sino que también ayuda en la conservación del suelo, en el control de escorrentías y en la adaptabilidad de los sistemas agrícolas ante el cambio climático. Así, los terraplenes de tierra se erigen como una herramienta clave en el desarrollo rural y en la gestión sostenible del agua en el sector agrícola.

### 1.1. Justificación técnica y relevancia en la Ingeniería Agrícola

La justificación técnica de la ingeniería agrícola en la construcción de diques de tierra o represas rústicas integra principios de la agronomía, la hidráulica, la mecánica de suelos y la gestión ambiental. Este enfoque interdisciplinario permite adaptar los diseños a las características físicas del terreno y las condiciones climáticas locales. Además, prioriza el uso de materiales locales y tecnologías apropiadas, lo que facilita su implementación en comunidades rurales.

El diseño adecuado de un dique de tierra (cochas o represas rústicas) requiere un estudio detallado del tipo de suelo, la topografía del lugar, los regímenes de escurrimiento y precipitación, así como un análisis de riesgos asociados a fallas estructurales. La ingeniería agrícola, por tanto, no solo se enfoca en la construcción física del dique, sino también en su integración con sistemas de riego, drenaje y conservación de cuencas.

La implementación de estas micro represas, conocidas como cochas, se fundamenta en el conocimiento ancestral campesino de la sierra peruana, practicado desde tiempos

remotos. Estas infraestructuras cumplen un rol esencial en la siembra y cosecha de agua, contribuyendo al uso sostenible del recurso hídrico y beneficiando directamente a las familias de las comunidades altoandinas.

En resumen, la relevancia de la ingeniería agrícola en la construcción de diques de tierra promueve soluciones sostenibles y resilientes para la gestión de siembra y cosecha de agua en el medio rural, contribuyendo al desarrollo agrícola y la seguridad alimentaria de la población beneficiaria.

## 1.2. Contexto normativo y regulatorio (Perú)

La construcción de diques de tierra en el Perú está sujeta a un marco normativo que busca garantizar la seguridad, sostenibilidad ambiental y viabilidad técnica de este tipo de infraestructura hidráulica. A continuación, se detalla el contexto normativo y regulatorio más relevante:

- Ley N.º 29338 – Ley de Recursos Hídricos, regula el uso, conservación y aprovechamiento de los recursos hídricos. Todo proyecto de infraestructura hidráulica, como un dique de tierra, debe estar alineado con esta ley.
- Se requiere autorización de uso de agua y/o obras hidráulicas otorgada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA).
- Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (D.S. N.º 001-2010-AG), detalla los procedimientos para la aprobación de proyectos hidráulicos, incluyendo la clasificación de infraestructura mayor y menor. Los diques de tierra generalmente califican como infraestructura hidráulica menor.
- Norma Técnica EM-110 – Manual de diseño de estructuras hidráulicas, emitida por el Ministerio de Agricultura y Riego (MIDAGRI), establece criterios técnicos para el diseño de obras de retención y conducción de agua, aplicables a diques de tierra.
- El desarrollo de diques de tierra en Perú debe cumplir con un conjunto articulado de normas técnicas, ambientales y administrativas, principalmente bajo la supervisión de la ANA y en coordinación con entidades regionales. El cumplimiento de estos requisitos no solo asegura la legalidad del proyecto, sino también su sostenibilidad técnica, social y ambiental.

## II. Objetivos

### 2.1. Objetivo General

Construir un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento Ancash, 2022”

### 2.2. Objetivos Específicos:

Realizar el trazo, nivelación y replanteo de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento Ancash, 2022.

Realizar el control altimétrico del dique y aliviadero de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento Ancash, 2022.

Realizar el replanteo final e informes topográficos de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento Ancash, 2022.

### III. Marco Teórico

#### 3.1. Investigaciones, Estudios o Proyectos Previos Relacionados

Lujan (2020), público en su trabajo de suficiencia profesional para optar el título de Ingeniero Agrícola teniendo como tema la “Construcción de dique en una qocha, para el incremento de disponibilidad hídrica en la comunidad de Sarhua-Ayacucho”, el objetivo general del informe es la construcción de un dique y revestimiento con geomembrana, de la Qocha Pichuicocha a fin de almacenar agua de escorrentía provenientes de la época de lluvia y regular la disponibilidad de agua en los humedales, teniendo como objetivos optimizar la disponibilidad de agua en las áreas de pastoreo, captar y almacenar las lluvias para regular el proceso de siembra y cosecha de agua, garantizar el abastecimiento durante las temporadas de estiaje y aportar al bienestar y calidad de vida de los beneficiarios del proyecto.. Trazo, nivel y replanteo son actividades clave para ubicar y delimitar las obras civiles, trasladando al terreno los ejes y cotas de los planos y asegurando la correcta localización de cada elemento. Ubicada a 4 200 m s. n. m., la construcción generó empleo local y mejoró la calidad de vida de las familias.

Cárdenas (2022), público en su trabajo de suficiencia profesional titulado “Construcción de dique de tierra en la Qocha Acococha para el afianzamiento hídrico-Distrito: Catac, Provincia: Recuay, Región: Ancash-2022”. Frente a la problemática de la falta de agua y la disminución hídrica de lagunas, bofedales, acuíferos y manantiales, el presente informe plantea como objetivo general fortalecer la seguridad hídrica en el área de influencia de la Qocha Acococha, con la construcción del dique de tierra permitiendo captar y almacenar agua de escorrentía durante la temporada de lluvias, para su aprovechamiento en época secas. Los objetivos específicos son: construir el dique y sus obras complementarias para la formación de la Qocha Acococha, asegurar el almacenamiento de agua de escorrentía en temporada húmeda, beneficiar a la población cercana mediante mayor disponibilidad de recurso hídrico en meses secos, y fortalecer la producción agropecuaria mejorando la vida de la comunidad. La obra cumplió con lo establecido en el expediente técnico, respetando dimensiones, especificaciones y lineamientos de prevención de riesgos. El dique construido tiene 60.20 m de longitud, 1.80 m de altura y 4.04 m de ancho de corona, además de una estructura de toma y descarga y un aliviadero de demasías. Se concluye que la Qocha Acococha fue ejecutado satisfactoriamente, alcanzando los estándares técnicos previstos. Esta infraestructura permite almacenar 32 210 m<sup>3</sup> de agua, mejorando el riego de 20 ha y beneficiando directamente a 48 familias de Acococha. Como práctica de siembra y cosecha

de agua, contribuye al desarrollo de la agricultura, mitiga la escasez en época seca y eleva la calidad de vida de una población en situación de pobreza extrema.

Arce (2023), presentado en su trabajo de suficiencia profesional titulado “construcción de dique de tierra en la Qocha Ismu para el afianzamiento hídrico – Distrito de Baños – Provincia Lauricocha – Departamento Huánuco”. El afianzamiento hídrico comprende diversas acciones orientadas a estabilizar la cuenca, tales como la construcción de zanjas, presas y procesos de forestación. Estas obras resultan esenciales para almacenar agua en temporada de lluvias y aprovecharla durante el estiaje. El objetivo general del proyecto fue incrementar la oferta hídrica para los beneficiarios de José Olaya mediante la ejecución de un dique de tierra en la Qocha Ismu, ubicada en el Distrito de Baños – Lauricocha - Huánuco. Entre los objetivos se planteó: analizar y evaluar la ejecución del dique y sus obras complementarias; ejecutar la construcción para asegurar el acumulamiento de aguas de escorrentía; registrar las modificaciones realizadas por la topografía del lugar, garantizando el volumen proyectado de 262 447.16 m<sup>3</sup>; y cumplir con las dimensiones técnicas de altura, nivel y longitud establecidas. Las principales actividades incluyeron la medición altimétrica, nivelación y perfilado del cuerpo del dique. Se concluye que la ejecución del dique de tierra en la Qocha Ismu y sus obras de arte se culminó satisfactoriamente, respetando el expediente técnico y aplicando ajustes para optimizar su funcionamiento. El dique permite almacenar 262 447.16 metros cúbicos de agua, beneficiando a 16 familias (64 personas) con 25 ha de cultivos, e indirectamente a 65 familias (195 personas) con 95 ha destinadas a actividades agrícolas y ganaderas, contribuyendo así a mejorar la seguridad hídrica y el bienestar de la comunidad.

Lujan (2021), menciona en su trabajo de suficiencia profesional titulado “Ejecución de la obra Qocha Ulimpampa 01 para el incremento de la disponibilidad hídrica en el centro poblado Huchuaccasa- Cajamarca” tiene por objetivo general evaluar la ejecución de la Qocha Ulimpampa 01 para el incremento de la disponibilidad hídrica en el centro poblado Huchuaccasa, Distrito de Bambamarca, Provincia Hualgayoc – Cajamarca y objetivos específicos analizar las metas físicas de la qocha al término del proceso constructivo respecto de parámetros las metas proyectadas en el expediente técnico; analizar los gastos efectuados al término del proceso constructivo respecto del presupuesto; analizar el plazo de ejecución hasta la conclusión de la obra respecto del programado en el expediente técnico y evaluar las componentes de la qocha al término del proceso constructivo respecto de los parámetros de calidad de obra indicados en el expediente técnico. La metodología es el análisis del

expediente técnico, Estado situacional al término del proceso constructivo y evaluación de la obra culminada. Se concluye que se cumplieron todas las metas físicas establecidas en el expediente técnico, logrando además que los gastos finales fueran menores a los presupuestados. Las intervenciones realizadas cumplen con los criterios de calidad exigidos en las especificaciones técnicas y en los lineamientos del expediente. La Qocha Ulimpampa 01 permitirá almacenar hasta 37 999.47 m<sup>3</sup> de agua de lluvia, incrementando la disponibilidad hídrica en beneficio de la comunidad de Huchuaccasa, quienes podrán aprovechar este recurso principalmente para riego durante la época de estiaje.

### **3.2. Bases Conceptuales de la Experiencia Profesional**

#### **3.2.1. Cuenca Hidrográfica**

Vásquez et al. (2016), desde la perspectiva hidrológica, la cuenca hidrográfica puede entenderse al espacio geográfico zona física específica divididas topográficamente, donde se concentran las lluvias y los escurrimientos superficiales que confluyen hacia un río principal. También se considera interacciones y procesos que atraviesan sus límites; en otras palabras, una cuenca puede recibir y aportar recursos, ya que constituye solo una fracción del planeta. Es importante tener presente que toda porción de la tierra se encuentra dentro de alguna cuenca hidrográfica.

##### **3.2.1.1. Elementos Básicos de una Cuenca Hidrográfica.**

- ✓ El agua: según Vásquez et al. (2016), constituye el elemento central y articulador de los distintos componentes de una cuenca, permitiendo el desarrollo de actividades biológicas, productivas, económicas y ambientales. Cuando este recurso natural se gestiona y aprovecha de manera adecuada, genera importantes beneficios para la población y promueve el desarrollo sostenible de la cuenca, brindando agua potable, riego, pesca, generación de energía, actividades industriales, mineras, de navegación, turismo, conservación de la biodiversidad y diversos servicios. En cambio, una gestión inadecuada ocasiona consecuencias negativas como erosión, deslizamientos, inundaciones, contaminación, deterioro del paisaje y degradación ambiental.
- ✓ El suelo: según Vásquez et al. (2016), constituye otro de los componentes fundamentales de la cuenca, ya que, cuando se maneja de manera adecuada y se combina con agua de buena calidad, favorece el desarrollo de la vida humana, animal y vegetal. Por el contrario, una gestión inadecuada puede

generar efectos negativos como erosión, deslizamientos, contaminación, sedimentación de embalses, salinización y problemas de drenaje-

- ✓ El clima: según Vásquez et al. (2016), regula variables como la temperatura, radiación, insolación, precipitaciones, vientos, nubosidad y otros fenómenos meteorológicos e hidrológicos, los cuales pueden influir de manera positiva o negativa en las actividades biológicas, productivas, turísticas y de servicios.
- ✓ La vegetación: según Vásquez et al. (2016), constituye un componente esencial de la cuenca, ya que mediante el proceso de transpiración contribuye a optimizar el ciclo hidrológico. Además, cumple la función de amortiguar y proteger la superficie del suelo frente al impacto directo de la lluvia, favorece la infiltración del agua, aporta estabilidad al terreno y, a través de la fotosíntesis, capta y almacena dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).
- ✓ La topografía y la pendiente: según Vásquez et al. (2016), del terreno influyen en la velocidad que alcanza el agua al desplazarse sobre la superficie. Para garantizar un uso eficiente tanto del agua como del suelo, resulta esencial aplicar prácticas de conservación adecuadas, tanto en áreas planas como en zonas inclinadas, con el fin de reducir la velocidad del escurrimiento y evitar o minimizar la erosión del suelo.
- ✓ Recursos naturales para actividades no agropecuarias: según Vásquez et al. (2016), dentro de una cuenca existen diversos recursos que no se destinan directamente a la agricultura, pero que resultan fundamentales para otras actividades. Los terrenos, por su parte, son empleados para el desarrollo urbano, la construcción de aeropuertos, vías férreas, carreteras, centros de recreación y múltiples servicios. Asimismo, la cuenca ofrece otros recursos naturales como el paisaje, el viento y la radiación solar.
- ✓ El hombre: según Vásquez et al. (2016), representa el componente más relevante de la cuenca, ya que es el único con la capacidad de planificar el uso racional de los recursos naturales, tanto para su aprovechamiento como para su conservación. Sin embargo, también puede convertirse en el principal factor responsable de su deterioro y destrucción.

### 3.2.1.2. Partes de una Cuenca Hidrográfica.

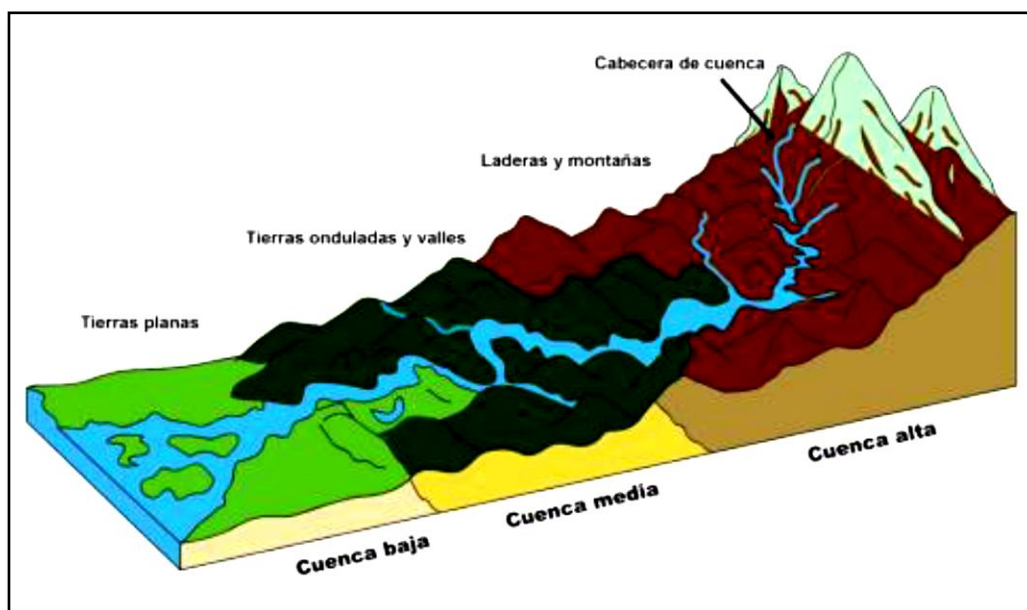
- ✓ Partes altas: según Vásquez et al. (2016), se ubican por encima de los 3000

metros sobre el nivel del mar, alcanzando en ciertos casos elevaciones superiores a los 6500 msnm, ver figura 1. Estas áreas concentran gran parte del volumen hídrico, proveniente tanto del deshielo de los nevados como de las precipitaciones, las cuales suelen ser intensas y abundantes. La configuración topográfica se caracteriza por ser abrupta y escarpada, lo que incrementa significativamente su potencial erosivo; no obstante, estas condiciones también favorecen un elevado aprovechamiento hidroenergético. La precipitación media anual registrada en estas zonas varía entre 800 y 1600 mm.

- ✓ Partes medias: según Vásquez et al. (2016), se localizan entre los 800 y 3000 metros sobre el nivel del mar, ver figura 1. En estas áreas, las precipitaciones anuales promedio varían entre 100 y 800 mm. Corresponden principalmente a los valles interandinos, caracterizados por un clima favorable y diverso. La función principal de estas zonas dentro de la cuenca está vinculada al escurrimiento del agua y al desarrollo de una intensa actividad económica.
- ✓ Partes bajas: según Vásquez et al. (2016), se extienden desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud. En estas áreas, la precipitación anual promedio es reducida, registrándose menos de 100 mm, y la pendiente del terreno presenta valores bajos, ver figura 1. Corresponden a los valles de la costa, espacios donde se concentra importantes actividades agropecuarias y donde se desarrollan grandes obras de riego. Además, estas zonas poseen un elevado potencial de aguas subterráneas, lo que facilita su aprovechamiento.

**Figura 1**

*Ilustración de los componentes de una cuenca hidrográfica*



*Nota:* En la imagen se muestran los componentes de la cuenca hidrográfica. Vásquez et al.,2016.

### 3.2.2. Cochas

FONCODES (2015), nos indica que las cochas constituyen pequeños reservorios situados principalmente en la parte alta y media de la cuenca. Su función es almacenar agua de lluvias y, mediante un sistema de infiltración progresiva, contribuir a la recarga continua del nivel freático, asegurando la disponibilidad hídrica en las partes bajas. Las cochas pueden originarse de manera natural, cuando se forman en depresiones del terreno, o ser construidas artificialmente. En la mayoría de los casos, ambas modalidades se complementan: sobre una cocha pequeña preexistente, las familias o comunidades amplían la capacidad de almacenamiento mediante la construcción de un reservorio mayor y la edificación de un dique, lo que incrementa el volumen disponible para la percolación.

Las cochas están conformadas por depresiones naturales o construidas que captan y almacenan las lluvias. Mediante un proceso de percolación gradual, estas estructuras favorecen al llenado continuo de los acuíferos y garantizan la disponibilidad de agua en los tramos inferiores del río. Es importante que no sean impermeabilizadas, ya que su función depende de permitir el movimiento subterráneo del recurso hídrico.

Las cochas pueden originarse de manera natural, aprovechando depresiones existentes en el terreno, o ser artificiales, cuando son diseñadas y construidas por intervención humana.

También pueden combinarse, lo que significa que, donde hay una pequeña depresión, el hombre ha logrado una mayor reserva de agua al construir una pequeña presa, creando una gran área de infiltración (Valer & Pérez, 2014).

### **3.2.2.1. Tipos de Cochas.**

#### **a) Cochas de Cosecha de Agua o de Almacenamiento.**

FONCODES (2015), nos indica que se trata de estructuras que almacenan agua y cuentan con una base y bordes impermeables, lo que impide la fácil infiltración del recurso. Durante el inicio de las precipitaciones, el almacenamiento se produce de manera rápida, mientras que al finalizar la lluvia el volumen de agua disminuye de forma.

Valer & Pérez (2014), indica las cochas de este tipo almacenan exclusivamente aguas superficiales, presentan procesos de evaporación y se distinguen por contar con sustratos impermeables o con muy baja permeabilidad. Generalmente se localizan en zonas húmedas con materiales de escasa filtración, tanto en la base como en los bordes del vaso. Durante el inicio de las precipitaciones, el flujo se acumula dentro de la capacidad del reservorio y el espejo de agua se eleva con rapidez, permaneciendo en el vaso por un período prolongado. Una vez concluidas las lluvias, la pérdida de agua por evaporación e infiltración resulta mínima, manteniéndose el almacenamiento por más tiempo.

#### **b) Cochas de Siembra de Agua Para la Recarga de Aguas Subterráneas.**

FONCODES (2015), se caracterizan porque el nivel de agua baja con rapidez, manteniéndose seca la zona de almacenamiento. Al inicio de las precipitaciones, el llenado es lento y, una vez finalizadas, el volumen almacenado disminuye rápidamente debido a la infiltración. Estas estructuras cumplen una función clave al recargar acuíferos, alimentar manantiales y bofedales, y mantener la humedad del suelo en zonas ubicadas aguas abajo.

Valer & Pérez (2014), las cochas destinadas a la “siembra de agua de lluvia” tienen como finalidad recargar los acuíferos, abastecer arroyos y bofedales, y mantener la humedad de los terrenos ubicados aguas abajo, asegurando la permanencia de los pastizales durante la temporada seca. Sin estas estructuras, el agua de lluvia normalmente se desplaza superficialmente sin ser

aprovechada, lo que puede generar erosiones e inundaciones en las zonas bajas del río, mientras que los depositarios permanecen secos gran parte del año. Al inicio de la lluvia, el llenado de estas cochas es más lento que en la temporada de cosecha, y al finalizar la lluvia, el agua infiltrada disminuye rápidamente, provocando una reducción veloz del nivel del espejo de agua.

**c) Cochas Mixtas, de Siembra y Cosecha de Agua.**

Este tipo de cochas son permeable o ligeramente permeable en el suelo y los bordes son más permeables, es decir, el agua se filtra más rápido (FONCODES, 2015).

Valer & Pérez (2014), las cochas mixtas se diferencian de las cochas tradicionales de siembra y cosecha de agua por contar con una base impermeable, generalmente conformada por la estructura de un bofedal previo, mientras que sus bordes o áreas externas presentan suelos semipermeables o permeables. En este tipo de cochas, parte del agua almacenada se filtra hacia la zona de influencia del antiguo bofedal. Durante la primera fase, estas cochas funcionan como reservorios para la siembra de agua, y en la segunda fase actúan como estructuras de captación de agua. En este sentido, agua intrusiva sería la parte del agua subterránea que luego aflora como manantes, bofedales o zonas húmedas, aguas abajo en la ubicación de la cocha.

**3.2.2.2. Elementos de un Dique de Tierra.**

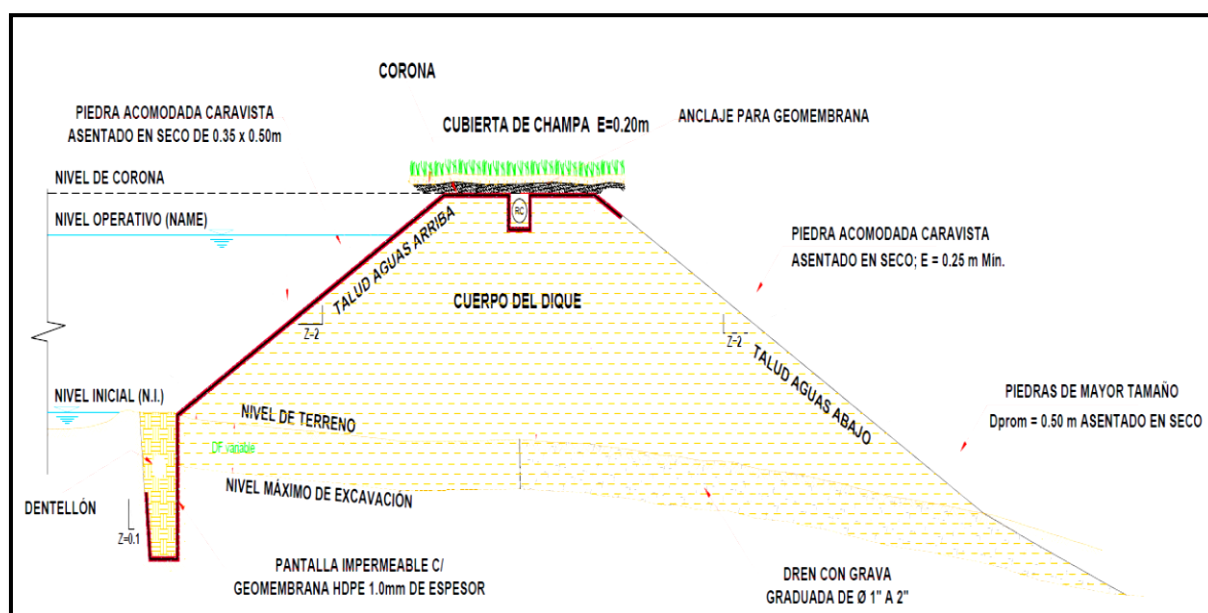
**a) Dique.**

FONCODES (2015), es una estructura con parte baja ancha y parte alta más estrecha. Su dimensión varía según la altura del agua que retiene y la pendiente del terreno. Es una estructura hidráulica construida principalmente con materiales sueltos del terreno, como arcilla, limo, arena o grava, cuya finalidad es retener, desviar o almacenar agua de manera temporal o permanente. Su diseño aprovecha la compactación y estabilidad de la tierra para formar una barrera resistente, que permite el almacenamiento de recursos hídricos, la regulación de caudales y la prevención de inundaciones o erosión en determinadas zonas.

De acuerdo con Valer & Pérez (2014), un dique es un muro elaborado con piedra, champas y tierra compactada, cuya función es impedir que el agua siga su

cauce natural; se trata de un tipo de cocha construida por el hombre. Generalmente, un dique se compone de cuatro elementos principales, como se pueden observar en la figura 2.

- Cimiento: corresponde a la base de la estructura, edificada previamente en la zanja y destinada a sostener todo el muro. En esta sección se ubican piedras de mayor tamaño.
- Talud interior: Es la pendiente o cara inclinada que se encuentra en la parte interior del dique, es decir, la superficie en contacto directo con el agua almacenada en el embalse o cocha. Su función principal es resistir la presión hidrostática, garantizar la estabilidad de la estructura y evitar filtraciones o deslizamientos, por lo que su diseño debe considerar materiales compactados y, en algunos casos, revestimientos de protección.
- Talud exterior: Es la pendiente o superficie inclinada ubicada en la parte externa del dique, es decir, la cara que no está en contacto con el agua almacenada. Su función principal es brindar estabilidad estructural, disipar los esfuerzos generados por el peso del propio material y resistir los agentes externos como lluvias, vientos o erosión superficial. Generalmente, puede reforzarse con vegetación o revestimientos para reducir el desgaste y prolongar la vida útil de la obra.
- Corona: Es la parte superior horizontal o ligeramente inclinada del dique, que constituye su borde más alto y sirve como remate de la estructura. Cumple la función de dar estabilidad final al dique, permitir el tránsito de personas, vehículos o equipos de mantenimiento, y garantizar una altura de seguridad frente a posibles incrementos del nivel del agua (resguardo o bordo libre). Su diseño considera un ancho adecuado para la operación y conservación de la obra.

**Figura 2***Elementos principales de un dique de tierra*

*Nota: Se muestra el dique con sus componentes principales. Minagri*

#### b) Aliviadero.

Según FONCODES (2015), es una estructura hidráulica construida en la parte superior o lateral de un dique o presa, cuya función es evacuar el exceso de agua almacenada de manera controlada, evitando que sobrepase la corona y cause erosión o daños en la estructura. Su diseño permite derivar los caudales excedentes hacia cauces naturales o canales de descarga, garantizando la seguridad y estabilidad del dique de tierra.

Según Valer & Pérez (2014), es una estructura ubicada en uno de los extremos del dique, cuya función es evacuar el excedente de agua de la qocha cuando esta llega a su nivel máximo de almacenamiento.

#### c) Toma.

Es el componente del dique de tierra encargado de controlar el ingreso del agua hacia el sistema de tuberías. Esta obra hidráulica posibilita la descarga del agua almacenada, destinada a cubrir necesidades de riego o consumo doméstico de la población.

#### d) Descarga.

Es la obra destinada a evacuar el agua almacenada para su aprovechamiento. Se ubica en la parte baja del talud exterior, sobre terreno firme y generalmente en los extremos de la presa, evitando atravesar el cuerpo principal para prevenir asentamientos. Esta estructura está conformada por una cámara de concreto con entrada, un tubo de HDPE regulado mediante una válvula en su extremo, la cual se protege con una caja de válvulas.

### 3.3. Fundamentos Teóricos de la Solución Implementada

#### 3.3.1. Trazo, Nivelación y Replanteo

- a) **Trazo:** El trazo es el procedimiento inicial mediante el cual se marcan en el terreno las dimensiones, ejes y límites del dique de tierra de acuerdo con los planos del proyecto. Su función principal es definir con exactitud la ubicación del terraplén y de las estructuras auxiliares, asegurando que la construcción se ejecute conforme al diseño técnico, (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2018).
- b) **Nivelación:** La nivelación consiste en determinar y trasladar al terreno las cotas y pendientes establecidas en los planos, a fin de garantizar que la obra conserve la geometría y alturas proyectadas. En los diques de tierra, este procedimiento asegura la uniformidad de la corona y los taludes, así como la correcta conducción y almacenamiento del agua, (Villón, 2015).

La nivelación es el proceso mediante el cual se determinan, ajustan y trasladan las cotas del terreno natural para adecuarlo a los requerimientos del diseño. Este procedimiento asegura que las alturas, pendientes y superficies del dique se construyan de acuerdo con los cálculos hidráulicos y estructurales previstos. Además, permite controlar la uniformidad del terraplén y garantizar que el flujo de agua dentro de la cocha y a través de las estructuras hidráulicas se realice de manera eficiente y segura. Una nivelación deficiente puede generar problemas de asentamiento, filtraciones o inestabilidad en el dique.

- c) **Replanteo:** El replanteo es la verificación y traslado de las medidas, ángulos y cotas del diseño al terreno, con el propósito de ubicar cada elemento constructivo en la posición exacta prevista. En la construcción de diques, permite materializar en campo la ubicación del aliviadero, la toma, la descarga y demás componentes, evitando desviaciones que puedan comprometer la estabilidad de la obra. (Crespo

Villalaz, 2012).

El replanteo es la actividad mediante la cual se trasladan al terreno los detalles constructivos contenidos en los planos, con el fin de ubicar con exactitud las dimensiones, cotas y posiciones de cada elemento del dique. En esta etapa se verifica y corrige, de ser necesario, la correspondencia entre el diseño y las condiciones reales del área de trabajo. El replanteo garantiza que la construcción del dique, así como de sus estructuras auxiliares (aliviadero, toma y descarga), se ejecute en la localización y con las medidas previstas, reduciendo riesgos de errores que afecten la estabilidad y el rendimiento hidráulico de la obra.

### 3.3.2. *Control Altimétrico Del Dique Y Aliviadero*

El control altimétrico del dique es el procedimiento topográfico que permite verificar que las alturas, cotas y pendientes del terraplén se ejecuten de acuerdo con el diseño. Este control garantiza la nivelación adecuada de la corona y la estabilidad de los taludes, evitando deformaciones, asentamientos o diferencias de altura que puedan afectar el comportamiento hidráulico y estructural del dique, (Villón, 2015).

El control altimétrico del aliviadero consiste en comprobar que las cotas de la solera, umbral y canal de descarga correspondan a los valores proyectados, asegurando que el excedente de agua sea evacuado de forma segura y eficiente. Una correcta ejecución evita sobreelevaciones o erosiones que podrían poner en riesgo la presa y las áreas aledañas, (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2018).

### 3.3.3. *Replanteo Final e Informe Topográfico*

- a) **Replanteo final:** El replanteo final es el procedimiento topográfico mediante el cual se comprueba que las dimensiones, cotas y alineamientos del dique de tierra y sus estructuras auxiliares coincidan con lo establecido en los planos de diseño. Esta verificación se realiza al culminar la construcción y tiene como propósito garantizar que la obra cumpla con los parámetros geométricos e hidráulicos previstos, asegurando su estabilidad y funcionamiento adecuado, (Villón, 2015).
- b) **Informe topográfico:** Los informes topográficos son documentos técnicos en los que se registran los resultados de los levantamientos y controles realizados durante la construcción del dique de tierra. Incluyen planos, perfiles, croquis, cotas y observaciones que evidencian el cumplimiento de las especificaciones de diseño. Estos informes constituyen un respaldo técnico para la supervisión y la

validación de la obra, además de servir como referencia para el mantenimiento y futuras intervenciones, (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2018).



## IV. Metodología

### 4.1. Métodos y Técnicas Utilizadas

#### 4.1.1. Tipo de Método General

Según su enfoque el método general es cuantitativo, ya que se busca medir y analizar variables técnicas relacionadas con el proceso constructivo y funcionalidad de los diques de tierra en las cochas Callampa 1, 2 y 3. Este enfoque permitirá evaluar la efectividad de las infraestructuras en el incremento de la oferta hídrica mediante datos mensurables como volumen de almacenamiento, rendimiento estructural y comportamiento hidráulico.

#### 4.1.2. Método Específico Según el Objetivo Técnico

- a) Metodología para el objetivo específico 01: Realizar el trazo, nivelación y replanteo de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas Callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento de Áncash, 2022.
  - Revisión de planos y especificaciones técnicas del proyecto para identificar puntos de control y elementos constructivos.
  - Reconocimiento de campo para verificar las condiciones topográficas y accesibilidad del terreno.
  - Instalación de puntos de referencia (BMs) con coordenadas y cotas precisas, usando equipo topográfico (estación total o nivel automático), ver anexo 1.
  - Trazado preliminar de ejes y límites del dique de acuerdo con los planos.
  - Nivelación topográfica para determinar las diferencias de cota en el área de trabajo.
  - Replanteo definitivo en el terreno, marcando con estacas, pintura o cal los alineamientos y niveles de construcción, ver anexo 2.
  
- b) Metodología para el objetivo específico 02: Realizar el control altimétrico del dique y aliviadero de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas Callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento de Áncash, 2022.
  - Identificación de puntos de control altimétrico en la zona de emplazamiento del dique y el aliviadero.

- Colocación de marcas de referencia para el seguimiento de alturas durante la obra.
  - Medición periódica de cotas en las distintas fases constructivas para verificar el cumplimiento de los niveles de diseño, ver desde el anexo 3 al anexo 11.
  - Comparación de datos obtenidos en campo con los valores establecidos en planos y especificaciones técnicas.
  - Registro y documentación de cualquier variación detectada y coordinación con la supervisión para su corrección.
- c) Metodología para el objetivo específico 03: Realizar el replanteo final e informes topográficos de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas Callampa 1, 2 y 3 en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento de Áncash, 2022.
- Levantamiento topográfico final de toda el área intervenida, incluyendo dique, aliviadero, canales y zonas adyacentes, ver anexo 16 y 17.
  - Verificación de dimensiones y cotas de acuerdo con el diseño ejecutado.
  - Procesamiento de datos topográficos en software especializado (AutoCAD Civil 3D, etc.).
  - Elaboración de planos finales (planos de obra ejecutada), ver anexo 19, 20 y 21.
  - Redacción del informe topográfico final, incluyendo metodología, equipos utilizados, resultados y conclusiones.
  - Entrega del informe y planos a la entidad contratante y archivo de respaldo.

#### 4.2. Herramientas Tecnológicas Empleadas

- ✓ Google Earth: esta herramienta se utilizó para la ubicación de la zona de la obra.
- ✓ Microsoft Excel: El software de hoja de cálculo Excel se utilizó para el procesamiento de datos de nivelación entre la corona del dique y la base del aliviadero.
- ✓ Microsoft Word: Se utilizó para la elaboración de informes finales de la obra.
- ✓ Civil 3D y AutoCAD: Se utilizó para la revisión de planos del expediente, y elaboración de planos de replanteo final de la obra.

### 4.3. Criterios Técnicos y Normativos

En Perú, la construcción de diques de tierra se rige por una serie de normativas técnicas y criterios que tienen como objetivo asegurar la estabilidad estructural, el funcionamiento hidráulico y la protección del entorno natural. Estas normativas se implementan en situaciones relacionadas con riego agrícola, prevención de inundaciones, acumulación de agua (como reservorios o cochas).

#### 4.3.1. Criterios Técnicos

Los criterios técnicos consideran aspectos topográficos, geotécnicos, hidráulicos y estructurales. Algunos de los principales son:

##### a) Estudios previos obligatorios:

- ✓ Topografía: levantamiento detallado del terreno.
- ✓ Estudios geotécnicos: para analizar la estabilidad del suelo y su capacidad de soporte.
- ✓ Hidrología: análisis de caudales máximos, períodos de retorno, lluvias intensas.
- ✓ Estudio hidráulico: determina el diseño de vertederos, taludes, alturas y otras estructuras auxiliares.

##### b) Diseño del dique:

- ✓ Taludes recomendados:
  - Interior: 1.5H:1V (una y medio horizontales por una vertical).
  - Exterior: 3H:1V, dependiendo del tipo de suelo.
- ✓ Altura libre (borde libre): mínimo 0,3– 1,0 m por encima del nivel máximo del agua.
- ✓ Compactación: compactación por capas (25-30 cm), al 90-95% del Proctor Modificado.
- ✓ Materiales: uso de materiales homogéneos o zonificados (núcleo impermeable + filtros + capas de transición).
- ✓ Sistema de drenaje: filtros y drenes para reducir presión intersticial.

#### 4.3.2. Criterios Normativos (Perú)

En Perú no existe una sola norma exclusiva para diques de tierra, pero su construcción

se rige por una combinación de normas técnicas, reglamentos sectoriales y criterios de buenas prácticas:

**a) Normas del sector agrario:**

- ✓ Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI):
  - Lineamientos para Proyectos de Riego Tecnificado y Estructuras de Almacenamiento.
  - Guías del Programa Subsectorial de Irrigaciones (PSI).
  - Fichas Técnicas Estándar para Qochas y Reservorios.

**b) Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE):**

- ✓ Norma Técnica E.050 - Suelos y Cimentaciones: para análisis geotécnico.
- ✓ Norma Técnica E.060 - Concreto Armado: si el dique incluye estructuras en concreto.
- ✓ Norma Técnica E.070 - Obras Hidráulicas: para obras de regulación, derivación o protección de cauces.

**c) Normativa ambiental y de seguridad:**

- ✓ Ley de Recursos Hídricos (Ley N.º 29338): protección de fuentes de agua y uso racional.
- ✓ SENACE / MINAM: requisitos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en proyectos de mayor escala.
- ✓ ANA (Autoridad Nacional del Agua): Emite licencias de uso de agua y autorizaciones para obras hidráulicas.

#### **4.4. Instrumentos de Medición**

Se emplearon instrumentos de medición físico, digital y documental, los cuales hicieron posible recopilar datos cuantitativos en las distintas etapas de la obra. Estos instrumentos aseguraron el monitoreo técnico y la trazabilidad del proceso de ejecución.

**Tabla 1***Instrumentos de medición*

<b>Instrumento</b>	<b>Uso</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Importancia</b>
<b>Estación total</b>	Definición precisa de ejes, alineamientos y cotas de cada estructura.  Ubicación de puntos de control (BMs).  Comparar la topografía real con el diseño proyectado del dique.	Al inicio y final de la ejecución de la obra	Su aplicación en la construcción de un dique de tierra es fundamental para garantizar precisión en el trazo, nivelación, replanteo y control geométrico de la obra.
<b>Nivel de ingeniero</b>	Trabajos de altimetría y control de cotas.	Diario, de inicio a fin de la obra.	Asegura que la estructura cumpla con las alturas de diseño, garantizando seguridad hidráulica y estabilidad.
<b>GPS</b>	Georreferenciar el área de intervención y levantar la topografía base	Al inicio de la ejecución de la obra	Complemento ideal para la estación total y el nivel de ingeniero.
<b>Wincha</b>	Trazo, verificación y control dimensional.	Diario, de inicio a fin de la obra.	Medición directa y control rápido en campo.
<b>Planos técnicos</b>	Documentos de control y supervisión durante y después de la construcción.	Diario, de inicio a fin de la obra.	Guía técnica para el trazo, nivelación, replanteo, ejecución y control de calidad de la obra.

*Nota:* Se observa en la tabla los instrumentos físicos y documentales que se utilizaron para el proceso de ejecución del proyecto. Elaboración propia.

#### 4.5. Descripción Detallada del Proceso de Intervención

El rol del topógrafo o cadista en la construcción del dique de tierra es fundamental para garantizar la correcta ubicación, nivelación y control geométrico de la obra. Su trabajo se desarrolla en diferentes etapas, desde la preparación hasta el control final, asegurando precisión y cumplimiento de los planos de diseño. A continuación, se detalla las etapas a seguir para llegar a los objetivos específicos.

##### 4.5.1. Etapa de Preparación y Organización

- ✓ Revisión de documentos técnicos: Se analizan los planos topográficos, planos de diseño y especificaciones técnicas del dique.
- ✓ Instalación de puntos de control: Se colocan puntos de referencia (BMs) georreferenciados mediante GPS o estación total, que servirán como base para todos los trabajos de campo, ver anexo 1.
- ✓ Planificación de equipos: Se verifica la disponibilidad y calibración de instrumentos (nivel de ingeniero, estación total, GPS y winchas métricas).

##### 4.5.2. Trazo y Replanteo

- ✓ Marcado del eje del dique: Con apoyo de la estación total y jalones se replantea el eje central, coronamiento y límites de la estructura, ver anexo 2.
- ✓ Definición de taludes y perímetro: Se trazan los anchos de base y coronamiento, así como la inclinación de los taludes según el diseño dadas en el expediente técnico, ver anexo 2.
- ✓ Ubicación de obras complementarias: Se replantean en campo los aliviaderos, canales de aducción y descarga, drenes y otras estructuras hidráulicas, que son parte del dique.

##### 4.5.3. Nivelación y Control Altimétrico

- ✓ Medición del terreno natural: Se levantan cotas para verificar las condiciones iniciales del área de construcción.
- ✓ Control de excavaciones: Se supervisa que las profundidades alcanzadas correspondan a las cotas proyectadas, ver anexo 3 y 4.
- ✓ Verificación de capas compactadas: Se controla la altura de cada capa del terraplén para que cumpla con los espesores definidos en el expediente técnico, que desde 20 cm a 30 cm de espesor, ver del anexo 6 al anexo 11.

- ✓ Chequeo del coronamiento: Se asegura que el dique alcance la elevación proyectada con la pendiente de diseño, ver anexo 12.

#### **4.5.4. Supervisión del Movimiento de Tierras**

- ✓ Monitoreo de cortes y rellenos: Se realizan cubicaciones parciales para verificar volúmenes de tierra movida, ver anexo 4.
- ✓ Seguimiento del avance de obra: Se registran diariamente las mediciones de control para compararlas con la planificación.
- ✓ Corrección de desviaciones: Si se detectan diferencias con el diseño, se proponen ajustes al trazo o nivelación.

#### **4.5.5. Registro y Elaboración de Informes**

- ✓ Cuadernos de campo: Se anotan todas las observaciones y lecturas de instrumentos.
- ✓ Planos actualizados: Se generan planos de trazo, control altimétrico y obra ejecutada, ver anexos 19, 20 y 21.
- ✓ Informe técnico: Se redacta un documento final con la descripción de actividades, resultados de control y registro fotográfico.

## V. Desarrollo del Trabajo de Suficiencia Profesional en la Ingeniería Agrícola

### 5.1. Planificación de la Intervención

En el marco del trabajo de suficiencia profesional en ingeniería agrícola, el proceso se inició con la revisión del expediente junto al plantel de profesionales como el supervisor y residente, para así obtener los datos necesarios para el reconocimiento del lugar de la obra; en seguida nos reunimos con las autoridades de zona del proyecto para realizar la visita a campo e identificar las cochas que se van a intervenir, verificando el buen estado de las vías de acceso a ellas. Una vez identificadas las cochas se procedió hacer un levantamiento inicial para un adecuado control geométrico y altimétrico durante todo el proceso constructivo. Y así se dio inicio de la ejecución de los diques en las cochas callampa 1, 2 y 3.

### 5.2. Descripción de las Actividades Realizadas

#### 5.2.1. Actividades Realizadas para el Objetivo Específico 01

Realizar el trazo, nivelación y replanteo de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento Ancash, 2022.

#### a) Relación Secuencial y Cronológica de las Actividades Realizadas.

Como primer paso se realizó la revisión exhaustiva del expediente técnico del proyecto “Construcción de captación De Agua; En El(La) Recarga Hídrica para la unidad productora del sistema reconstrucción del canal del sistema La Huaca-Cascajal-Nepeña desde el km 0+000 hasta el km 127+400 del P.E. Chincas-Santa-Santa, Pallasca, Cabana, Distrito De Tauca, Provincia Pallasca, Departamento Ancash”, lo cual incluyó la verificación de documentos como:

- Memoria descriptiva
- Planos estructurales y detalles
- Cálculos estructurales
- Metrados
- Especificaciones Técnicas
- Cronograma de ejecución de obra y cronograma valorizado
- Estudios básicos (Estudio de suelos, Hidrología y Topográfico)

Se realizó la visita a la zona donde se ejecutó la obra, con el ingeniero a cargo que viene hacer el residente de obra, 2 peones y autoridades de la zona, realizando las siguientes actividades:

- El trabajo de reconocimiento se realizó mediante el recorrido del perímetro de

las cochas Callampa 1, 2 y 3, así como de la zona de garganta y boquilla, con el objetivo de planificar las labores de levantamiento altimétrico y planimétrico del vaso.

- Levantamiento topográfico (ver anexo 1) para contrastar e identificar las discrepancias del terreno con el expediente técnico, dejando marcados puntos de referencia como son los puntos de control BMs en cada cocha que se va a intervenir, como se observan en las tablas 2, 3 y 4.
- Recopilación de datos adicionales como el acceso a la zona del proyecto.
- Captura de imágenes fotográficas.

**Tabla 2**

*Coordenadas de los BMs de la cocha callampa 1*

Nombre del Punto	Coordenada UTM		Elevación (m.sn.m.)	Zona UTM	Datum
	Este (m)	Norte (m)			
BM-1	175774.00	9063179.00	4425.62	18S	WGS84
BM-2	175778.00	9063208.00	4425.62	18S	WGS84

*Nota:* En la tabla se puede observar las coordenadas correspondientes a los puntos de control (BMs) de la cocha callampa 1. Elaboración propia.

**Tabla 3**

*Coordenadas de los BMs de la cocha callampa 2*

Nombre del Punto	Coordenada UTM		Elevación (m.sn.m.)	Zona UTM	Datum
	Este (m)	Norte (m)			
BM-1	175986.836	9063305.640	4423.40	18S	WGS84
BM-2	175891.230	9063252.272	4423.40	18S	WGS84

*Nota:* En la tabla se puede observar las coordenadas correspondientes a los puntos de control (BMs) de la cocha callampa 2. Elaboración propia.

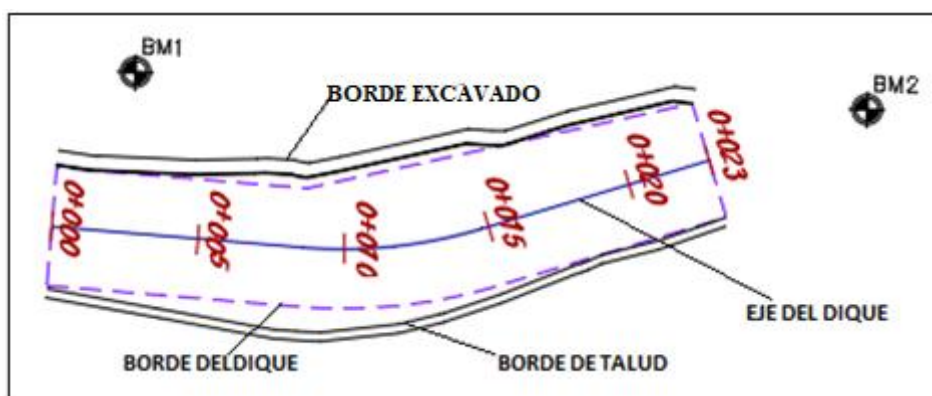
**Tabla 4***Coordenadas de los BMs de la cocha callampa 3*

Nombre del Punto	Coordenada UTM		Elevación (m.sn.m.)	Zona UTM	Datum
	Este (m)	Norte (m)			
BM-1	175901.502	9063396.248	4420.90	18S	WGS84
BM-2	175823.867	9063379.963	4420.91	18S	WGS84

*Nota:* En la tabla se puede observar las coordenadas correspondientes a los puntos de control (BMs) de la cocha callampa 3. Elaboración propia.

Se analizó en gabinete los datos tomados en campo y contrastamos con el expediente, en base a la información brindada se comenzó a realizar el informe de compatibilidad de terreno, teniendo como conclusión que la ubicación de las cochas está acorde a los datos obtenidos del expediente.

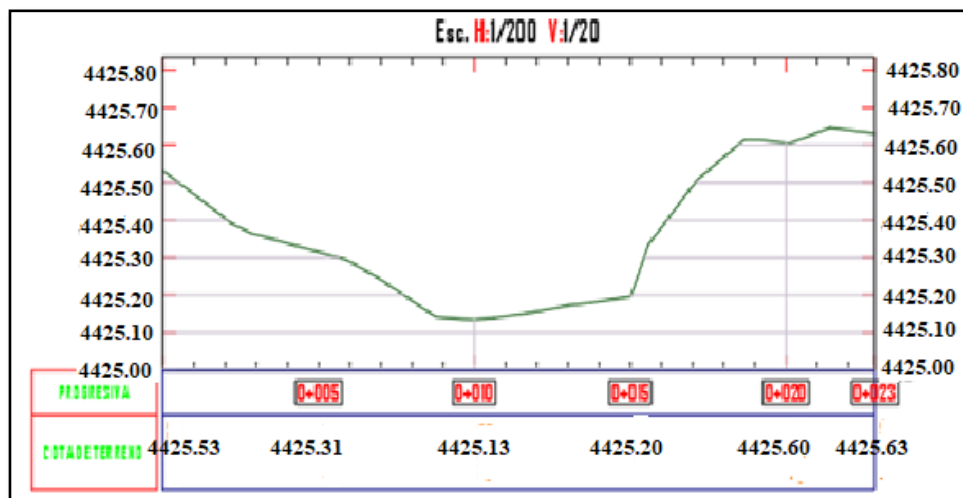
Por ende, se procedió con el trazo y replanteo (ver anexo 2) del dique de las cochas callampa 1, 2 y 3, para su respectiva ejecución. En seguida se muestran los planos en planta para el trazo y replanteo inicial, en las figuras 3, 5 y 7 de cada cocha correspondiente. Y el perfil de terreno natural en las figuras 4, 6 y 8 de cada cocha correspondiente, para el control altimétrico inicial.

**Figura 3***Diagrama de control planimétrico inicial de la cocha callampa 1*

*Nota:* Se muestra el plano en planta inicial para el control planimétrico de la cocha callampa 1. Elaboración propia.

**Figura 4**

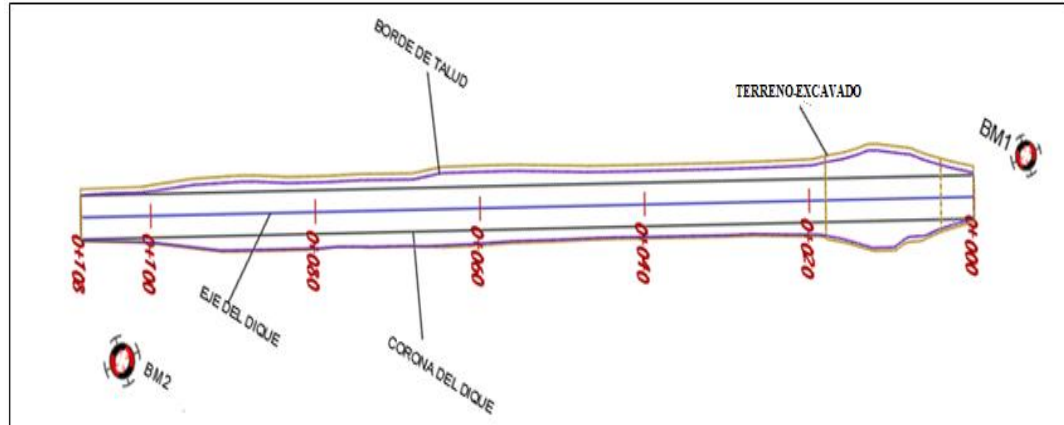
*Diagrama de control altimétrico de la cocha callampa 1*



*Nota:* Se muestra el perfil de terreno natural para el control altimétrico inicial de la cocha callampa 1. Elaboración propia.

**Figura 5**

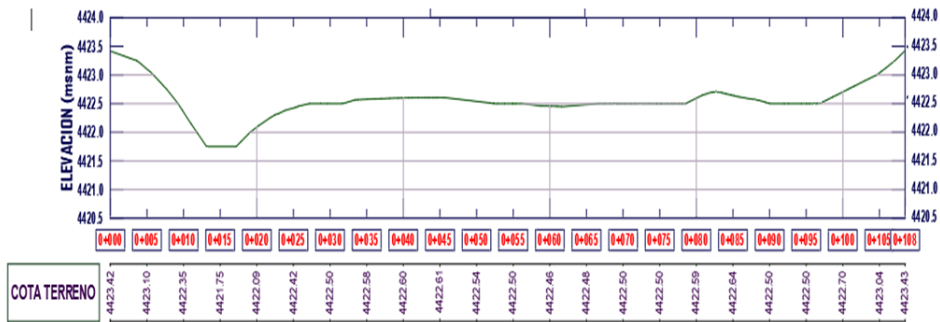
*Diagrama de control planimétrico de la cocha callampa 2*



*Nota:* Se muestra el plano en planta inicial para el control planimétrico de la cocha callampa 2. Elaboración propia.

**Figura 6**

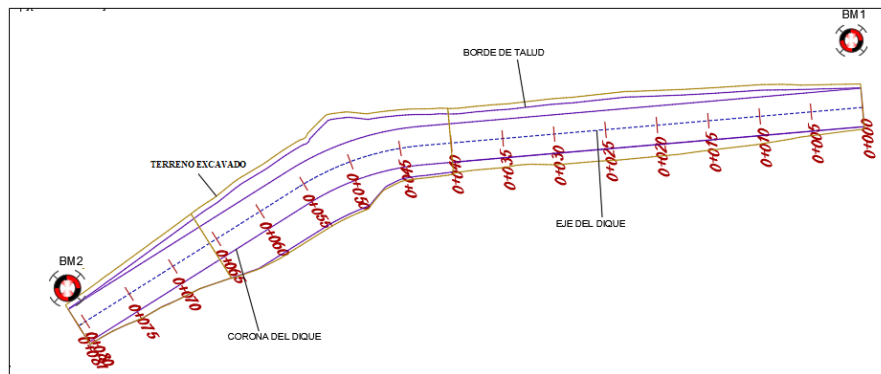
*Diagrama de control altimétrico de la cocha callampa 2*



Nota: Se muestra el perfil del terreno natural para el control altimétrico inicial de la cocha callampa 2. Elaboración propia.

**Figura 7**

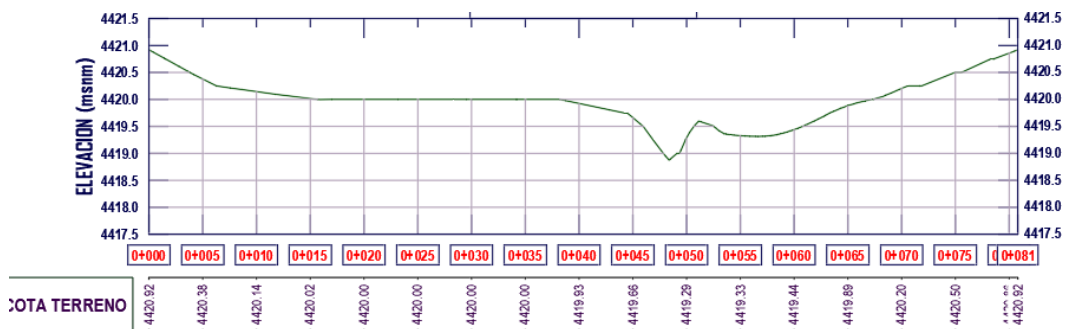
*Diagrama de control planimétrico de la cocha callampa 3*



Nota: Se muestra el plano en planta inicial para el control planimétrico de la cocha callampa 3. Elaboración propia

**Figura 8**

*Diagrama de control altimétrico de la cocha callampa 3*



Nota: Se muestra el perfil del terreno natural para el control altimétrico inicial de la cocha callampa 3. Elaboración propia.

## b) Tipo de Actividad

- Revisión de Expediente técnico.
- Elaboración del levantamiento topográfico y planos correspondientes.
- Trazo y replanteo inicial

## c) Ubicación, Duración y Frecuencia de las Actividades

La ubicación, duración y frecuencia con la que se realizó las actividades del objetivo específico 1 se muestran en la tabla 5.

**Tabla 5**

*Ubicación, Duración y Frecuencia de las actividades del Objetivo 1*

Actividades	Ubicación	Duración	Frecuencia
Revisión de Expediente técnico.	Oficina de la obra	1 día	Una vez
Elaboración del levantamiento topográfico y planos correspondientes	En la zona de Tuctubamba distrito de Tauca	2 día	Una vez
Trazo y replanteo inicial.	En la zona de Tuctubamba distrito de Tauca donde se ubican las 3 cochas	2 días	Dos veces

*Nota.* En la tabla se muestra la ubicación, duración y frecuencia de cada actividad desarrollada para cumplir con el objetivo específico 1. Elaboración propia.

### 5.2.2. Actividades realizadas para el objetivo específico 02

Realizar el control altimétrico del dique y aliviadero de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento Ancash, 2022.

#### a) Relación secuencial y cronológica de las actividades realizadas

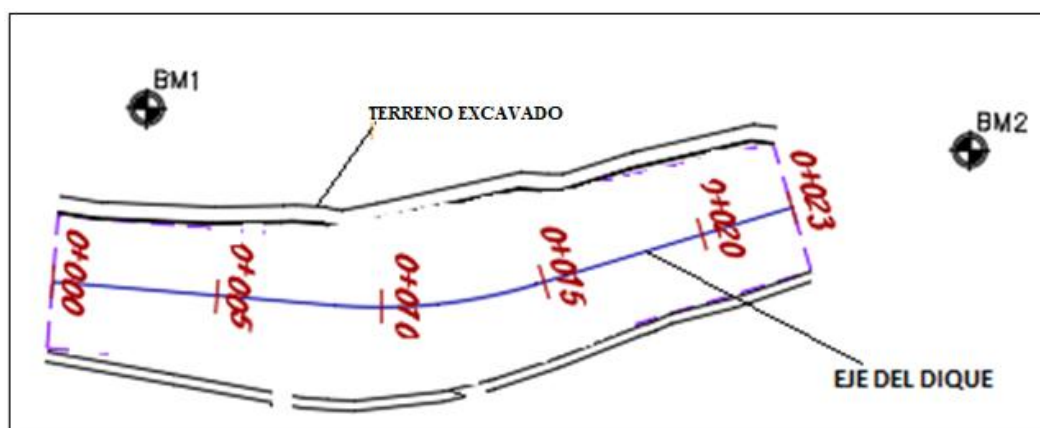
Después del trazo y replanteo inicial se procedió con el movimiento de tierra, iniciando con la excavación para el cuerpo del dique de la cocha callampa 1, en consecutiva la 2 y 3, (ver anexo 3). Una vez excavado se procedió con el control planimétrico y altimétrico de cada cocha respectivamente para su perfilado, (ver anexo 4). Se observa el plano en planta del control planimétrico después de la excavación y perfilado, de cada cocha en las figuras 9, 11 y 13. Así mismo los perfiles de terreno natural con la rasante del control altimétrico en las figuras 10, 12 y 14.

Se procedió con la excavación para la colocación de drenajes de cada dique correspondiente a las cochas callampa 1, 2 y 3, y así mismo se procedió a la excavación de la zanja para la colocación de la tubería HDPE, que será el conducto de descarga de agua de cada cocha, (ver anexo 5). Para ello se tuvo un control altimétrico en cada actividad realizada, controlando las cotas y pendientes correspondientes con la ayuda de nivel de ingeniero y puntos de control colocadas inicialmente.

Una vez colocado los drenajes y tubería de descarga en cada cocha, se inicia con el relleno y compactado del cuerpo del cada dique correspondiente, se coloca plantillas cada 5 metros con altura de 20 cm a 30 cm para un compactado adecuado; así consecutivamente hasta completar el cuerpo del dique y llegar a la altura correspondiente, (ver anexos 6 al 12). Este proceso se repite en las cochas siguientes respectivamente. Se observa en las figuras 15, 17 y 19 planos en planta del control planimétrico de cada cocha al 50%, y en las figuras 16, 18 y 20 perfiles de terreno natural, rasante y cuerpo del dique, del control altimétrico al 50%. Y teniendo en las figuras 21, 23 y 25 planos en planta del control planimétrico al 100% de cada dique y en las figuras 22, 24 y 26 perfiles de terreno natural, rasante y cuerpo del dique, del control altimétrico al 100%.

### Figura 9

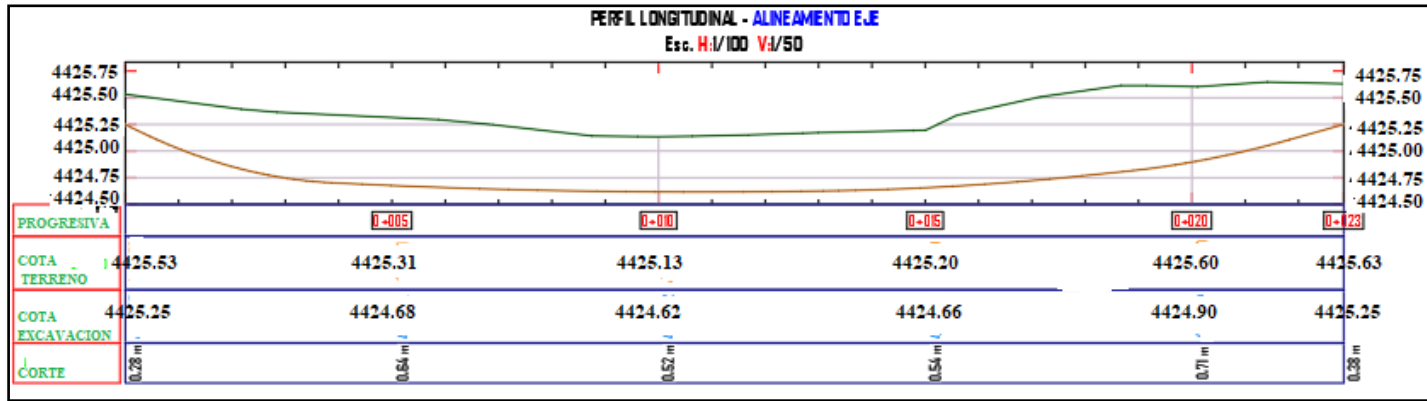
*Diagrama de control planimétrico de la cocha callampa 1*



*Nota:* Se muestra el plano en planta indicando el límite de terreno excavado del control planimétrico de la cocha callampa 1. Elaboración propia

**Figura 10**

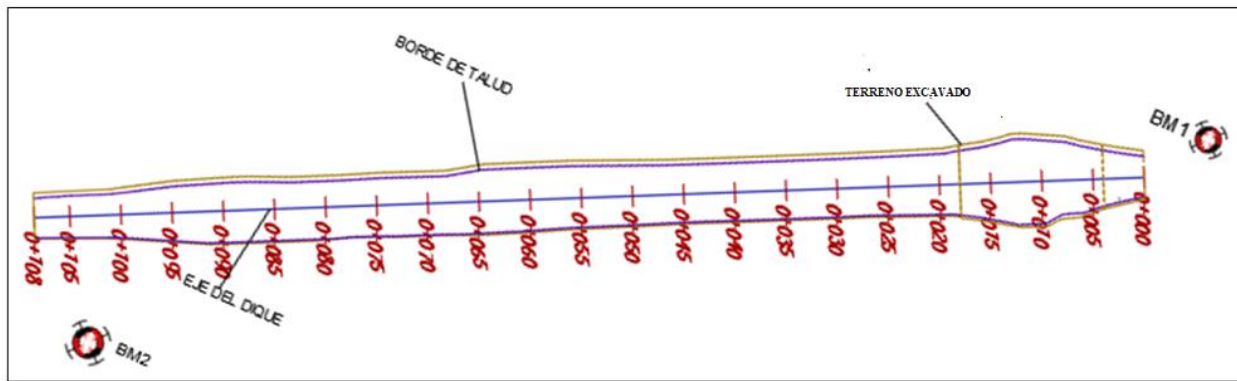
*Diagrama de control altimétrico de la cocha callampa 1*



Nota: Se muestra el perfil del control altimétrico con los niveles de excavación y terreno natural de la cocha callampa 1. Elaboración propia

**Figura 11**

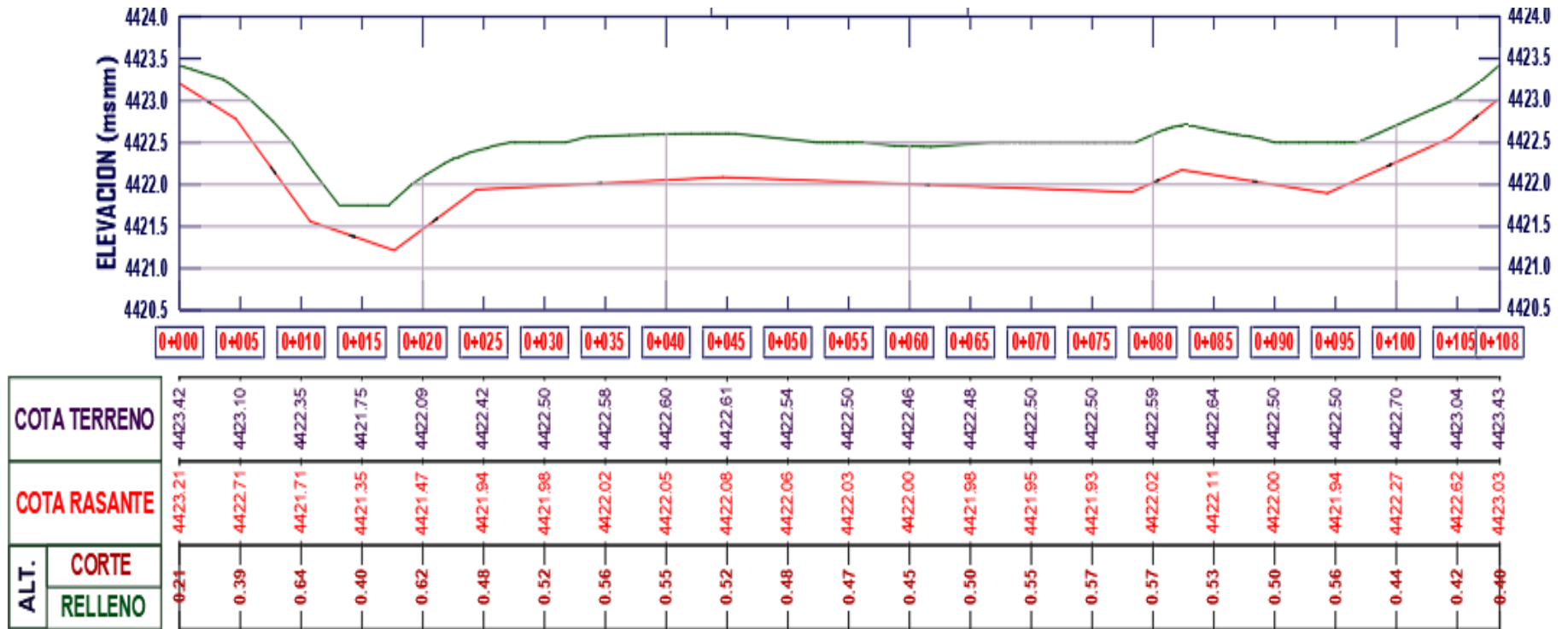
*Diagrama de control planimétrico de la cocha callampa 2*



Nota: Se muestra el plano en planta con el límite de excavación del control planimétrico de la cocha callampa 2. Elaboración propia

Figura 12

Diagrama de control altimétrico de la cocha callampa 2

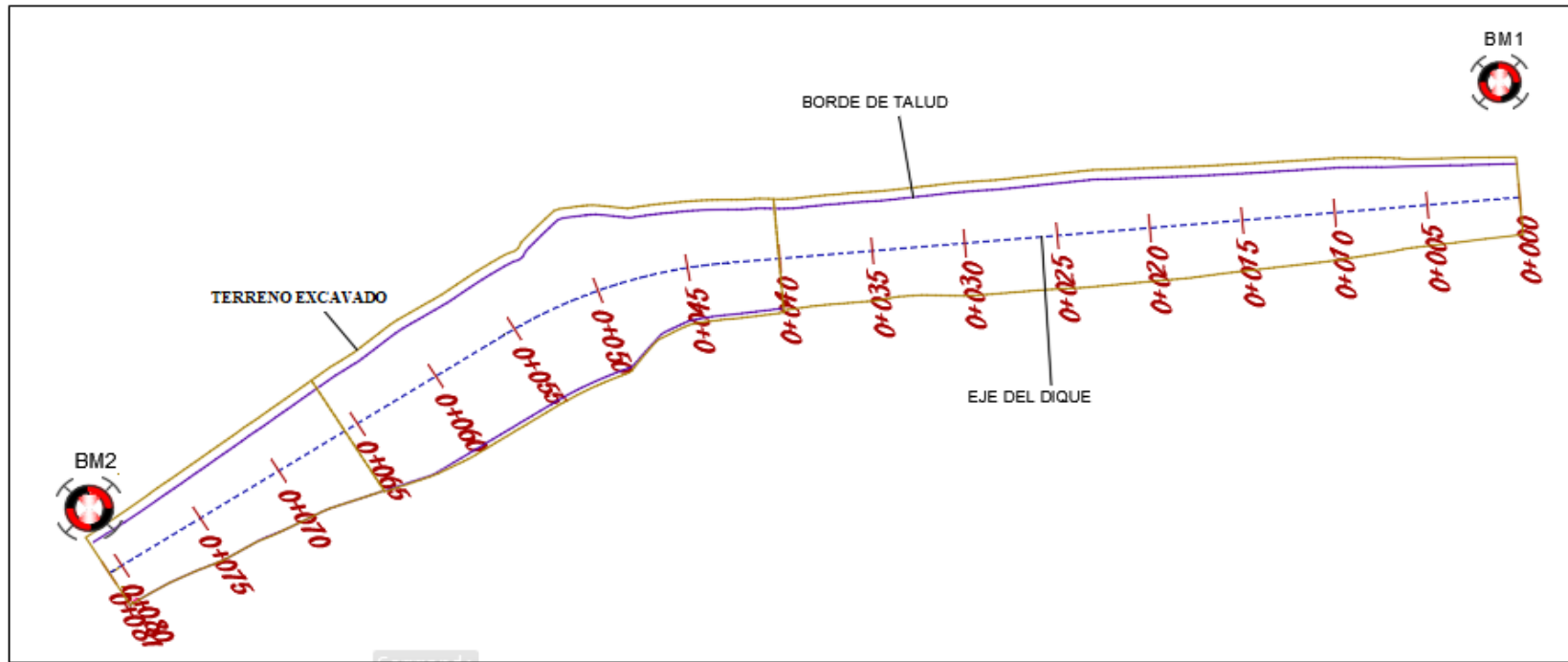


Nota: Se muestra el perfil del control altimétrico con los niveles de excavación y terreno natural de la cocha callampa 2. Elaboración propia



**Figura 13**

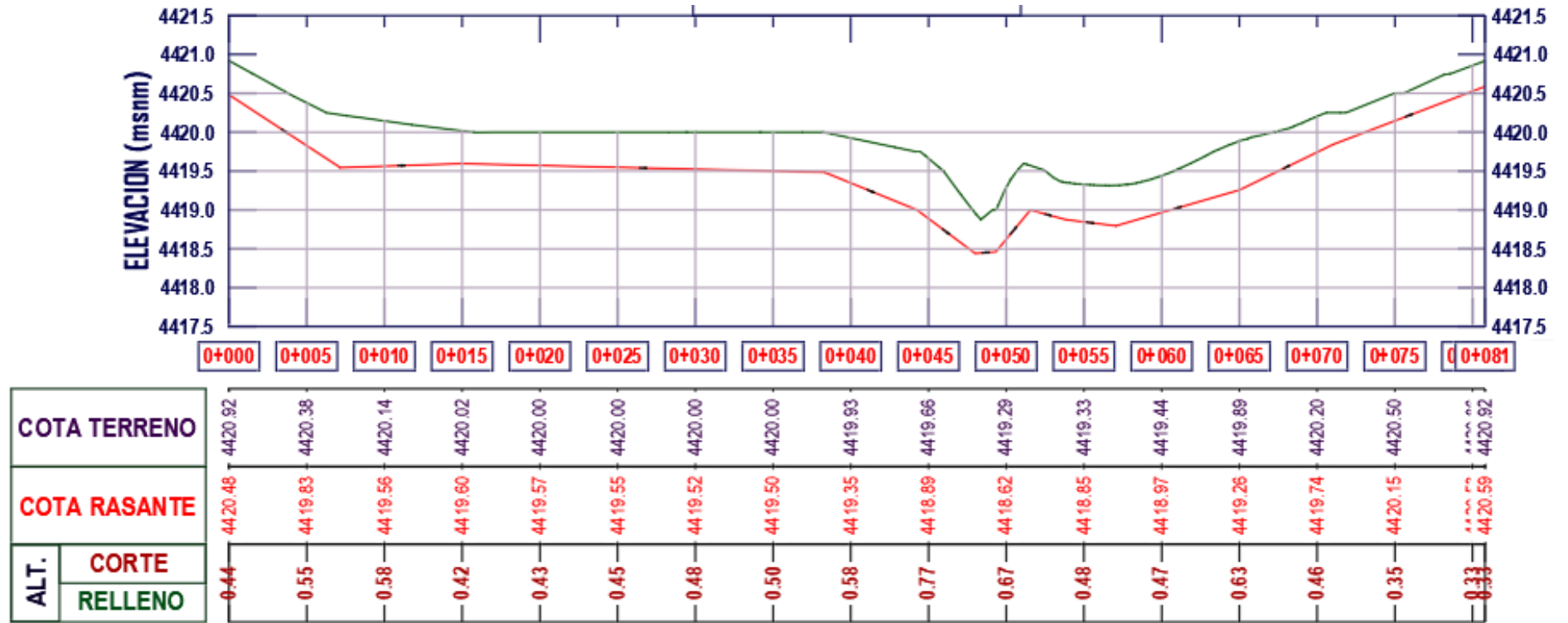
*Diagrama de control planimétrico de la cocha callampa 3*



*Nota:* Se muestra el plano en planta con el límite de excavación del control planimétrico de la cocha callampa 3. Elaboración propia

Figura 14

Diagrama de control altimétrico de la cocha callampa 3

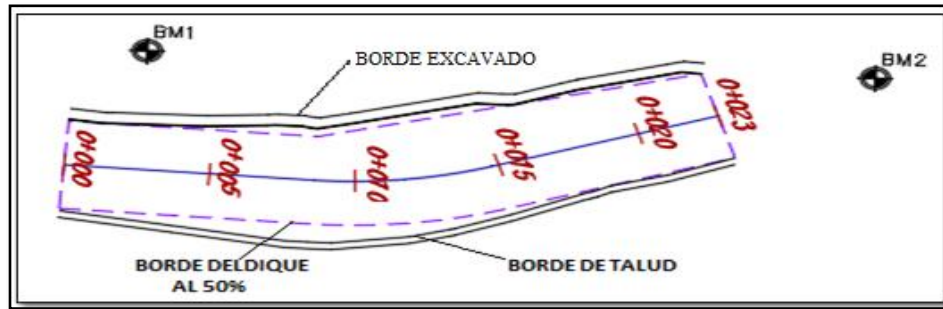


Nota: Se muestra el perfil del control altimétrico con los niveles de excavación y terreno natural de la cocha callampa 3. Elaboración propia



**Figura 15**

*Diagrama de control planimétrico al 50% de la cocha callampa 1*

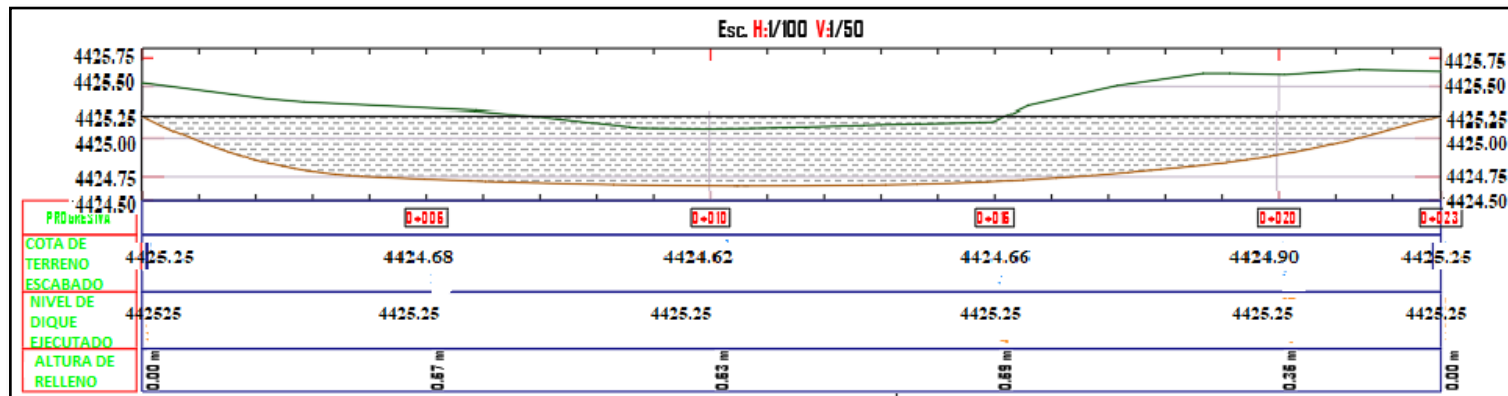


*Nota:* Se muestra el plano en planta con el límite de excavación y borde del cuerpo del dique al 50% del control planimétrico de la cocha callampa 1.

Elaboración propia

**Figura 16**

*Diagrama de control altimétrico al 50% de la cocha callampa 1*

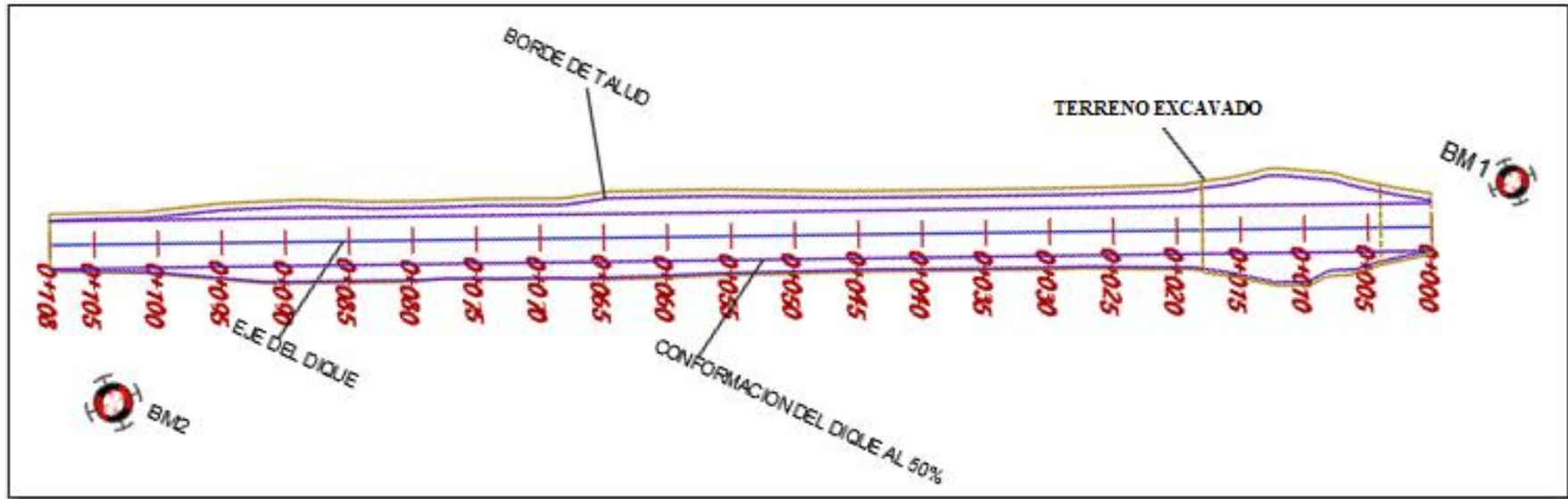


*Nota:* Se muestra el perfil del control altimétrico con los niveles de relleno y compactado al 50% del cuerpo del dique, respecto al nivel de excavación, de la cocha callampa 1. Elaboración propia



**Figura 17**

*Diagrama de control planimétrico al 50% de la cocha callampa 2*

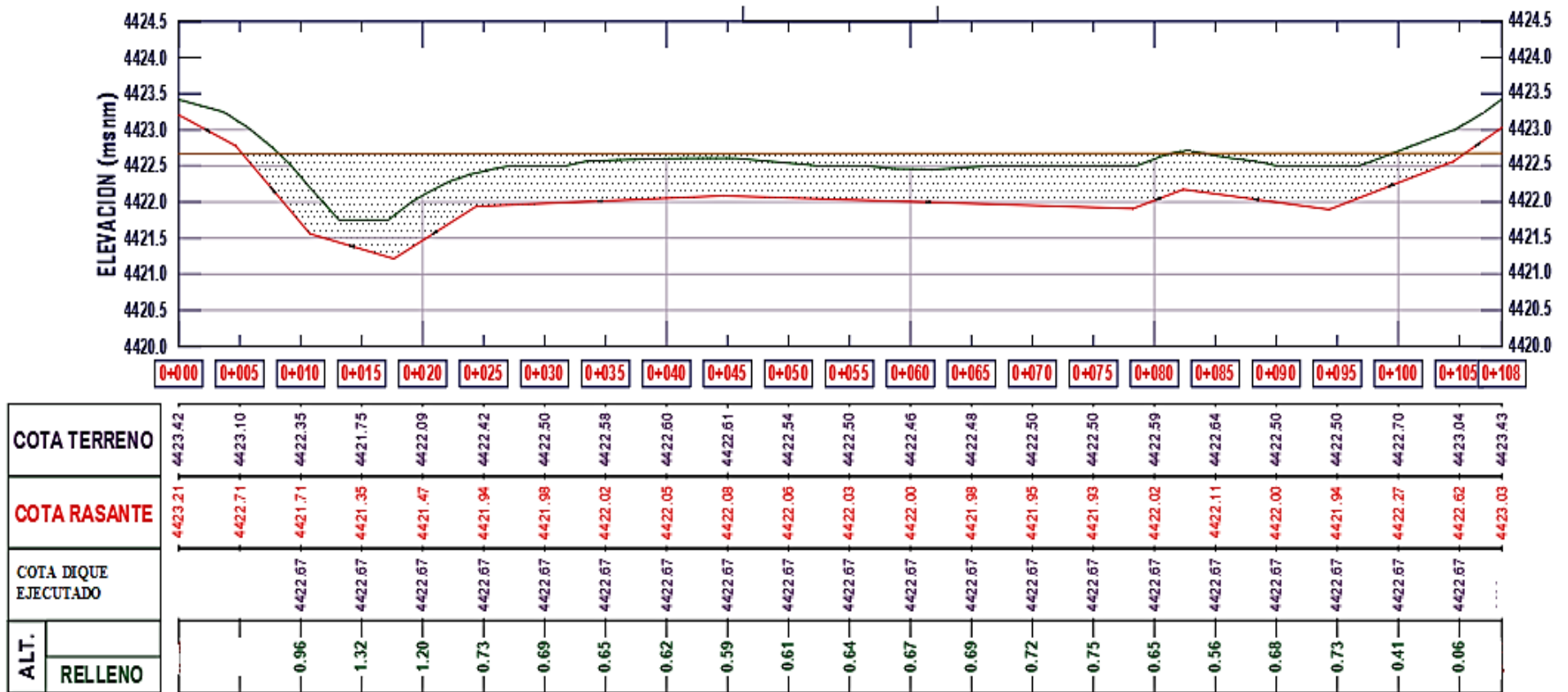


*Nota:* Se muestra el plano en planta con el límite de excavación y borde del cuerpo del dique al 50% del control planimétrico de la cocha callampa 2.

Elaboración propia

**Figura 18**

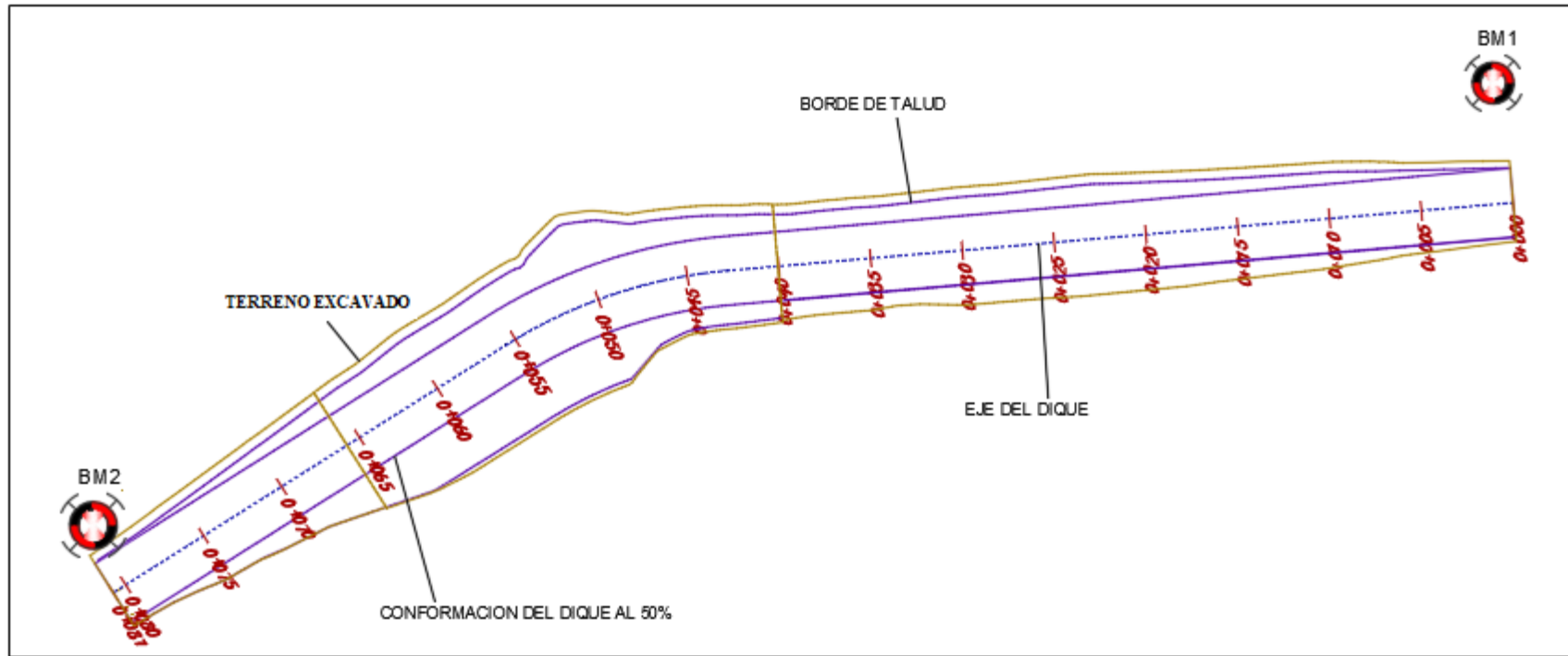
*Diagrama de control altimétrico al 50% de la cocha callampa 2*



*Nota:* Se muestra el perfil del control altimétrico con los niveles de relleno y compactado al 50% del cuerpo del dique, respecto al nivel de excavación, de la cocha callampa 2. Elaboración propia

**Figura 19**

*Diagrama de control planimétrico al 50% de la cocha callampa 3*

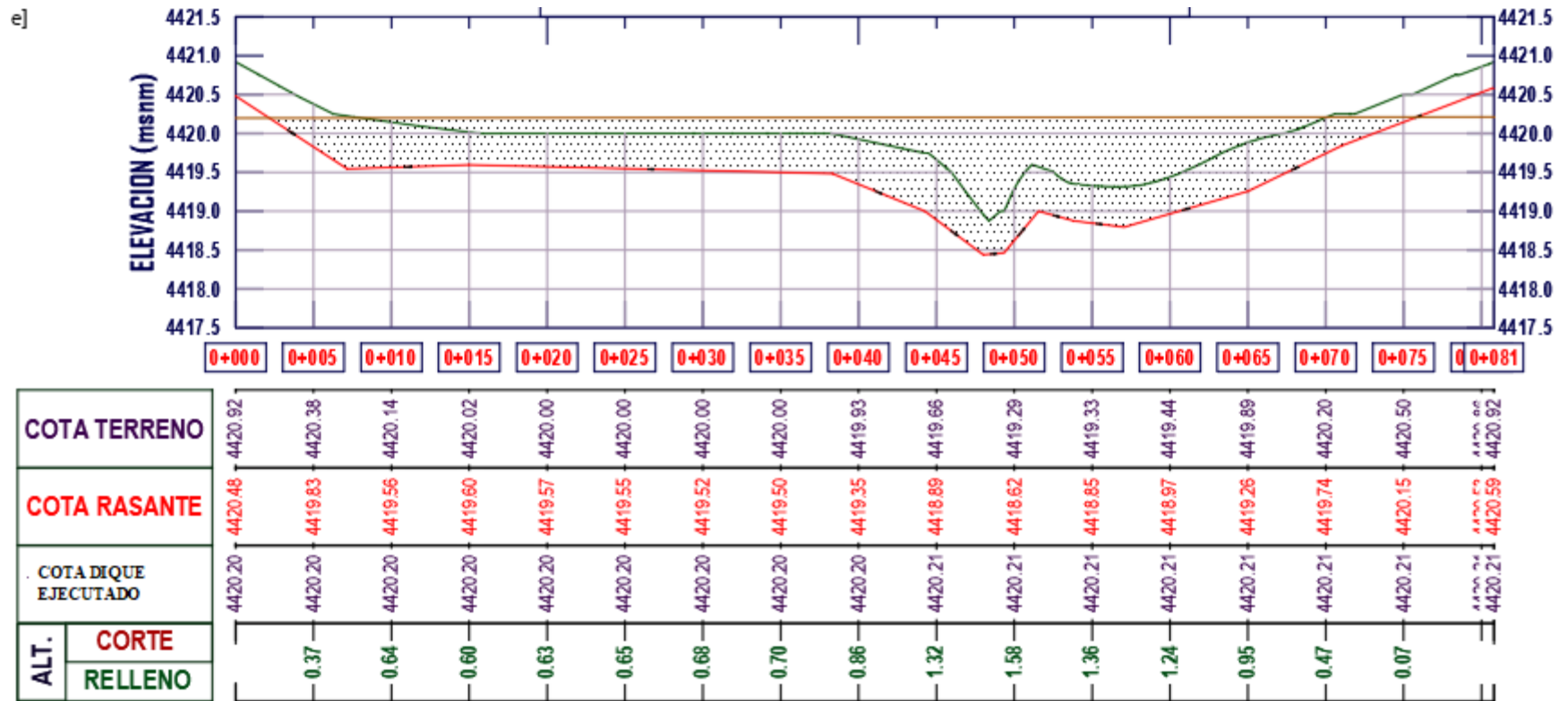


*Nota:* Se muestra el plano en planta con el límite de excavación y borde del cuerpo del dique al 50% del control planimétrico de la cocha callampa 3.

Elaboración propia

Figura 20

Diagrama de control altimétrico al 50% de la cocha callampa 3

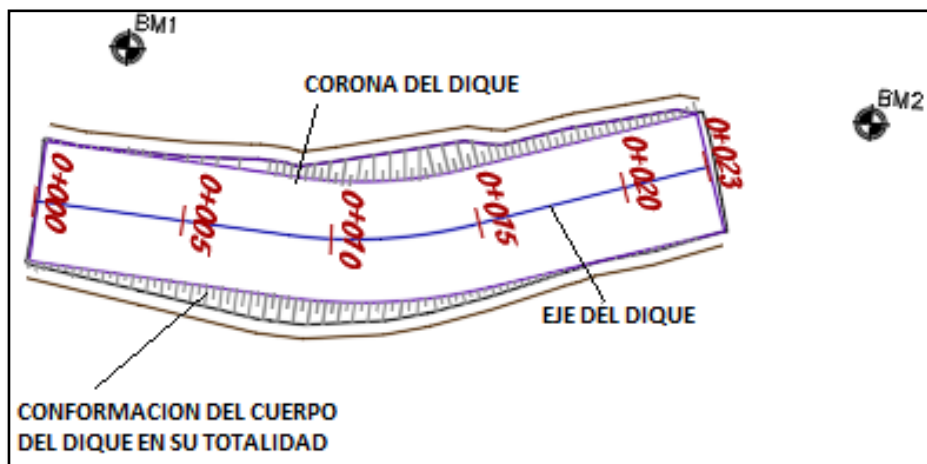


Nota: Se muestra el perfil del control altimétrico con los niveles de relleno y compactado al 50% del cuerpo del dique, respecto al nivel de excavación, de la cocha callampa 3. Elaboración propia



**Figura 21**

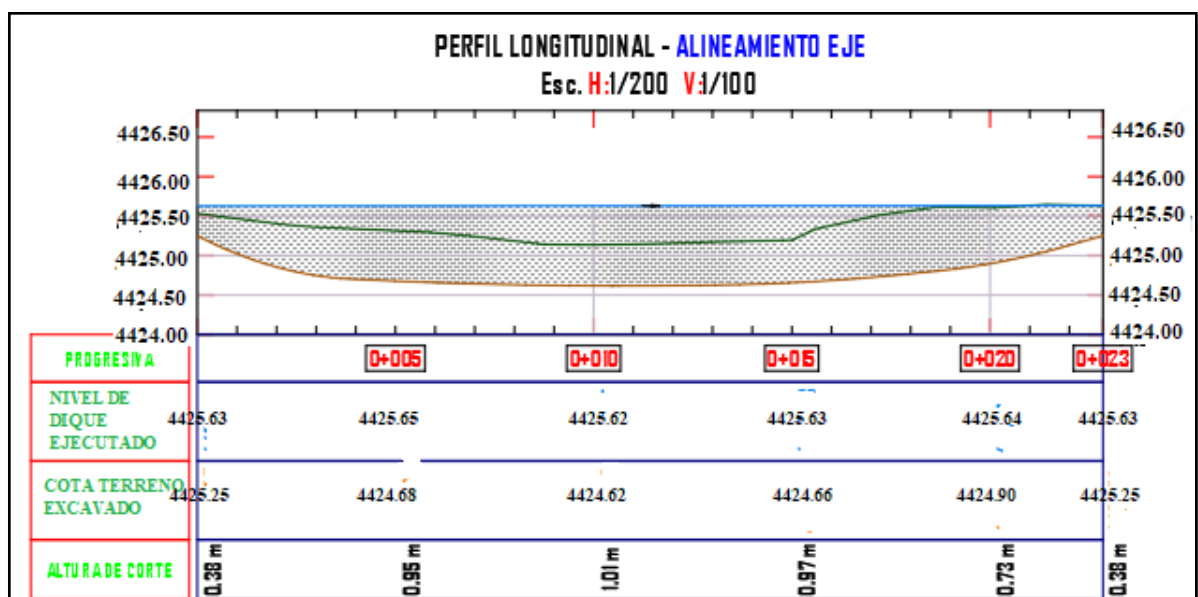
*Diagrama de control planimétrico al 100% de la cocha callampa 1*



*Nota:* Se muestra el plano en planta con el límite de excavación y borde del cuerpo del dique al 100% del control diagrama planimétrico de la cocha callampa 1. Elaboración propia

**Figura 22**

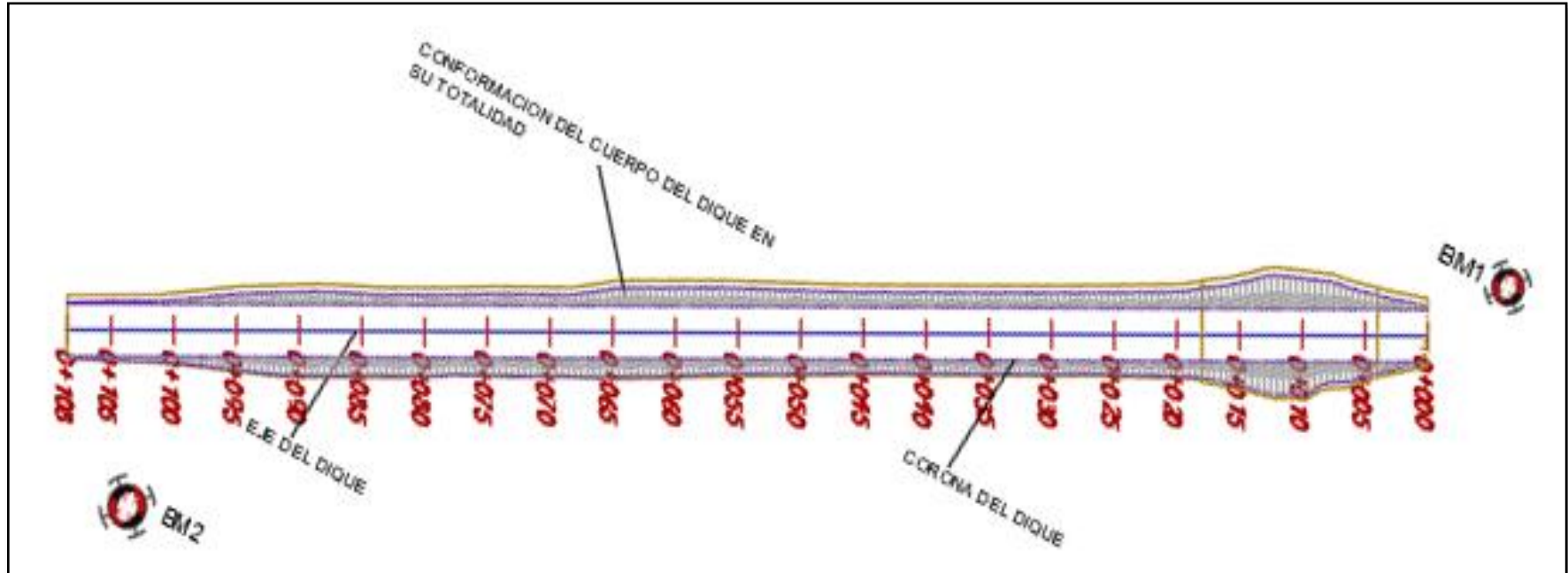
*Diagrama de control altimétrico al 100% de la cocha callampa 1*



*Nota:* Se muestra el perfil del control altimétrico con los niveles de relleno y compactado al 100% del cuerpo del dique, respecto al nivel de excavación, de la cocha callampa 1. Elaboración propia

**Figura 23**

*Diagrama de control planimétrico al 100% de la cocha callampa 2*

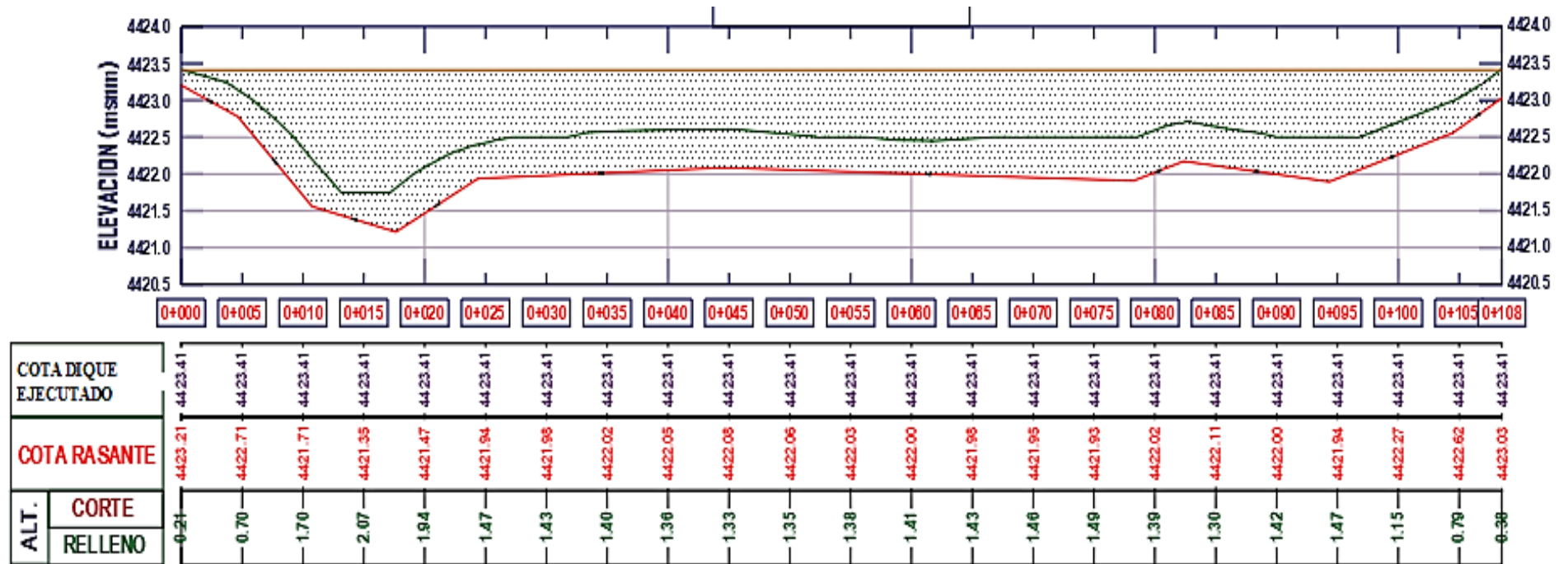


*Nota:* Se muestra el plano en planta con el límite de excavación y borde del cuerpo del dique al 100% del control planimétrico de la cocha callampa 2.

Elaboración propia

Figura 24

Diagrama de control altimétrico al 100% de la cocha callampa 2

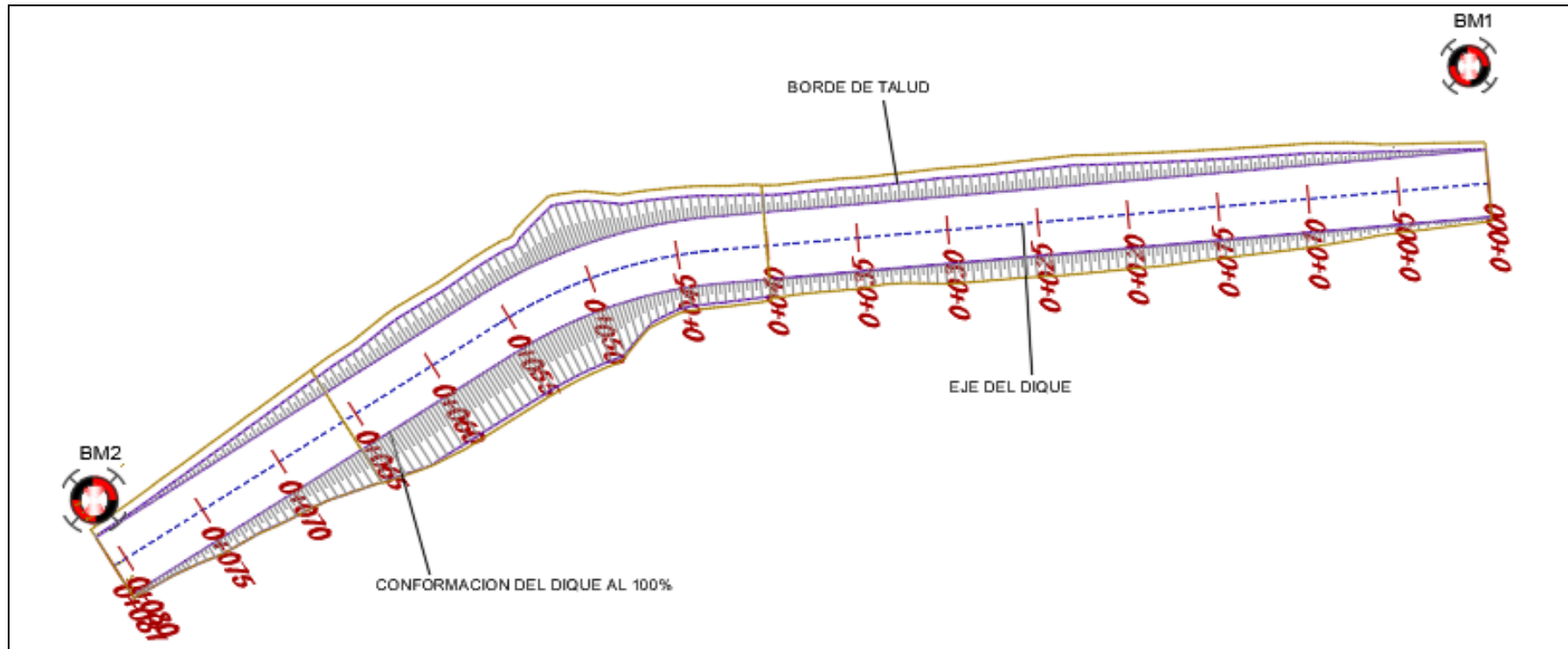


Nota: Se muestra el perfil del control altimétrico con los niveles de relleno y compactado al 100% del cuerpo del dique, respecto al nivel de excavación, de la cocha callampa 2. Elaboración propia



**Figura 25**

*Diagrama de control planimétrico al 100% de la cocha callampa 3*

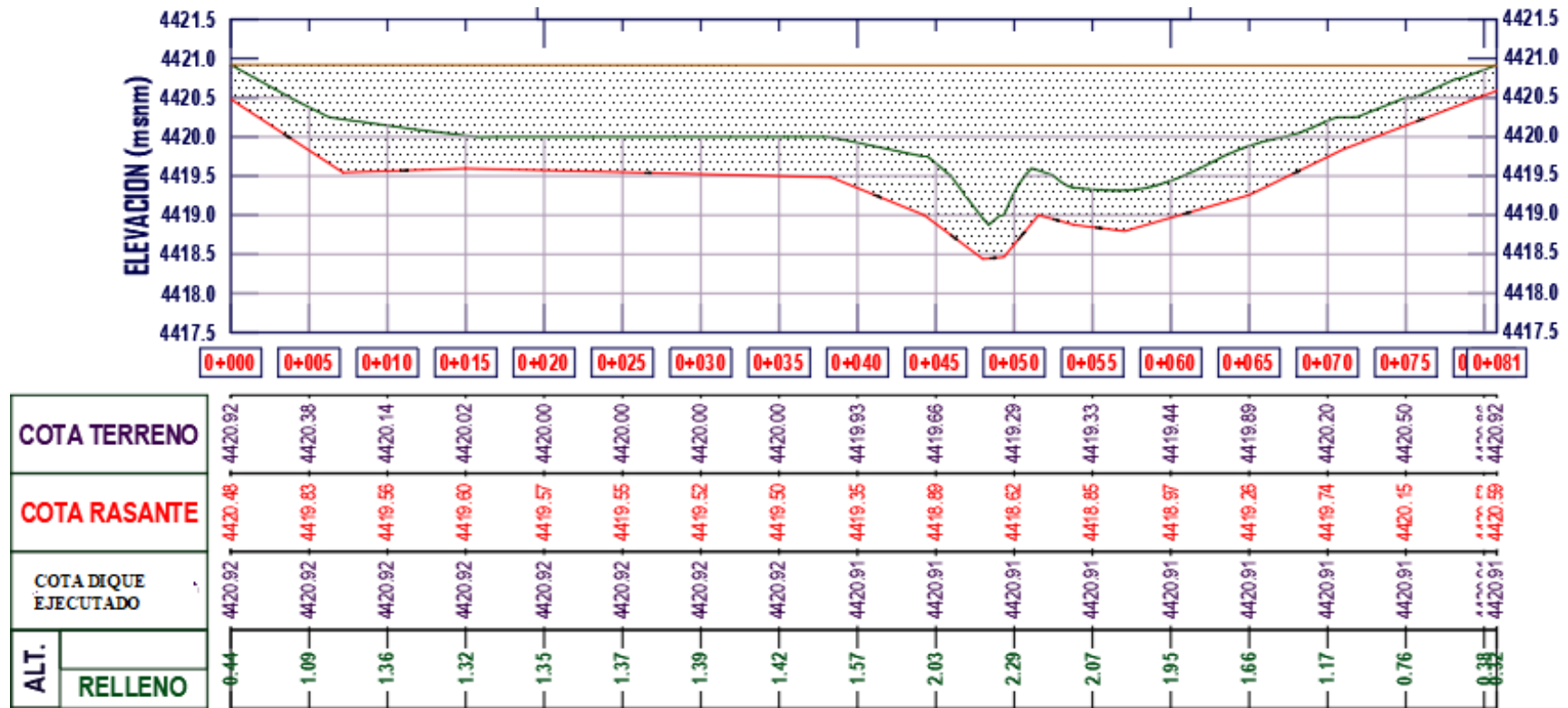


*Nota:* Se muestra el plano en planta con el límite de excavación y borde del cuerpo del dique al 100% del control planimétrico de la cocha callampa 6.

Elaboración propia

Figura 26

Diagrama de control altimétrico al 100% de la cocha callampa 3



Nota: Se muestra el perfil del control altimétrico con los niveles de relleno y compactado al 100% del cuerpo del dique, respecto al nivel de excavación, de la cocha callampa 3. Elaboración propia

Con el cuerpo de cada dique completado al 100% se procede con la excavación del aliviadero de demasías de las tres cochas callampa 1, 2 y 3, todas ellas controladas altimétricamente con el nivel de ingeniero para tener una precisión adecuada, (ver anexos 14 y 15). En la tabla 6, 7 y 8 se muestra las vistas y cotas del control altimétrico de cada cocha.

**Tabla 6**

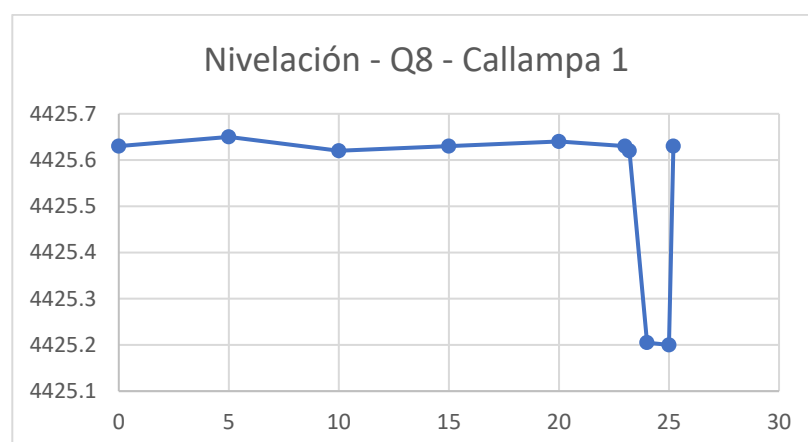
*Plantilla de nivelación cocha callampa 1*

Prog.	L. Referencial	Vista Atrás (+)	Altura del Instrumento	Vista Delantera (-)	Cota	Obs.
BM2		1.135	4426.755		4425.62	BM2
0+000	0			1.125	4425.63	Corona
0+005	5			1.105	4425.65	Corona
0+010	10			1.135	4425.62	Corona
0+015	15			1.125	4425.63	Corona
0+020	20			1.115	4425.64	Corona
0+023	23			1.125	4425.63	Corona
0+000	23.2			1.135	4425.62	Muro Aliviadero
0+0045	24			1.55	4425.205	Base Aliviadero
0+010	25			1.555	4425.2	Base Aliviadero
0+015	25.2			1.125	4425.63	Muro Aliviadero

*Nota:* En la tabla se observa el control altimétrico de la corona terminada del dique con el aliviadero terminado de la cocha callampa 1. Elaboración propia

**Figura 27**

*Diagrama del control altimétrico de la corona del dique terminada y el aliviadero, cocha callampa 1*



*Nota:* Se puede observar el control altimétrico de la corona terminada del dique con el aliviadero terminado de la cocha callampa 1. Elaboración propia

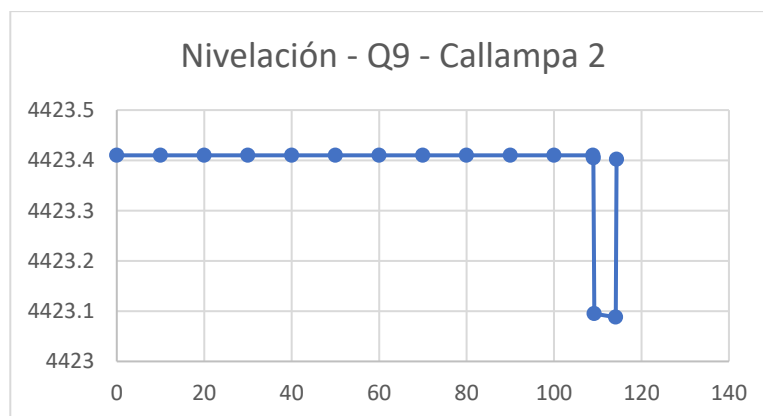
**Tabla 7***Plantilla de nivelación cocha callampa 2*

Prog.	L. Referencial	Vista Atrás (+)	Altura del Instrumento	Vista Delantera (-)	Cota	Obs
BM2		1.15	4424.55		4423.4	BM2
0+000	0			1.14	4423.41	Corona
0+010	10			1.14	4423.41	Corona
0+020	20			1.14	4423.41	Corona
0+030	30			1.14	4423.41	Corona
0+040	40			1.14	4423.41	Corona
0+050	50			1.14	4423.41	Corona
0+060	60			1.14	4423.41	Corona
0+070	70			1.14	4423.41	Corona
0+080	80			1.14	4423.41	Corona
0+090	90			1.14	4423.41	Corona
0+100	100			1.14	4423.41	Corona
0+108.9	108.9			1.14	4423.41	Corona
0+0010	109			1.145	4423.405	Muro Aliviadero
0+0030	109.2			1.455	4423.095	Base Aliviadero
0+0052	114.1			1.462	4423.088	Base Aliviadero
0+0054	114.3			1.148	4423.402	Muro Aliviadero

*Nota:* En la tabla se observa el control altimétrico de la corona terminada del dique con el aliviadero terminado de la cocha callampa 2. Elaboración propia

**Figura 28**

*Diagrama del control altimétrico de la corona del dique terminada y el aliviadero, cocha callampa 2*



*Nota:* Se observa el control altimétrico de la corona terminada del dique con el aliviadero terminado de la cocha callampa 2. Elaboración propia

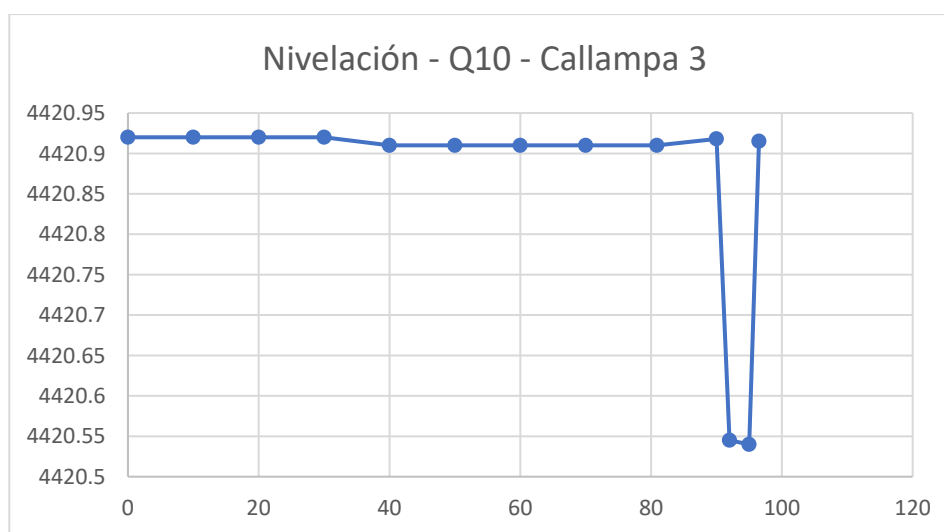
**Tabla 8***Plantilla de nivelación cocha callampa 3*

Prog.	L. Referencial	Vista Atrás (+)	Altura del Instrumento	Vista Delantera (-)	Cota	Obs
BM2		1.735	4422.645		4420.91	BM2
0+000	0			1.725	4420.92	Corona
0+010	10			1.725	4420.92	Corona
0+020	20			1.725	4420.92	Corona
0+030	30			1.725	4420.92	Corona
0+040	40			1.735	4420.91	Corona
0+050	50			1.735	4420.91	Corona
0+060	60			1.735	4420.91	Corona
0+070	70			1.735	4420.91	Corona
0+080.9	80.9			1.735	4420.91	Corona
0+0001	90			1.727	4420.918	Muro Aliviadero
0+002	92			2.1	4420.545	Base Aliviadero
0+005	95			2.105	4420.54	Base Aliviadero
0+006	96.5			1.73	4420.915	Muro Aliviadero

*Nota:* En la tabla se observa el control altimétrico de la corona terminada del dique con el aliviadero terminado de la cocha callampa 3. Elaboración propia

**Figura 29**

*Diagrama del control altimétrico de la corona del dique terminada y el aliviadero, cocha callampa 3*



*Nota:* Se observa el control altimétrico de la corona terminada del dique con el aliviadero terminado de la cocha callampa 3. Elaboración propia

## b) Tipo de Actividad

- Control altimétrico y planimétrico para excavación.
- Control de pendientes en sistema de drenajes y línea de descarga.
- Control altimétrico de niveles para la construcción del cuerpo de cada dique.
- Control de niveles de la corona del dique terminada con el aliviadero.

## c) Ubicación, Duración y Frecuencia de las Actividades

La ubicación, duración y frecuencia con la que se realizó las actividades del objetivo específico 2 se muestran en la tabla 9.

**Tabla 9**

*Ubicación, Duración y Frecuencia de las actividades del Objetivo 2*

Actividades	Ubicación	Duración	Frecuencia
Control altimétrico y planimétrico para excavación.	En la zona de Tuctubamba distrito de Tauca donde se ubican las 3 cochas	7 día	tres veces
Control de pendientes en sistema de drenajes y línea de descarga.	En la zona de Tuctubamba distrito de Tauca donde se ubican las 3 cochas	7 día	tres veces
Control altimétrico de niveles en relleno y compactado del cuerpo de cada dique.	En la zona de Tuctubamba distrito de Tauca donde se ubican las 3 cochas	30 días	tres veces
Control de niveles de la corona del dique terminada con el aliviadero.	En la zona de Tuctubamba distrito de Tauca donde se ubican las 3 cochas	7 día	tres veces

*Nota.* Se muestra la ubicación, duración y frecuencia de cada actividad desarrollada para cumplir con el objetivo específico 2. Elaboración propia.

### 5.2.3. Actividades Realizadas para el Objetivo Específico 03:

Realizar el replanteo final e informes topográficos de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento Ancash, 2022.

#### a) Relación Secuencial y Cronológica de las Actividades Realizadas

Una vez culminada la construcción de los diques de las cochas Callampa 1, 2 y 3, con sus respectivos aliviaderos y toma de descarga se realizó el replanteo final con el equipo estación total (anexos 16 y 17), con las modificaciones realizadas en campo y las dimensiones finales de todas las estructuras construidas.

Esta actividad se sustentó con fotografías y planos post construcción, (ver anexos 19, 20 y 21).

Con los datos obtenidos en campo durante todo el proceso constructivo de las cochas y el levantamiento final de las estructuras construidas, se procedió con la elaboración de los informes topográficos de las cochas Callampa 1, 2 y 3 respectivamente, siguiendo la estructura dada por la entidad ejecutora Fondo Sierra Azul. Presentando 3 informes en total con los datos nuevos y modificados en campo, control planimétrico y altimétrico de cada cocha, y planos en planta, perfil y secciones de los diques y aliviaderos. Informes presentados al ingeniero residente a cargo de la obra para su revisión y aprobación.

**b) Tipo de Actividad**

- Replanteo final de la obra.
- Elaboración de informes topográficos.

**c) Ubicación, Duración y Frecuencia de las Actividades**

La ubicación, duración y frecuencia con la que se realizó las actividades del objetivo específico 3 se muestran en la tabla 10.

**Tabla 10**

*Ubicación, Duración y Frecuencia de las actividades del Objetivo 3*

Actividades	Ubicación	Duración	Frecuencia
Replanteo final de la obra	En la zona de Tuctubamba distrito de Tauca donde se ubican las 3 cochas	2 día	Una vez
Elaboración de informes topográficos	En la oficina de la obra ubicada en el distrito de Corongo	7 día	dos veces

*Nota.* Se muestra la ubicación, duración y frecuencia de cada actividad desarrollada para cumplir con el objetivo específico 3. Elaboración propia.

**5.3. Etapas de Ejecución**

En las tablas 11 y 12 se presentan las actividades realizadas para cada objetivo específico, indicando su duración, los participantes y responsables, así como los resultados obtenidos para facilitar su verificación.

**Tabla 11***Actividades ejecutadas por cada objetivo específico*

<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Duración</b>	<b>Participantes y responsables</b>	<b>Resultados alcanzados</b>	<b>Herramientas de gestión vinculadas</b>
Realizar el trazo, nivelación y replanteo de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento Ancash, 2022.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de Expediente técnico.</li> <li>- Elaboración del levantamiento o topográfico y planos correspondientes.</li> <li>- Trazo y replanteo inicial</li> </ul>	5 días	Bachiller en mención, ing. Residente, ing. Supervisor y autoridades de la zona	Se cumplió con el trazo y replanteo inicial para el inicio de excavación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Expediente técnico y Planos</li> <li>- Estación total</li> <li>- Laptop</li> <li>- Wincha métrica</li> </ul>
Realizar el control altimétrico del dique y aliviadero de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento Ancash, 2022.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control altimétrico y planimétrico para excavación.</li> <li>- Control de pendientes en sistema de drenajes y línea de descarga.</li> <li>- Control altimétrico de niveles en relleno y compactado del cuerpo de cada dique.</li> <li>- Control de niveles de la corona del dique terminada con el aliviadero.</li> </ul>	51 días	Bachiller en mención, ing. Residente, ing. Supervisor, maestro de obra y ayudantes	<p>Se cumplió con la construcción del cuerpo de los diques con el ancho y altura controlados minuciosamente.</p> <p>Se cumplió con la construcción del aliviadero de cada dique con sus respectivos controles altimétricos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planos</li> <li>- Estación total</li> <li>- Laptop</li> <li>- Nivel de ingeniero</li> <li>- Wincha métrica</li> </ul>

*Nota.* En la tabla se muestra actividades desarrolladas para cumplir con los objetivos específicos. Elaboración propia.

**Tabla 12***Actividades ejecutadas por cada objetivo específico*

Objetivo específico	Actividades	Duración	Participantes y responsables	Resultados alcanzados	Herramientas de gestión vinculadas
Realizar el replanteo final e informes topográficos de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento Ancash, 2022.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Replanteo final de la obra.</li> <li>- Elaboración de informes topográficos.</li> </ul>	9 días	Bachiller en mención y ayudantes	<p>Se realizó el replanteo final cumpliendo así las dimensiones correspondientes de cada cocha ejecutada.</p> <p>Se elaboro los informes topográficos detallando los procesos de construcción y control, y presentando planos finales de estructuras construidas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estación total</li> <li>- Wincha métrica</li> <li>- Laptop</li> </ul>

*Nota.* En la tabla se muestra actividades desarrolladas para cumplir con los objetivos específicos. Elaboración propia.

#### 5.4. Mecanismos de Control y Seguimiento

Para el control y seguimiento de los objetivos específicos que se muestran en el informe de trabajo de suficiencia profesional en ingeniería agrícola, se realizó el siguiente control y seguimiento mostrados en la tabla 13 y 14:

**Tabla 13***Mecanismos de control y seguimiento del objetivo 1*

Objetivos Específicos	Control	Seguimiento
Realizar el trazo, nivelación y replanteo de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento Ancash, 2022.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control documental (planos)</li> <li>- Control técnico en campo</li> <li>- Cumplimiento de planos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Revisión de planos continua</li> <li>❖ Reuniones y coordinaciones</li> </ul>

*Nota.* En la tabla se muestra los mecanismos de control y seguimiento realizado para cumplir con cada objetivo. Elaboración propia

**Tabla 14***Mecanismos de control y seguimiento de los objetivos 2 y 3*

<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Control</b>	<b>Seguimiento</b>
Realizar el control altimétrico del dique y aliviadero de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento Ancash, 2022.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control documental (planos)</li> <li>- Control técnico planimétrico y altimétrico</li> <li>- Control de movimiento de tierras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Revisión de planos continua</li> <li>❖ Comunicación y coordinación continua con el ing. Residente e ing. Supervisor</li> </ul>
Realizar el replanteo final e informes topográficos de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento Ancash, 2022.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control documental (planos)</li> <li>- Control de calidad del informe</li> <li>- Control de presentación y entrega de informes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Revisión documental continua</li> <li>❖ Comunicación y coordinación continua con el ing. Residente e ing. Supervisor</li> </ul>

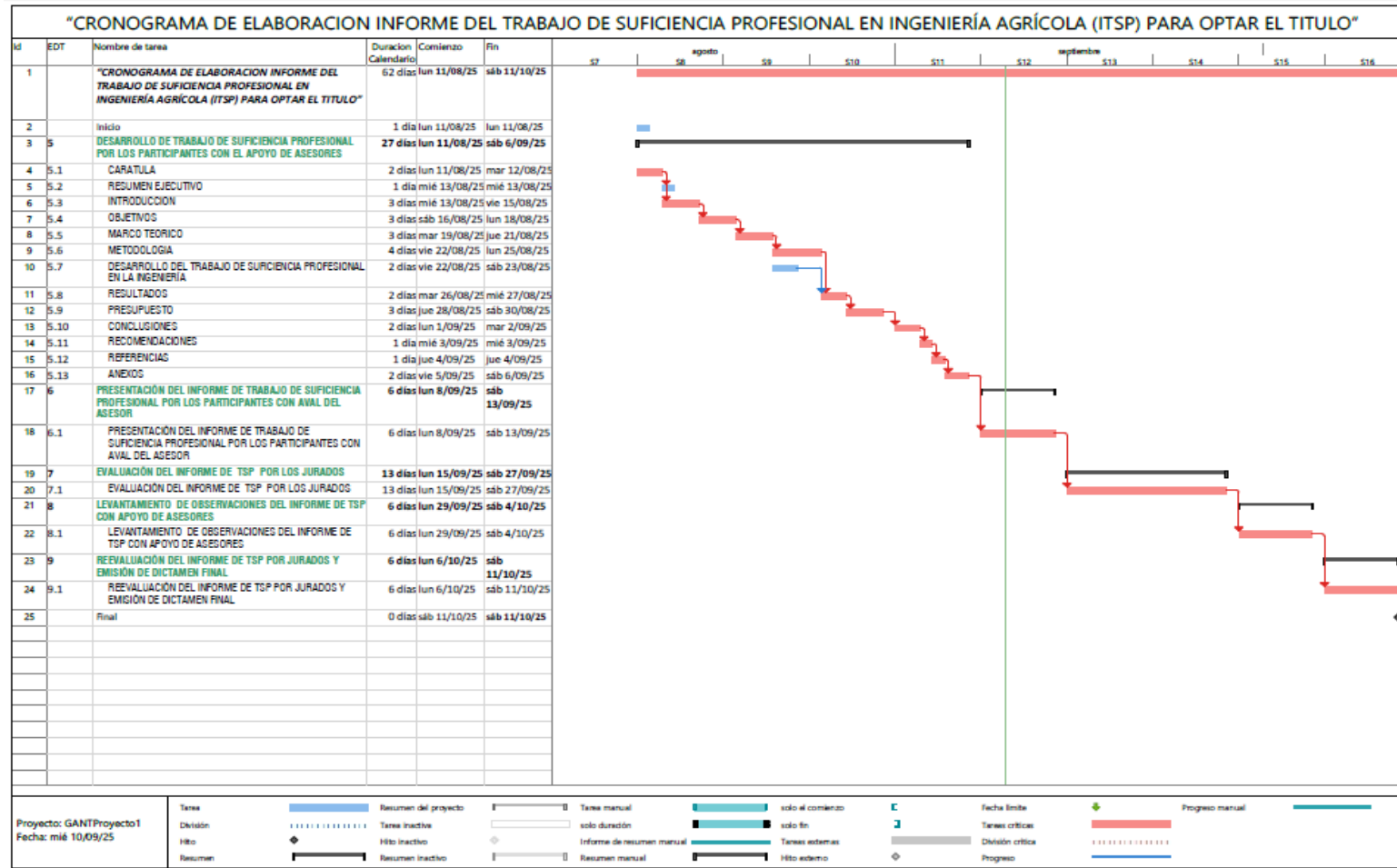
*Nota.* En la tabla se muestra los mecanismos de control y seguimiento realizado para cumplir con cada objetivo. Elaboración propia

### 5.5. Cronograma de Actividades

El informe de trabajo de suficiencia profesional se organiza en diferentes etapas, las cuales facilitan un desarrollo ordenado, técnico y con rigor académico. Dichas fases se representan en la figura 30, donde se expone el Diagrama de Gantt correspondiente a la elaboración del informe en el ámbito de la ingeniería agrícola.

Figura 30

*Cronograma de elaboración del trabajo de suficiencia profesional en ingeniería agrícola para optar el título*



Nota. En la figura se observa el cronograma a partir de la elaboración del proyecto hasta la presentación del informe de trabajo de suficiencia. Elaboración propia.



## VI. Resultados

### 6.1. Resultados para el Objetivo Específico 01

Realizar el trazo, nivelación y replanteo de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento Ancash, 2022.

#### 6.1.1. Análisis de Resultados, Asociado al Análisis de Datos

Una vez revisado el expediente minuciosamente se hizo un levantamiento topográfico para la compatibilidad del terreno con los planos del expediente, (ver anexo 1).. Llegando hacer compatibles las cochas callampa 2 y 3, la callampa 1 teniendo una modificación en la altura del cuerpo del dique siendo inicialmente 1.35 m y replanteado a 0.70 m, esto por la topografía de la cocha. De tal manera que se procedió con el trazo y replanteo en cada cocha correspondiente (ver anexo 2)., siendo la cocha Callampa 1 con una longitud de 23 m, ancho de excavación variable siendo el ancho máximo de 6.30 m. Callampa 2 con una longitud de 108.90 m, ancho de excavación variable siendo el ancho máximo de 9.70 m y Callampa 3 con una longitud de 80.90 m, ancho de excavación variable siendo el ancho máximo de 10.78 m.

### 6.2. Resultados para el Objetivo Específico 02

Realizar el control altimétrico del dique y aliviadero de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento Ancash, 2022.

#### 6.2.1. Análisis de Resultados, Asociado al Análisis de Datos

Después del trazo y replanteo se procede con la excavación para el cuerpo del dique, sistema de drenajes y línea de descarga; para ello procede el control altimétrico para el relleno y compactado del cuerpo del dique. Se controló los niveles del dique con ayuda del nivel de ingeniero y puntos de control BMs, llegando a los resultados en la tabla 15:

**Tabla 15**

*Resultados de control altimétrico*

Cocha	Longitud (m)	Altura (m)	Ancho de corona (m)	Diferencia desnivel dique- aliviadero
Callampa 1	23.00	0.70	3.50	0.40
Callampa 2	108.90	1.55	3.50	0.35
Callampa 3	80.90	1.82	3.50	0.38

*Nota.* En la tabla se observa las dimensiones finales de las cochas callampa 1, 2 y 3 a partir de los controles altimétricos. Elaboración propia.

### 6.3. Resultados para el Objetivo Específico 03

Realizar el replanteo final e informes topográficos de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento Ancash, 2022.

#### 6.3.1. Análisis de Resultados, Asociado al Análisis de Datos

El replanteo final y la elaboración de los informes topográficos permitieron verificar la correcta ejecución de la construcción del sistema de almacenamiento de agua en las cochas Callampa 1, 2 y 3. Durante el proceso se constató que las dimensiones y cotas obtenidas en campo se ajustaron a lo establecido en los planos y especificaciones técnicas, garantizando la funcionalidad hidráulica y estructural de los diques de tierra.

Asimismo, los informes topográficos generados constituyen un insumo técnico fundamental, ya que documentan con precisión la geometría de las obras ejecutadas y respaldan la conformidad de la construcción frente a los objetivos planteados. Estos resultados aseguran la operatividad de las cochas en la captación y almacenamiento de agua de lluvia, contribuyendo a la eficiencia del sistema hídrico proyectado en el distrito de Tauca.

En términos generales, el cumplimiento del objetivo permitió disponer de información técnica confiable para la validación del proyecto, consolidando la sostenibilidad y la utilidad de las infraestructuras construidas.

### 6.4. Evaluación Económica y Social

La evaluación económica y social por cada objetivo del informe se refleja en la tabla 16 y 17.

**Tabla 16**

*Evaluación económica y social por objetivos*

Objetivos	Evaluación económica	Evaluación social
Realizar el trazo, nivelación y replanteo de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento Ancash, 2022.	La ejecución del trazo, nivelación y replanteo implicó costos asociados al uso de equipos topográficos y personal especializado. Estos gastos se justificaron plenamente al garantizar la precisión en la ubicación de las estructuras, minimizando errores y evitando sobrecostos por rectificaciones.	Desde el ámbito social, este objetivo fortaleció la confianza de la comunidad beneficiaria, al evidenciar que la obra se desarrolla con criterios técnicos adecuados. El correcto trazo y replanteo aseguraron la ubicación estratégica de las cochas, optimizando la captación y almacenamiento de agua. Esto impacta positivamente en la disponibilidad hídrica,

*Nota.* En la tabla se observa las evaluaciones económicas y sociales por cada objetivo específico. Elaboración propia

**Tabla 17***Evaluación económica y social por objetivos*

<b>Objetivos</b>	<b>Evaluación económica</b>	<b>Evaluación social</b>
Realizar el control altimétrico del dique y aliviadero de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento Ancash, 2022.	En términos de costo-beneficio, la inversión fue favorable, pues aseguró un desarrollo constructivo eficiente y ordenado. El control altimétrico del dique y del aliviadero requirió inversión en equipos y personal técnico especializado, garantizando la verificación precisa de cotas y niveles. Este proceso evitó errores constructivos que hubieran generado gastos adicionales, asegurando la estabilidad del dique y la funcionalidad del aliviadero. De esta manera, la inversión realizada resultó económicamente rentable al optimizar los recursos del proyecto y prolongar la vida útil de la infraestructura.	la seguridad alimentaria y la calidad de vida de los pobladores del distrito de Tauca.  En lo social, la verificación altimétrica generó confianza en la comunidad beneficiaria, al garantizar la seguridad de las obras y reducir riesgos de desbordes o fallas estructurales. Este control asegura la protección de las áreas agrícolas y de las familias que dependen del recurso hídrico, fortaleciendo la percepción positiva hacia el proyecto y reafirmando su impacto en el bienestar colectivo.
Realizar el replanteo final e informes topográficos de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas callampa 1, 2 y 3, en el distrito de Tauca, provincia Pallasca, departamento Ancash, 2022.	El replanteo final y la elaboración de los informes topográficos demandaron recursos técnicos y profesionales, representando una inversión estratégica dentro del presupuesto del proyecto. Estos trabajos aseguraron la conformidad de la obra con lo proyectado, reduciendo la posibilidad de gastos por errores constructivos o correcciones futuras. En consecuencia, el costo asumido se tradujo en un beneficio económico, garantizando eficiencia y durabilidad en el sistema de almacenamiento de agua.	En el ámbito social, este objetivo aportó significativamente a la transparencia y credibilidad del proyecto. Los informes topográficos respaldaron la calidad de la construcción y generaron seguridad en la comunidad respecto a la correcta ejecución de las cochas. Asimismo, el replanteo final aseguró la operatividad del sistema hídrico, mejorando la disponibilidad de agua para riego y actividades agrícolas, lo que se traduce en mejores condiciones de vida y productividad para la población del distrito de Tauca.

*Nota.* En la tabla se observa las evaluaciones económicas y sociales por cada objetivo específico.

Elaboración propia

## 6.5. Indicadores de Desempeño

Los indicadores de desempeño para cada objetivo del informe se muestran en la tabla

18.

**Tabla 18***Indicadores de desempeño por objetivos*

Objetivo	Indicador Técnico	Indicador Económico	Indicador Social
<b>Objetivo 01:</b> Realizar el trazo, nivelación y replanteo de la construcción de un sistema eficiente de almacenamiento de agua en las cochas Callampa 1, 2 y 3.	% de precisión en el trazo y replanteo respecto a los planos ( $\geq 95\%$ ).	Cumplimiento del presupuesto asignado a la etapa de trazo y replanteo ( $\leq 100\%$ ).	Nivel de satisfacción de la comunidad respecto a la ubicación y diseño de las cochas ( $\geq 80\%$ ).
<b>Objetivo 02:</b> Realizar el control altimétrico del dique y aliviadero.	Variación máxima permitida en cotas de diseño vs. cotas ejecutadas ( $\leq \pm 2$ cm).	Costos evitados por rectificaciones gracias al control altimétrico ( $\geq 90\%$ de reducción).	Percepción de seguridad de la población respecto al funcionamiento del dique y aliviadero ( $\geq 85\%$ ).
<b>Objetivo 03:</b> Realizar el replanteo final e informes topográficos.	Número de informes topográficos entregados de acuerdo al cronograma (100% cumplimiento).	Relación costo-beneficio de la etapa ( $\geq 1.2$ ).	Confianza de la comunidad en la transparencia y validez técnica del proyecto ( $\geq 90\%$ ).

*Nota:* Los indicadores evidencian que los objetivos se cumplieron de manera eficiente en los ámbitos técnico, económico y social. Se garantizó precisión en la ejecución de las obras, un uso adecuado de los recursos y un impacto positivo en la confianza y satisfacción de la comunidad beneficiaria.

## VII. Presupuesto

### 7.1. Estimación de Costos Unitarios

Se proyectan los gastos correspondientes al proceso de inscripción en el curso de suficiencia profesional, elaboración y presentación del proyecto, aprobación del mismo, redacción y exposición del informe final, así como la evaluación y sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional. Ver tabla 19.

**Tabla 19**

*Presupuesto de ejecución del informe de trabajo de suficiencia profesional*

Ítem	Descripción	Und	Cant.	P.U. S/	Subtotal S/
1	Inscripción de titulación por trabajo de suficiencia profesional	und	1	500	500.00
2	Aprobación del PTSP para la ejecución del PTSP	glb	1	3000	3,000.00
3	Aprobación y Definición de fechas de sustentación de los de los Informes de TSP	glb	1	3000	3,000.00
Costo total					6,500.00

*Nota.* En la tabla se estimar que se realizara un gasto de 6,500.00 soles para la presentación del informe de trabajo de suficiencia profesional. Elaboración propia.

### 7.2. Recursos Usados

#### 7.2.1. Recursos Humanos

- ✓ Ing. Supervisor
- ✓ Ing. Residente
- ✓ Prevencionista
- ✓ Topógrafo
- ✓ Maestro de obra
- ✓ Operarios
- ✓ Peones

#### 7.2.2. Recursos Materiales

- ✓ Planos
- ✓ Estación total
- ✓ Nivel de ingeniero
- ✓ Wincha métrica
- ✓ Cuaderno de apuntes
- ✓ Pintura
- ✓ Estacas

## VIII. Conclusiones

Respecto al objetivo 01, se concluye que el trazo, nivelación y replanteo se ejecutaron con precisión técnica, asegurando la correcta ubicación de las estructuras proyectadas. Esta etapa permitió optimizar recursos, evitar errores constructivos y garantizar la funcionalidad del sistema de almacenamiento de agua, generando confianza en la comunidad beneficiaria. Se aplicaron metodologías topográficas que demuestran la importancia de la Ingeniería Agrícola en la planificación de obras hídricas rurales, fortaleciendo el vínculo entre conocimiento técnico y gestión de recursos naturales. La planificación detallada y el uso eficiente de instrumentos topográficos son claves para evitar errores en etapas posteriores y garantizar eficiencia en los costos del proyecto.

Respecto al objetivo 02, se concluye que el control altimétrico permitió verificar con exactitud las cotas y niveles del dique y aliviadero, asegurando la estabilidad y operatividad de las estructuras. Esta verificación evitó sobrecostos por correcciones, garantizó la seguridad de la infraestructura y redujo riesgos para la población y las áreas agrícolas. La experiencia adquirida refuerza la relevancia del control altimétrico como una práctica indispensable en proyectos de almacenamiento hídrico, aportando procedimientos técnicos replicables en otros proyectos similares. Se constató que la precisión en el control altimétrico no solo asegura calidad técnica, sino que también representa un ahorro económico al prevenir fallas constructivas.

Respecto al objetivo 03, se concluye que el replanteo final y los informes topográficos confirmaron la conformidad de la obra respecto al diseño proyectado, consolidando la transparencia técnica del proyecto. Esta etapa respaldó la durabilidad y eficiencia de las cochas, a la vez que generó confianza y aceptación social, asegurando la disponibilidad hídrica para las actividades productivas de la población beneficiaria. La elaboración de informes topográficos estandarizados constituye un aporte metodológico para la Ingeniería Agrícola, al proporcionar información técnica confiable para el monitoreo y validación de infraestructuras hídricas. La documentación final de la obra es fundamental para garantizar la transparencia, facilitar futuras evaluaciones y servir como base técnica en proyectos posteriores

## IX. Recomendaciones

En relación al trazo, nivelación y replanteo (Objetivo 01):

- Implementar capacitaciones periódicas en técnicas topográficas para el personal involucrado en proyectos de almacenamiento de agua.
- Emplear instrumentos de medición calibrados y con mantenimiento preventivo para asegurar precisión en el replanteo.
- Documentar detalladamente cada fase de trazo y nivelación para generar registros que sirvan de referencia en futuras intervenciones.

En relación al control altimétrico del dique y aliviadero (Objetivo 02):

- Realizar controles altimétricos adicionales durante la ejecución de la obra, con el fin de prevenir desviaciones significativas respecto al diseño.
- Establecer protocolos estandarizados de verificación altimétrica en proyectos hídricos rurales, asegurando uniformidad en la metodología aplicada.
- Promover la incorporación de tecnologías modernas de levantamiento topográfico (drones, estaciones totales de última generación, GPS diferencial) para mejorar la precisión y eficiencia del control.

En relación al replanteo final e informes topográficos (Objetivo 03):

- Entregar los informes topográficos en formatos digitales y físicos, garantizando accesibilidad y conservación de la información para futuras evaluaciones.
- Fomentar que las comunidades beneficiarias participen en la socialización de los resultados finales, fortaleciendo la transparencia y confianza en el proyecto.
- Implementar un sistema de seguimiento y monitoreo basado en los informes topográficos, que permita evaluar el desempeño de las cochas a mediano y largo plazo.

## X. Referencias Bibliográficas

- Arce, I. M. (2023). *Construcción de dique de tierra en la qocha ismu para el afianzamiento hídrico – distrito de Baños – provincia Lauricocha – departamento Huanuco* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio institucional Universidad Nacional Agraria la Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6125>
- Cárdenas, A. G. (2022). *Construcción de dique de tierra en la qocha Acococha para el afianzamiento hídrico-distrito: Catac, provincia: Recuay, región: Ancash-2022* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio institucional Universidad Nacional Agraria la Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5578>
- Crespo Villalaz, J. (2012). *Hidráulica de canales*. McGraw-Hill.
- FONCODES. (2015). *Siembra y cosecha de agua*. Tarea Asociación Gráfica Educativa.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). (2018). *Manual de diseño de presas de tierra*. Lima, Perú.
- Lujan, H. W. (2020). *Construcción de dique en una qocha, para el incremento de disponibilidad hídrica en la comunidad de Sarhua-Ayacucho* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio institucional Universidad Nacional Agraria la Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4712>
- Luján, Ll. I. (2021). *Ejecución de la obra Qocha Ulimpampa 01 para el incremento de la disponibilidad hídrica en el centro poblado Huchuaccasa - Cajamarca* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio institucional Universidad Nacional Agraria la Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5351>
- Valer, F. & Pérez, J. (2014). *Las qochas rústicas, una alternativa en los Andes para la siembra y cosecha de agua en un contexto de cambio climático*. PACC PERU.
- Vásquez, A., Mejía, A., Faustino, J., Terán, R., Díaz, J., Vásquez, C., Castro, A., Tapia, M., & Alcántara, J. (2016). *Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas*. Fondo Editorial-UNALM.
- Villón, J. (2015). *Topografía aplicada a la ingeniería civil*. Editorial Universidad Nacional de Ingeniería.

## XI. Anexos

### 11.1. Panel Fotográfico

#### Anexo 1

*Levantamiento topográfico inicial de las cochas*



*Nota: en la imagen se puede ver el levantamiento inicial de la cocha callampa 2.*

#### Anexo 2

*Trazo y replanteo de las cochas para la intervención*



*Nota: en la imagen se puede ver el trazado y replanteo de la cocha callampa 3.*

### Anexo 3

#### *Inicio de excavación de las cochas*



*Nota:* en la imagen se puede observar el inicio de excavación de la cocha callampa 2.

### Anexo 4

#### *Control altimétrico de la cimentación*



*Nota:* en la imagen se puede observar el control altimétrico de la cimentación de la cocha callampa 3.

## Anexo 5

### *Excavaciones de las zanjas de drenaje y tubería de descarga*



*Nota:* en la imagen se puede observar el control topográfico de la zanja de drenaje y tubería de descarga de la cocha callampa 2.

## Anexo 6

### *Control altimétrico aproximadamente al 50% de su conformación de la cocha callampa 1*



*Nota:* en la imagen se puede observar el control altimétrico de la cocha callampa 1 con el 50% de su conformación.

**Anexo 7**

*Control altimétrico aproximadamente al 50% de su conformación de la cocha callampa 2*



*Nota:* En la imagen se puede observar el control altimétrico de la cocha callampa 2 con el 50% de su conformación.

**Anexo 8**

*Control altimétrico aproximadamente al 50% de su conformación de la cocha callampa 3*



*Nota:* En la imagen se puede observar el control altimétrico de la cocha callampa 3 con el 50% de su conformación.

## Anexo 9

*Control altimétrico aproximadamente al 100% de su conformación de la cocha callampa 1*



*Nota:* En la imagen se puede observar el control altimétrico de la cocha callampa 1 con el 100% de su conformación.

## Anexo 10

*Control altimétrico aproximadamente al 100% de su conformación de la cocha callampa 2*



*Nota:* En la imagen se puede observar el control altimétrico de la cocha callampa 2 con el 100% de su conformación.

## Anexo 11

*Control altimétrico aproximadamente al 100% de su conformación de la cocha callampa 3*



*Nota:* En la imagen se puede observar el control altimétrico de la cocha callampa 3 con el 100% de su conformación.

## Anexo 12

*Trazo final de la corona del dique*



*Nota:* En la imagen se puede observar el trazo del ancho de la corona y el trazado para la zanja de anclaje de geomembrana de la cocha callampa 3.

### Anexo 13

#### *Excavación manual para el anclaje de geomembrana*



*Nota:* En la imagen se puede observar la excavación para la zanja de anclaje de geomembrana y geotextil de la cocha callampa 2.

### Anexo 14

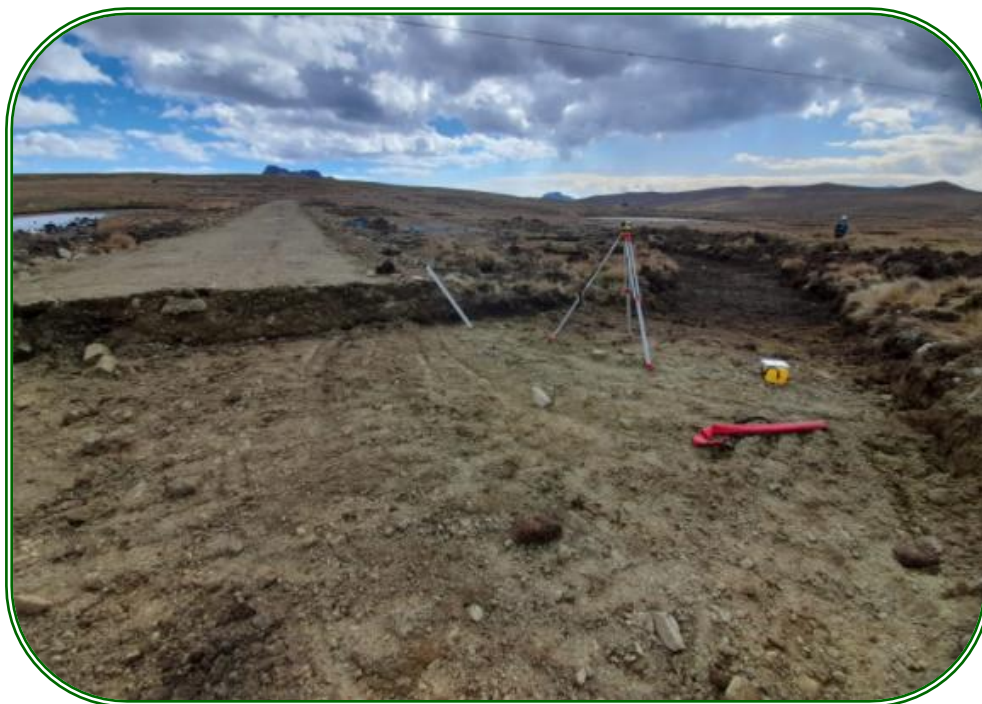
#### *Excavación del aliviadero para su construcción*



*Nota:* En la imagen se puede observar la excavación para la construcción del aliviadero de la cocha callampa 1.

## Anexo 15

### *Excavación y control de pendiente del aliviadero*



*Nota:* En la imagen se puede observar la excavaron y control de pendiente para la construcción del aliviadero de la cocha callampa 2-

## Anexo 16

### *Estructuras construidas al 100% de cada cocha*



*Nota:* En la imagen se puede observar el dique, aliviadero y estructuras construidas al 100% de cada cocha.

## Anexo 17

### *Replanteo final del dique y estructuras construidas*



*Nota:* En la imagen se puede observar el replanteo final del dique, aliviadero y estructuras construidas de cada uno de las cochas.

## Anexo 18

### *Fin del trabajo de replanteo final de las estructuras construidas*

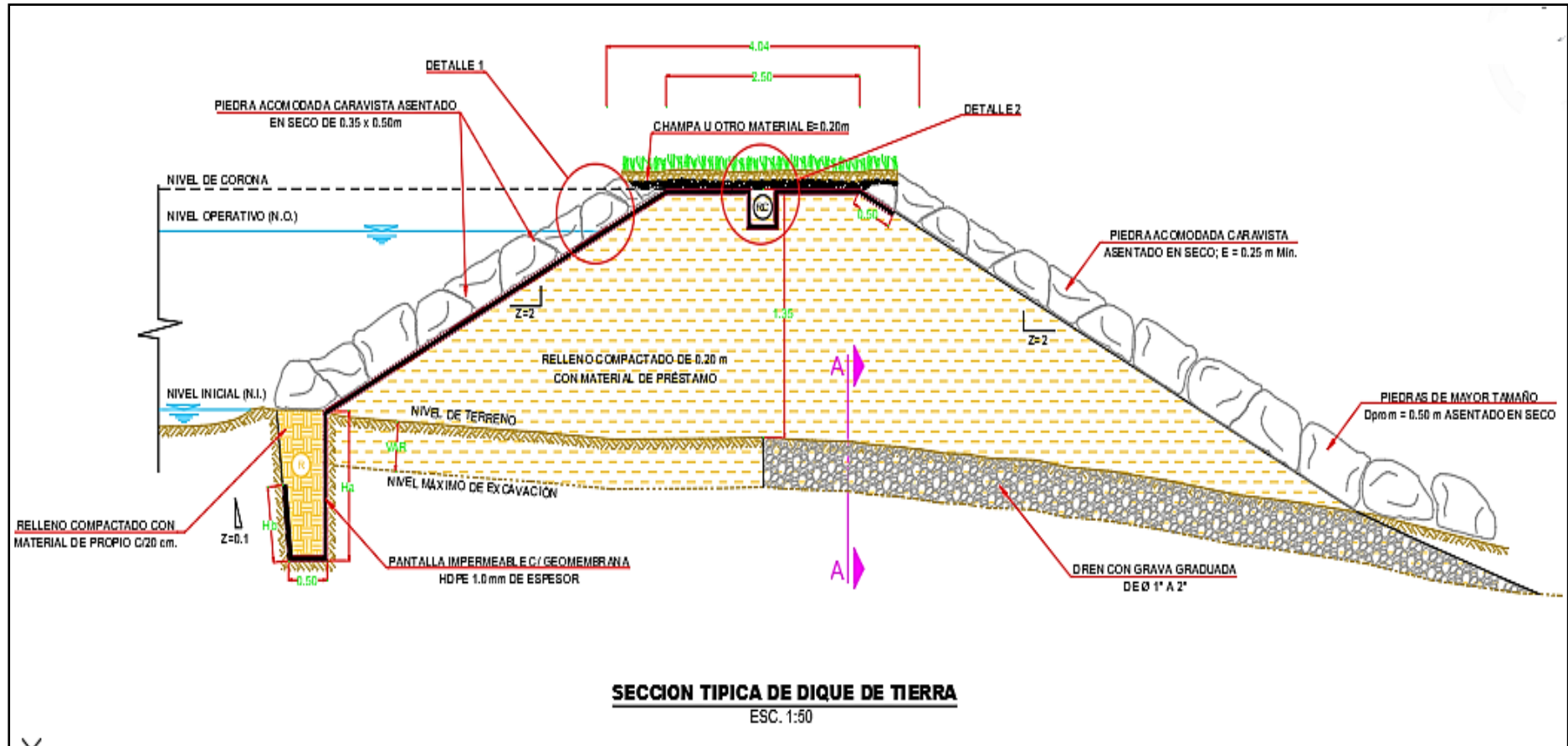


*Nota:* En la imagen se puede observar el replanteo final del dique, aliviadero y estructuras construidas de cada uno de las cochas.

## 11.2. Planos Iniciales de los Diques

### Anexo 19

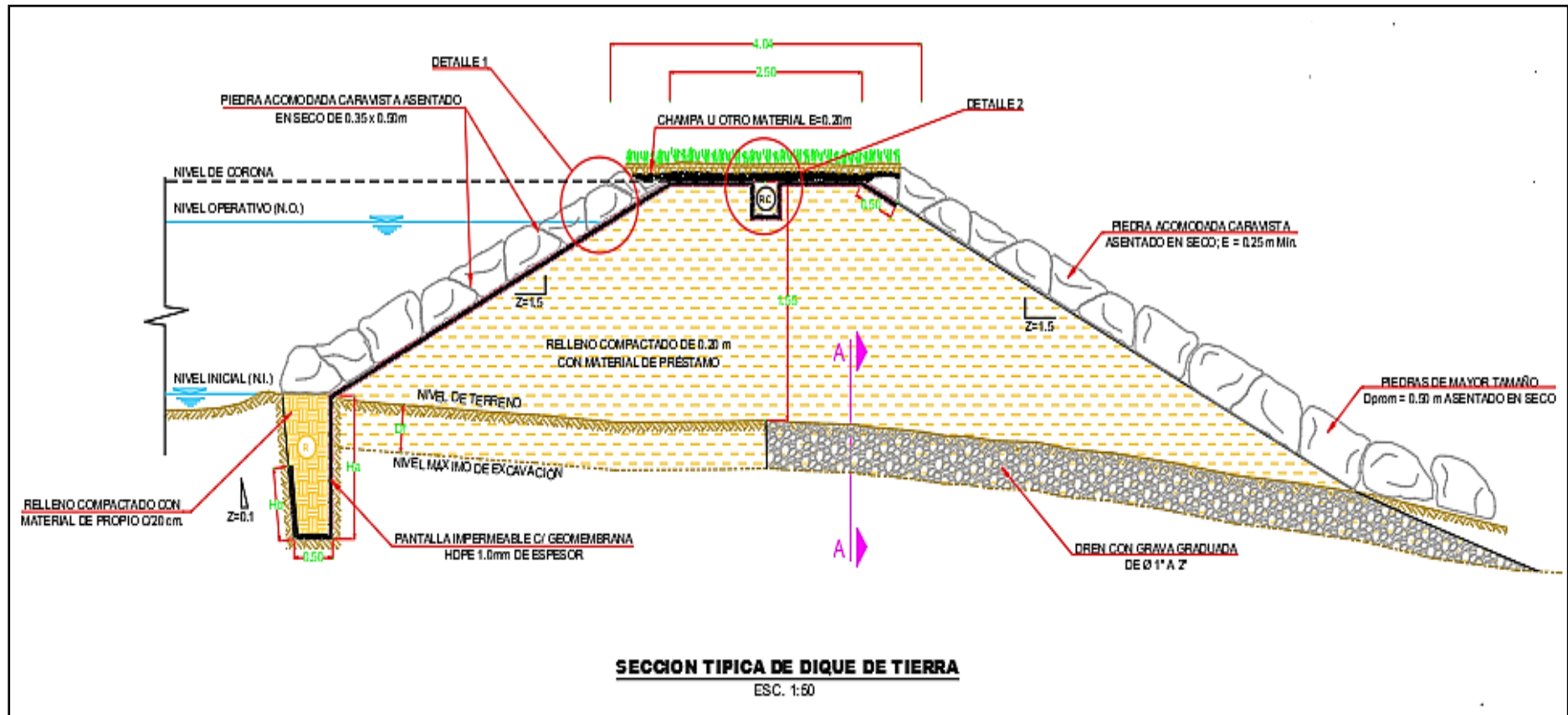
Detalle del dique de la cocha callampa 1 según expediente técnico



Nota: En la imagen se puede observar el plano detalle inicial del expediente técnico, del dique de la cocha callampa 1, con altura max. de 1.35m y ancho de corona total de 4.0m.

## Anexo 20

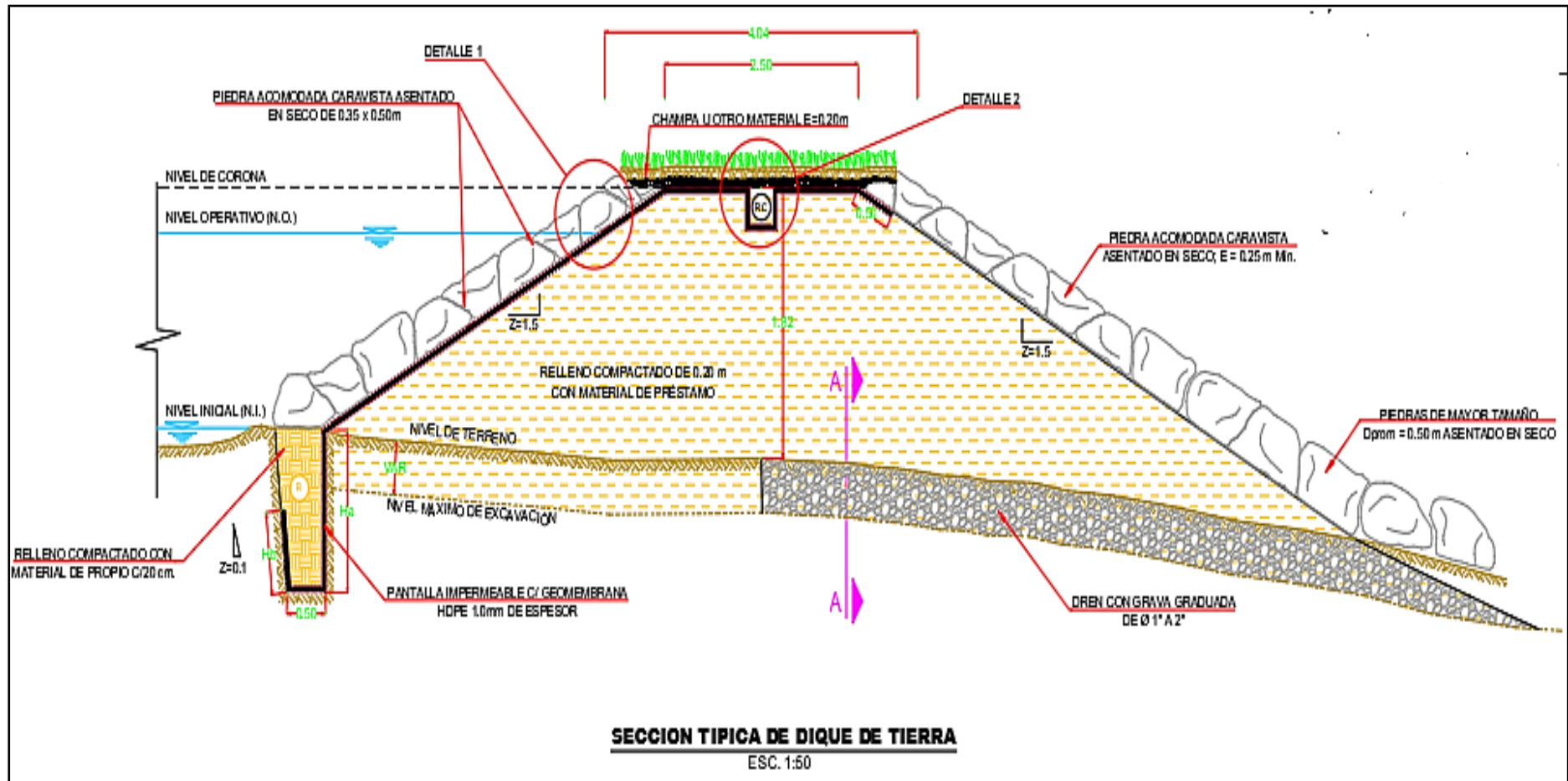
Detalle del dique de la cocha callampa 2 según expediente técnico



Nota: En la imagen se puede observar el plano detalle inicial del expediente técnico, del dique de la cocha callampa 2, con altura max. de 1.55m y ancho de corona total de 4.0m.

## Anexo 21

Detalle del dique de la cocha callampa 3 según expediente técnico

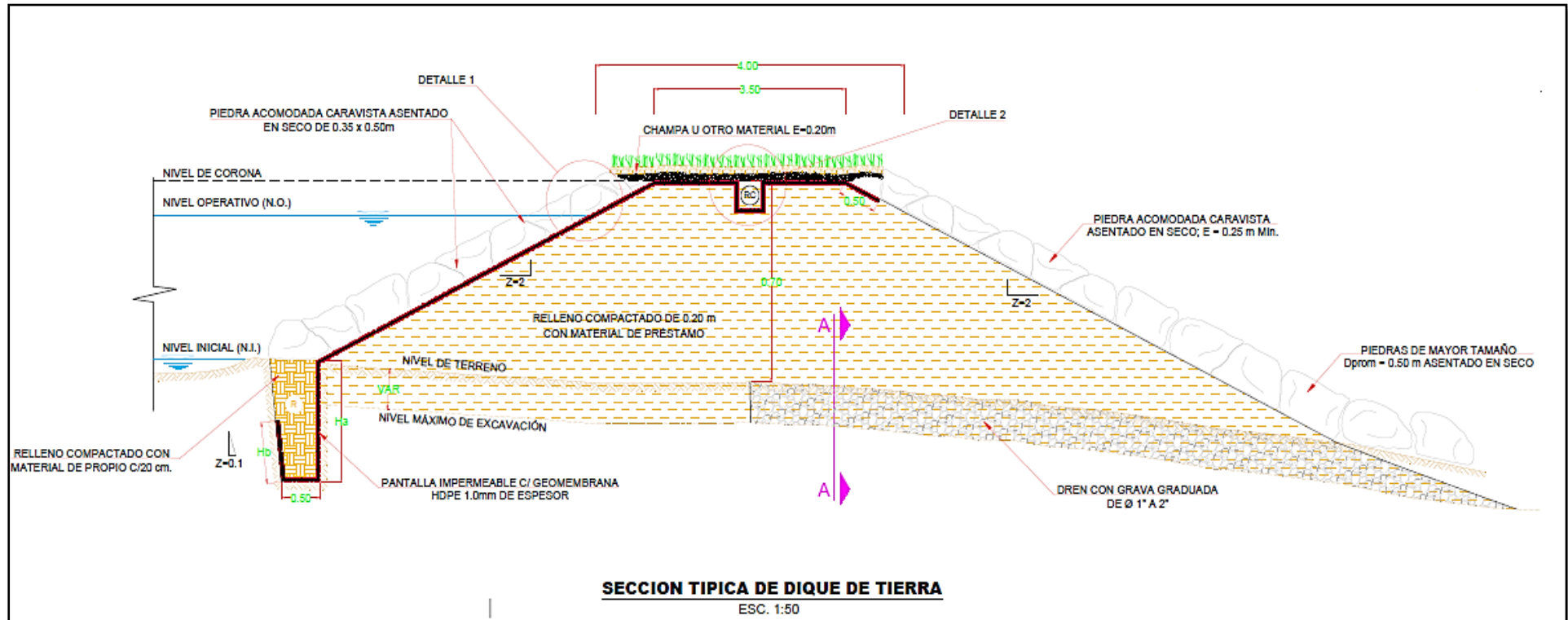


Nota: En la imagen se puede observar el plano detalle inicial del expediente técnico, del dique de la cocha callampa 3, con altura max. de 1.82m y ancho de corona total de 4.0m.

### 11.3. Planos Finales de los Diques

#### Anexo 22

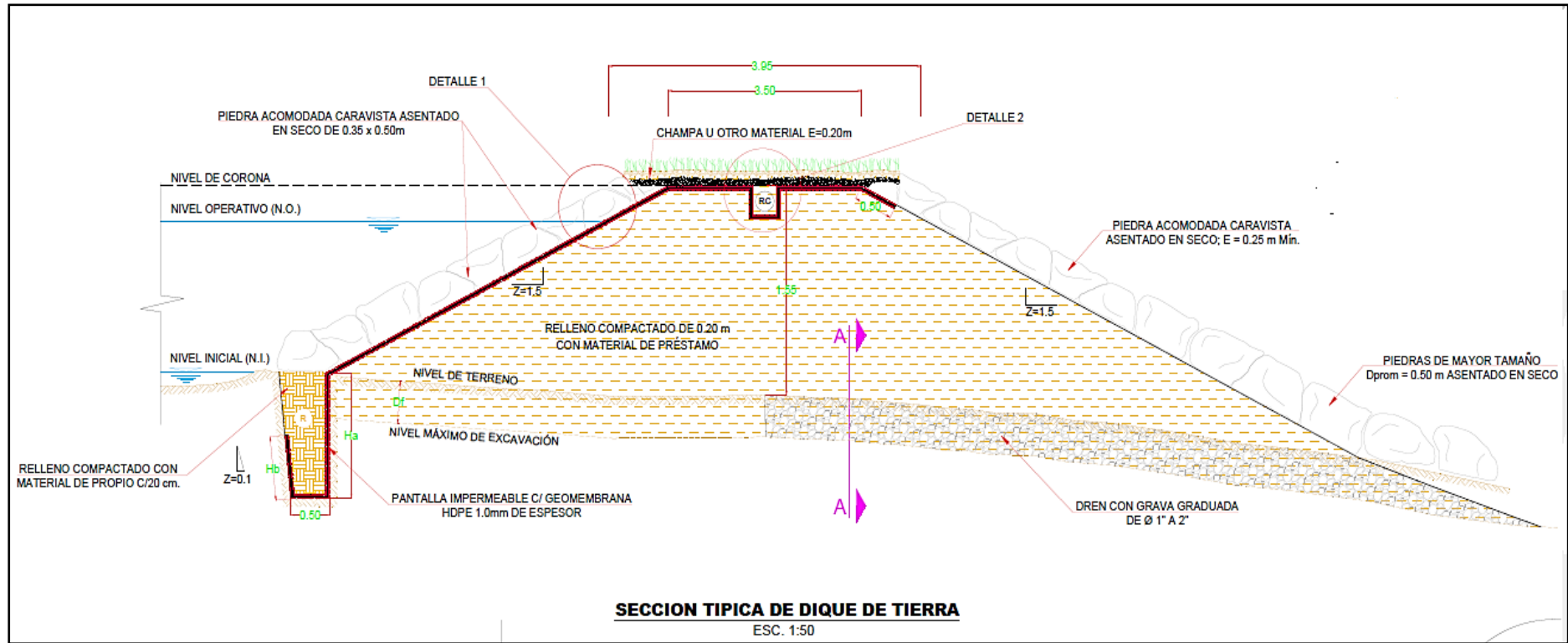
#### Detalle del dique replanteado de la cocha callampa 1



Nota: En la imagen se puede observar el plano de replanteo final del dique de la cocha callampa 1, con altura max. de 0.70m y ancho de corona total de 4.0m.

## Anexo 23

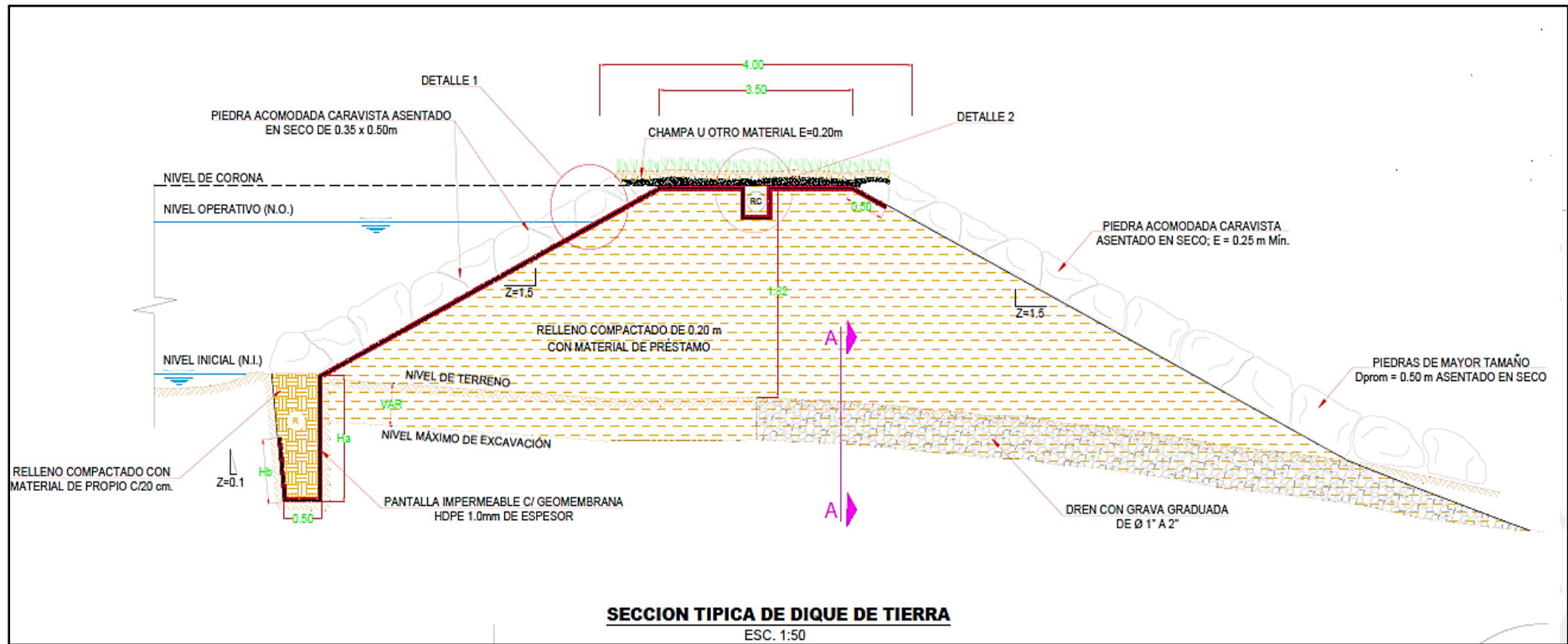
### Detalle del dique replanteado de la cocha callampa 2



*Nota:* En la imagen se puede observar el plano de replanteo final del dique de la cocha callampa 2, con altura max. de 1.55m y ancho de corona total de 4.0m.

## Anexo 24

### Detalle del dique replanteado de la cocha callampa 3



*Nota:* En la imagen se puede observar el plano de replanteo final del dique de la cocha callampa 3, con altura max. de 1.82m y ancho de corona total de 4.0m.