

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN
CONVENCIONAL Y LOS MUROS ANCLADOS PARA
LA CONSTRUCCIÓN DE CÁMARAS DE
SEDIMENTACIÓN VOLCAN 2023**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL EN
INGENIERIA CIVIL**

Autor: Bach. MENDOZA ADAUTO RUBEN DARIO

Asesores: MTRA: AYUQUE ALMIDON NELFA ESTRELLA

MTRO: PAREJAS SINCHITULLO GERSON DENNIS

LÍNEA DE INVESTIGACION INSTITUCIONAL:

NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS

**HUANCAYO – PERÚ
2024**

ASESORES:

MTRA: AYUQUE ALMIDON NELFA ESTRELLA

MTRO: PAREJAS SINCHITULLO GERSON DENNIS

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Ruben Darío Tapia Silguera

PRESIDENTE

Ing. Giancarlo Fernando Meza Terbullino

JURADO

Mg. Manuel Iván Maita Pérez

JURADO

Mg. Yina Milagro Ninahuanca Zavala

JURADO

Mtro. Leonel Untiveros Peñaloza

SECRETARIO DOCENTE

DEDICATORIA

Deseo expresar mi profunda gratitud y reconocimiento hacia aquellos que han sido fundamentales en la culminación de este viaje académico. Primordialmente, mi fe en Dios ha sido la columna vertebral de mi perseverancia, otorgándome la fortaleza y el discernimiento necesarios para avanzar en cada fase de mi formación profesional. Asimismo, extendiendo un agradecimiento especial a mi familia, en particular a mi madre y a mi pareja, quienes han sido pilares de apoyo tanto moral como financiero, facilitando mi camino hacia la realización de mis objetivos académicos.

No menos importante, es mi deseo reconocer la guía invaluable y el estímulo constante proporcionados por mis docentes. Su dedicación y apoyo durante el proceso de investigación y redacción de esta tesis han sido esenciales para alcanzar este logro académico.

Bach. Rubén Darío Mendoza Aduato

AGRADECIMIENTO

Extiendo mi más sincero agradecimiento a la Universidad Peruana los Andes, mi alma mater, por aceptarme amablemente como estudiante y brindarme un entorno de aprendizaje enriquecedor. Estoy especialmente agradecido a los estimados educadores de la escuela Profesional de Ingeniería Civil por impartir sus conocimientos y experiencia, permitiéndome embarcarme en una carrera profesional exitosa. Además, me gustaría expresar mi gratitud a mis asesores por sus invaluable comentarios.

Bach. Rubén Darío Mendoza Aauto



CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0108 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la TESIS; Titulado:

DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN CONVENCIONAL Y LOS MUROS ANCLADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CÁMARAS DE SEDIMENTACIÓN VOLCAN 2023

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : BACH. MENDOZA ADAUTO RUBEN DARIO

Facultad : INGENIERÍA

Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL

Asesor(a) Metodológico : MG. AYUQUE ALMIDON NELFA ESTRELLA

Asesor(a) Tematico : MG. PAREJAS SINCHITULLO GERSON DENNIS

Fue analizado con fecha 26/02/2024; con 157 págs.; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

--

El documento presenta un porcentaje de similitud de 11 %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: *Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.*

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.



Huancayo, 26 de febrero de 2024.

DR. HILARIO ROMERO GIRON
JEFE (e)

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

CONTENIDO

CONTENIDO	vii
CONTENIDO DE TABLAS	xi
CONTENIDO DE FIGURAS	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCION	11
CAPÍTULO I	13
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:.....	13
1.1 Descripción del problema:.....	13
1.2 Delimitación del problema:.....	16
1.2.1 Espacial:	16
1.2.2 Temporal:.....	16
1.3 Formulación del problema:.....	17
1.3.1 Problema general:	17
1.3.2 Problemas específicos:.....	17
1.4 Justificación:	17
1.4.1 Social o practica:	17
1.4.2 Científica o Teórica:	18
1.4.3 Metodológica:	18
1.5 Objetivos:	19
1.5.1 Objetivo general:.....	19
1.5.2 Objetivos específicos:.....	19
CAPÍTULO II.....	20
II. MARCO TEÓRICO	20
2.1 Antecedentes	20

2.2	Bases teoricas o cientificas:.....	24
2.2.1	Muros anclados:	24
2.2.2	Aplicaciones de los muros anclados:.....	29
2.2.3	Metodología del proceso constructivo:	31
2.2.4	Análisis de diseño muros anclados:.....	35
2.2.5	Deformaciones de muros anclados	38
2.2.6	Cargas actuantes en los muros anclados:	43
2.2.7	Diseño para los muros anclados.....	46
2.2.8	Ventajas y desventajas:	53
2.2.9	Clasificación:.....	54
2.3	CAMARAS DE SEDIMENTACION:	57
2.3.1	Tipos de muros de contención:.....	58
2.3.2	Sistema Last Planner:.....	66
2.3.3	Lean Construcción:.....	68
2.3.4	TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS:.....	72
2.3.5	Cartas balances:.....	73
2.4	Definición de términos:.....	76
CAPITULO III.....		78
III. HIPOTESIS.....		78
3.1.	Hipótesis General:	79
3.2.	Hipótesis Específica:	79
3.3.	Variables	79
3.3.1.	Definición conceptual de la variable:	79
3.3.2.	Definición operacional de la variable:	80
3.3.3.	Operacionalización de la variable:.....	80
CAPÍTULO IV METODOLOGÍA.....		82
VI. METODOLOGÍA.....		82

4.1 Método de investigación:	82
4.2 Tipo de investigación:	83
4.3 Nivel de investigación:	83
4.4 Diseño de la investigación:	83
4.5 Población y muestra:.....	85
4.5.1 Población:	85
4.5.2 Muestra:	85
4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	86
4.7 Técnicas:.....	86
4.8 Aspectos éticos;.....	87
CAPÍTULO V RESULTADOS.....	89
V. RESULTADOS.....	89
5.1 Descripción del diseño tecnológico:	89
5.2 Descripción de resultados:	90
5.2.1	91
5.2.2 Curvas de Productividad:	91
5.2.3 PRESUPUESTO: Muro Anclado – Muro Convencional:	95
5.2.4 Análisis de comparación tiempo de ejecución:	97
5.3 Procedimiento constructivo optimizado:	106
5.3.1 Análisis de comparación de diseño:	107
CAPÍTULO VI	118
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	118
6.1. Incidencia del presupuesto:	118
6.2 Diferencia en el tiempo de construcción:	118
6.3. Variación en el diseño:.....	119
CONCLUSIONES	120
RECOMENDACIONES	121

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122
ANEXOS.....	128

Contenido de tablas

Tabla 1: <i>Valores de δh_{Hi}</i>	41
Tabla 2: <i>Parámetros</i>	52
Tabla 3 : Ventajas y desventajas del uso de muros de contención	62
Tabla 4 : Ejemplos de patentes de cámaras de sedimentación :	65
Tabla 5: Operacionalización de las variables:	80
Tabla 6 : Procesos:.....	94
Tabla 7: Presupuesto	95
Tabla 8: Presupuesto Cámara C.....	97
Tabla 9: Cuadrilla	101
Tabla 10: Porcentaje de TP, TC y TNC	102
Tabla 11: Porcentaje de TP, TC y TNC	102
Tabla 12: TP, TC y TNC.....	103
Tabla 13: <i>Porcentaje</i>	103
Tabla 14: <i>Distribución</i>	104
Tabla 15: Distribución detallada.....	105
Tabla 16 : Tiempo de Ejecución.....	106
Tabla 17: Datos Geométricos Muro cámara A.....	108
Tabla 18: Datos Mecánicas Muro cámara A	108
Tabla 19 : Capacidad.....	109
Tabla 20: Características de los materiales del Muro de la cámara A	109
Tabla 21: Operacionalización.....	110
Tabla 22: Datos.....	112
Tabla 23: Características	113
Tabla 24: <i>Capacidad</i>	113
Tabla 25: Características	114
Tabla 26: Operacionalización.....	115

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1 : Esquema de Muro Anclado	28
Figura 2 : Componentes de anclaje.....	29
Figura 3 : Aplicación	31
Figura 4 : Proceso	32
Figura 5 : Proceso constructivo	34
Figura 6 : Falla rotacional del elemento de retención:.....	37
Figura 7 : Falla por extracción de bulbo	38
Figura 8 : Deformación de muro anclado	42
Figura 9 : Presión de tierras desarrolladas sobre muro anclado con múltiples niveles.	45
Figura 10 : Distribución	49
Figura 11 : Distribución triangular	50
Figura 12 : Materiales	59
Figura 13 : Dimensiones mínimas recomendadas para muros de contención por gravedad	61
Figura 14 : Relación entre eficiencia y eficacia.....	67
Figura 15 : Lean construcción	69
Figura 16 : Herramientas de control de Productividad.....	70
Figura 17 : Mapas de Perú	85
Figura 18 : Procesos.....	90
Figura 19 : Muro convencional	99
Figura 20 : Detalle de anclaje en Muro de la cámara A	111
Figura 21 : Cámara	115
Figura 22 : Fisuras y muros.....	116

RESUMEN

La elaboración de la tesis “Diseño de muros de contención convencional y los muros anclados para la construcción de cámaras de sedimentación volcán 2023” se planteó el problema general ¿Cuál es el análisis comparativo que se da entre los muros de contención convencional y los muros anclados para la construcción de cámaras de sedimentación volcán 2023? También el objetivo general se dio: Determinar el análisis comparativo que se da entre los muros de contención convencional y los muros anclados para la construcción de cámaras de sedimentación volcán 2023. La hipótesis general: Existe una relación significativa en la comparación entre los muros contención convencional y los muros anclados para la construcción de cámaras de sedimentación volcán 2023. Utilizaremos una metodología de enfoque científico, por el tipo de orientación que sería básico, con un nivel descriptivo, se da con un diseño no experimental. Mi investigación se realizó, en el poblado de Andaychagua, Yauli, Oroya – Junín; como resultado se tienen estructuras de detención de la roca reforzando con los anclajes son más caras, pero con mayor duración en el tiempo, óptimos en aplicaciones tradicionales donde se utilizó muros de concreto de contención. El poder realizar un análisis en muros de contención utilizando anclajes, para lograr estabilizar las cámaras de sedimentación, afectara en las dimensiones de las cámaras y el tipo de suelo, se tiene que dar un modelamiento adecuado, también con la introducción de anclajes se tiene una mejora del comportamiento geomecánico de la roca dando un aumento en su resistencia de forma global (roca +refuerzo) y una minoración de la compresión del suelo. Como conclusión la contención de muros, con el uso de anclajes para poder estabilizar la cámara, se tiene un incremento del 42 %, en cuanto a los muros de método convencional. Como recomendación al realizar la perforación de anclajes, se debe realizar un perfilado correcto de la roca donde se colocaran los anclajes así poder cumplir con la correcta distribución de los anclajes y el encofrado.

PALABRAS CLAVES: Muros anclados, Muros convencionales, estabilización.

ABSTRACT

In preparing the thesis “Design of conventional retaining walls and anchored walls for the construction of volcano sedimentation chambers 2023” the general problem was posed: What is the comparative analysis that occurs between conventional retaining walls and anchored walls? for the construction of volcano sedimentation chambers 2023? The general objective was also given: Determine the comparative analysis that occurs between conventional retaining walls and anchored walls for the construction of volcano 2023 sedimentation chambers. The general hypothesis: There is a significant relationship in the comparison between conventional retaining walls. and the anchored walls for the construction of volcano 2023 sedimentation chambers. We will use a scientific approach methodology, due to the type of orientation that would be basic, with a descriptive level, it is given with a non-experimental design. My research was carried out in the town of Andaychagua, Yauli, Oroya – Junín; As a result, rock retention structures reinforced with anchors are more expensive, but last longer, optimal in traditional applications where concrete retaining walls were used. Being able to carry out an analysis on retaining walls using anchors, in order to stabilize the sedimentation chambers, will affect the dimensions of the chambers and the type of soil, adequate modeling must be given, also with the introduction of anchors there is a improvement of the geomechanical behavior of the rock, giving an increase in its overall resistance (rock + reinforcement) and a reduction in soil compression. In conclusion, the containment of walls, with the use of anchors to stabilize the chamber, has an increase of 42%, compared to conventional method walls. As a recommendation when drilling anchors, a correct profiling of the rock where the anchors will be placed must be carried out in order to comply with the correct distribution of the anchors and the formwork.

KEYWORDS: Anchored walls, conventional walls, stabilization.

INTRODUCCION

En la introducción de mi estudio titulado "Evaluación de Diseños de Muros de Contención y Anclaje en el Contexto de Sedimentación Volcánica para la Industria Minera, 2023", analizo la incidencia de las operaciones mineras en la necesidad de sistemas de sedimentación eficientes. Este trabajo se centra en el análisis de los costos, tiempos y diseños de dos tipos principales de sistemas de sedimentación. Mi objetivo principal es identificar diseños que mejoren la eficiencia y reduzcan los costos de construcción de estas estructuras, enfrentando los desafíos específicos que suponen los fluidos de aguas termales en la extracción de minerales. Mediante un enfoque descriptivo y un diseño de investigación no experimental, busco determinar la opción más eficiente y económica para la edificación de estas infraestructuras críticas.

He organizado mi tesis en cinco capítulos clave, empezando por la introducción del problema, los objetivos y la justificación de mi investigación. A continuación, profundizo en los antecedentes y el marco teórico que fundamenta mi estudio, además de formular las hipótesis correspondientes. En el tercer capítulo, expongo el método de investigación, abarcando el diseño y las variables estudiadas. El cuarto capítulo está dedicado a la presentación y análisis de los resultados obtenidos. Finalizo mi investigación con la verificación de las hipótesis planteadas, presentando las conclusiones y recomendaciones relevantes.

Mi estudio se inspira en investigaciones anteriores, integrando conocimientos y descubrimientos relacionados con la ingeniería civil y la gestión de recursos en el sector minero, subrayando la importancia de adoptar soluciones innovadoras ante los desafíos ambientales y operacionales actuales. De esta manera, contribuyo al acervo académico existente con nuevas perspectivas y enfoques aplicables en el ámbito de la ingeniería civil, especialmente valorados en la Universidad Peruana Los Andes, donde se enfatiza la necesidad de adaptar y mejorar constantemente las prácticas de construcción y diseño en proyectos de minería.

CAPÍTULO I

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad de la problemática:

En la investigación titulada "Diseño de muros de contención y anclaje convencionales para la construcción de cámaras de sedimentación volcán 2023", se aborda una problemática creciente en el sector minero, vinculada a la necesidad de desarrollar cámaras de sedimentación conforme avanza la profundización de la extracción mineral.

Esta situación plantea retos significativos para la planificación y ejecución de dichas estructuras, particularmente en lo que respecta a la estimación de costos y tiempos de construcción, debido a la escasez de datos sobre el comportamiento de los muros ante diversas cargas en entornos mineros (Barrera Hernández, 2021)

En el campo de la ingeniería civil, particularmente en la Universidad Peruana Los Andes, se destaca la adopción de metodologías de diseño que priorizan la capacidad de carga de las estructuras de contención. Esta tendencia innovadora se presenta como una respuesta efectiva para aumentar la eficiencia y seguridad de estas estructuras, reduciendo al mismo tiempo el riesgo de colapsos y costos no previstos (Sarzo Garay, 2021).

Este enfoque hacia un diseño orientado a la capacidad de carga marca un progreso notable frente a desafíos contemporáneos como la limitación de espacio, las condiciones desfavorables del terreno, la escasez de recursos materiales y las estrictas regulaciones ambientales (Sarzo Garay, 2021).

Estas problemáticas se intensifican en situaciones donde el suelo muestra restricciones en su capacidad de soporte y una alta compresibilidad (Sarzo Garay, 2021).

Además, las directrices del Ministerio del Ambiente demandan que las operaciones mineras implementen estrategias eficaces para el control de la erosión y el manejo de sedimentos, buscando mitigar los efectos adversos sobre los ecosistemas acuáticos y los individuos en áreas aledañas a las actividades mineras (Sarzo Garay, 2021).

En este contexto, la Universidad Peruana Los Andes promueve la investigación y aplicación de tecnologías de punta en la estabilización de suelos, especialmente a través del uso de muros de contención anclados, como una medida estratégica frente a los desafíos de excavaciones profundas (Sarzo Garay, 2021).

Este enfoque no solo evidencia un compromiso con la innovación en la ingeniería civil, sino también una adaptación a las demandas específicas del sector, favoreciendo soluciones sostenibles y eficientes (Sarzo Garay, 2021).

La combinación de estas metodologías y estrategias coloca a la ingeniería civil, y en particular a la Universidad Peruana Los Andes, a la vanguardia en la implementación de soluciones técnicas avanzadas (Sarzo Garay, 2021).

Este avance subraya la relevancia de un diseño informado y la práctica de la ingeniería comprometida no solo con superar los retos técnicos y ambientales, sino también con la sostenibilidad y la responsabilidad social en el ejercicio profesional (Sarzo Garay, 2021).

Adicionalmente, Tobar (2024) señala que estos muros de contención están especialmente diseñados para soportar altas presiones horizontales, incluyendo el empuje del agua y cargas adicionales, mediante el uso de sistemas de anclaje diseñados para resistir dichas fuerzas, demostrando la eficacia y la ingeniería detrás de su construcción.

La adaptabilidad de estos muros a diversos tipos de terreno, su eficiencia en términos de espacio y tiempo de construcción, así como su coste relativamente bajo, los convierten en una opción preferente para proyectos que

requieren rápida ejecución y mínima alteración del entorno (Revista Costos, 2020).

Adicionalmente, el enfoque de "Diseño por Capacidad" se implementa con el propósito de asegurar que las estructuras sean capaces de soportar las cargas generadas por eventos sísmicos, enfatizando la ductilidad y la tolerancia a desplazamientos, como una estrategia complementaria a los métodos convencionales basados en resistencia conforme a la normativa peruana E.060 (Tobar, 2024).

En este marco, la construcción de cámaras de sedimentación emerge como una necesidad imperativa para mitigar los impactos ambientales derivados de la actividad minera, garantizando que dichas estructuras posean la resistencia y el comportamiento dinámico adecuados para una gestión eficiente de los sedimentos (Tobar, 2024).

Este enfoque no solo refleja un compromiso con la preservación del medio ambiente, sino que también resalta la importancia de integrar soluciones de ingeniería civil que sean sostenibles y resilientes frente a las exigencias naturales y las necesidades de desarrollo (Tobar, 2024).

Dentro del marco de la ingeniería civil y con el objetivo de avanzar en la construcción sostenible y eficiente, este estudio propone la evaluación de muros de contención anclados como una estrategia innovadora para distribuir efectivamente las cargas tanto en la superficie como en el subsuelo (Sarzo Garay, 2021).

La indagación se centra en dos cuestiones fundamentales: la exploración del diseño de muros de contención tradicionales frente a los muros anclados, y su aplicación específica en la construcción de cámaras de sedimentación para el proyecto volcán en el año 2023 (Sarzo Garay, 2021).

Este enfoque pretende no solo optimizar la estabilidad y seguridad de las estructuras implicadas sino también contribuir al desarrollo de prácticas de

construcción más resilientes y adaptativas ante los desafíos geotécnicos (Sarzo Garay, 2021).

Por lo tanto una pregunta en el siguiente investigación es de : ¿Cómo es el diseño de muros de contención convencional y los muros anclados para la construcción de cámaras de sedimentación volcán 2023?

1.2 Delimitación del problema:

1.2.1 Espacial:

En el contexto de este análisis dentro del campo de la Ingeniería Civil, la investigación se desarrolló en la localidad específica de Andaychagua, ubicada en Yauli, La Oroya. El estudio se centró en la unidad minera Andaychagua, en el nivel 1300 - VOLCAN ANDAYCHAGUA.

Este sitio fue elegido como el área de estudio para la recolección y análisis exhaustivo de los datos relevantes al proyecto.

1.2.2 Temporal:

En cuanto a la delimitación temporal, el período de estudio se extendió desde agosto de 2022 hasta diciembre de 2023, abarcando un total de 16 meses dedicados a la investigación.

1.2.3 Conceptual:

Respecto a la delimitación conceptual, el estudio se centró exclusivamente en el análisis de una variable principal: los muros de contención. Esta elección temática permitió una exploración profunda y detallada de las técnicas de contención utilizadas en entornos de ingeniería civil, especialmente en contextos mineros.

1.3 Formulación del problema:

1.3.1 Problema general:

- ¿Cuál es la relación que se da entre el diseño de muros de contención convencional y los muros anclados para la construcción de cámaras de sedimentación volcán 2023?

1.3.2 Problemas específicos:

En términos de presupuesto, ¿cómo se compara la implementación de muros anclados con los muros de contención convencionales en el marco del proyecto "Volcán 2023"?

Respecto a los tiempos de ejecución, ¿existe alguna diferencia significativa entre la construcción de un muro convencional y un muro anclado para este mismo proyecto?

Desde una perspectiva de diseño, ¿qué diferencias o similitudes se pueden identificar entre los muros de contención convencionales y los muros anclados utilizados en la construcción de cámaras de sedimentación para "Volcán 2023"?

1.4 Justificación:

1.4.1 Social:

La justificación de este estudio abarca diversas dimensiones, esencial para comprender su relevancia en el ámbito social, teórico y metodológico dentro de la Ingeniería Civil y específicamente en proyectos mineros como el desarrollado en Andaychagua.

La necesidad de implementar cámaras de sedimentación para el manejo adecuado de aguas termales en la unidad minera de Andaychagua es crítica. Estas aguas, cargadas de minerales, deben ser tratadas y evacuadas correctamente para prevenir inundaciones en las áreas de trabajo, mitigando así

el riesgo para el personal. Además, el tratamiento y reutilización del agua en la agricultura demuestra un compromiso con la sostenibilidad ambiental y la no contaminación del medio ambiente.

1.4.2 Teórica:

Este estudio propone una evaluación exhaustiva del presupuesto, el tiempo y el diseño de las cámaras de sedimentación. A través del análisis estadístico de datos recolectados en campo, se busca generar conocimientos aplicables a futuros proyectos mineros, mejorando así la planificación y la estimación de costos y tiempos de construcción. Se explora la aplicación de nuevas tecnologías y modelos constructivos, en línea con la normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones, como la norma E.060 sobre concreto armado, proponiendo alternativas que optimicen recursos sin comprometer la seguridad.

1.4.3 Metodológica:

La metodología empleada en esta investigación permitirá una evaluación detallada de los procesos constructivos de las cámaras de sedimentación, comparando métodos convencionales con aquellos que utilizan anclajes en muros.

La observación directa de estas estructuras proporcionará datos valiosos que podrán ser utilizados como referencias para la construcción de futuras cámaras de sedimentación en el sector minero.

1.5 Objetivos:

1.5.1 Objetivo general:

- Determinar la relación que existe entre el diseño de muros de contención convencional y los muros anclados para la construcción de cámaras de sedimentación volcán 2023.

1.5.2 Objetivos específicos:

- Determinar la relación que existe entre los presupuestos, de muros anclados y muros de contención convencional en la construcción de cámaras de sedimentación volcán 2023
- Determinar la relación que existe en el tiempo de construcción del muro de contención convencional y el muro anclado en la construcción de cámaras de sedimentación, Volcán 2023
- Determinar qué relación existe en realizar el diseño del muro de contención convencional y el muro anclado en la construcción de cámaras de sedimentación, Volcán 2023

CAPÍTULO II

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Nacionales:

Izarra (2019) llevó a cabo un estudio focalizado en la implementación de muros anclados en suelos arenosos para facilitar la construcción del Centro Comercial La Molina.

Esta investigación, de carácter aplicado, reveló una reducción del 11% en los costos comparados con los muros de contrafuertes, destacando la eficacia de los muros anclados no solo en términos de estabilidad sino también en la economía del proyecto (Izarra, 2019).

Se enfatizó en la alteración de las distribuciones de presión, lo que resultó en análisis más ajustados a la realidad gracias a un diseño optimizado que incrementa la tensión en los anclajes (Izarra, 2019).

Por otro lado, Flores (2019) exploró el proceso constructivo de muros anclados en un edificio de oficinas con múltiples sótanos en Santiago de Surco, resaltando cómo este método constructivo se traduce en edificaciones más robustas.

Los hallazgos de Flores sugieren que el uso de sistemas mixtos puede proporcionar evidencias claras de las ventajas de los muros anclados, especialmente cuando se realizan por secciones alternadas, ofreciendo ventajas significativas en términos de seguridad y eficiencia durante las etapas constructivas (Flores Jaramillo, 2019).

Estas investigaciones subrayan la relevancia de los muros anclados como soluciones constructivas avanzadas en la Ingeniería Civil, demostrando su valor en la reducción de costos, la mejora en la estabilidad estructural y la adaptabilidad a las condiciones geotécnicas complejas. La acumulación de este conocimiento es fundamental para la evolución de las prácticas constructivas

en Perú y ofrece una base sólida para la planificación de futuros proyectos que requieran enfoques similares (Flores Jaramillo, 2019).

Camones (2017) llevó a cabo un estudio detallado sobre cómo la implementación de muros anclados contribuye a la mejora de los procesos constructivos en excavaciones profundas, utilizando un enfoque metodológico aplicado y deductivo.

El estudio, centrado en el edificio Santo Toribio en San Isidro, demostró que los avances en el diseño de mezclas de concreto permiten optimizar los procedimientos constructivos, resultando en una mejora significativa en la eficiencia de las excavaciones profundas (Camones Salvador, 2017).

Por otro lado, Ugaz (2018) realizó un análisis comparativo entre sistemas de muros anclados y empotrados para consolidar excavaciones en suelos gravosos y rellenos.

Este trabajo destacó que, debido a la prevalencia de construcciones de edificios multifamiliares en Lima que requieren excavaciones profundas, los muros anclados se han convertido en la técnica de consolidación preferida (Ugaz Sánchez, 2018).

Ugaz concluyó que el diseño geotécnico para estos sistemas se beneficia enormemente de un enfoque bidimensional o por metro lineal de terreno, facilitando una implementación más eficaz y segura (Ugaz Sánchez, 2018).

Estas investigaciones subrayan la importancia de seleccionar métodos de construcción adecuados para enfrentar los desafíos geotécnicos específicos de cada proyecto (Ugaz Sánchez, 2018).

La elección entre muros anclados y empotrados debe considerar factores como el tipo de suelo, la profundidad de la excavación y los requisitos estructurales del edificio (Ugaz Sánchez, 2018).

La aplicación de técnicas avanzadas de diseño y construcción, como se evidencia en estos estudios, contribuye significativamente a la seguridad, estabilidad y eficiencia en proyectos de ingeniería civil (Ugaz Sánchez , 2018).

Villegas (2024) se enfocó en la optimización del proceso constructivo de muros anclados, destacando la importancia de mejorar los diseños de mezclas para eficientizar los procedimientos constructivos.

Este estudio buscó servir de referencia para futuras obras que empleen técnicas de encofrado y desencofrado de muros anclados, promoviendo la mejora continua en la construcción (Villegas Bryam, 2024).

2.1.2 Antecedentes Internacionales:

López (2024) llevó a cabo un estudio sobre la aplicación del hormigón lanzado en la consolidación de taludes en terrenos compuestos por suelos limosos.

Este enfoque ha demostrado ser más eficaz que los métodos convencionales bajo ciertas condiciones geológicas, posicionando al hormigón lanzado como una técnica destacada para la estabilización de taludes, particularmente en zonas de inclinaciones acentuadas.

Por otro lado, Huertas (2024) contribuyó significativamente al entendimiento de las metodologías constructivas aplicadas en la creación de túneles viales en Colombia.

Este análisis enfatizó la importancia de la topografía, estratigrafía y petrografía en la fase de planificación de las excavaciones tunelares. Este estudio subraya la complejidad inherente a la construcción de túneles y la importancia crítica de un análisis exhaustivo de las características geológicas del entorno,

Según Huertas Pineda (2024) estos hallazgos subrayan la relevancia de adaptar las prácticas y técnicas de ingeniería civil a las especificidades del contexto geológico y topográfico para garantizar la eficacia y seguridad de los proyectos de construcción.

Caro (2024) se centró en el análisis de la construcción de cámaras utilizando estructuras de contención flexibles para estaciones de metro.

Este estudio propuso un nuevo método de diseño para estructuras flexibles que se adaptan mejor a suelos granulados, ofreciendo soluciones innovadoras para la construcción subterránea (Caro Perdigón, 2024).

Estas investigaciones subrayan la diversidad y la complejidad de los desafíos en la ingeniería civil, demostrando la importancia de la innovación, la adaptación a las condiciones geológicas específicas y la optimización de los procesos constructivos para el desarrollo de infraestructuras seguras y eficientes (Caro Perdigón, 2024).

En el contexto académico de la Universidad Peruana Los Andes, dentro del campo de la Ingeniería Civil, las investigaciones enfocadas en el diseño geométrico de vías y la consolidación de taludes mediante el uso de muros anclados han demostrado ser de gran relevancia (Llamuca Benalcázar & Morales Villagrán, 2024).

Por ejemplo, la tesis de pregrado desarrollada por Morales (2016) titulada "Diseño geométrico de la vía, consolidando los taludes con muros anclados localizada en el sector San José", abordó la necesidad de rediseñar una vía existente que no cumplía con las normativas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP) (Llamuca Benalcázar & Morales Villagrán, 2024).

Este estudio resultó en un diseño de pavimento flexible basado en un análisis de suelos que identificó un suelo limo arenoso con un Índice de Soporte de California (CBR) del 9% (Llamuca Benalcázar & Morales Villagrán, 2024).

Por otro lado, Lacera (2024) en su investigación de posgrado "Modelamiento de muros anclados para la consolidación de excavaciones en la construcción del proyecto Iswará", expuso cómo los muros anclados

representan una alternativa técnica y económicamente ventajosa frente a los métodos convencionales de consolidación de taludes.

Este estudio, centrado en la construcción de un edificio comercial de 10 pisos con tres sótanos subterráneos en Barrancabermeja, destacó la eficacia de los muros anclados en suelos granulares y ofreció recomendaciones para su implementación en proyectos similares, evidenciando su aplicabilidad no solo en la consolidación de taludes sino también en la construcción de vías y puentes (Lacera, 2024).

Ambas investigaciones contribuyen significativamente al cuerpo de conocimiento en Ingeniería Civil, demostrando la importancia de la adaptabilidad y la innovación en el diseño y consolidación de infraestructuras críticas (Lacera, 2024).

La complementariedad de estos estudios subraya la evolución de las prácticas de construcción y el potencial de las técnicas modernas para mejorar la seguridad, eficiencia y sostenibilidad de proyectos de infraestructura en contextos geológicos y geotécnicos desafiantes (Lacera, 2024).

La Universidad Peruana Los Andes, a través de estos trabajos, refleja su compromiso con la formación de ingenieros civiles capacitados para enfrentar los retos contemporáneos del sector con soluciones innovadoras y eficientes (Lacera, 2024).

2.2 Bases teóricas o científicas:

2.2.1 Muros anclados:

En el ámbito de la ingeniería civil, y especialmente en el contexto de los estudios realizados en la Universidad Peruana Los Andes, los muros anclados representan una solución crítica para la estabilización de taludes y excavaciones.

Según investigaciones realizadas por Carbajal y Bermúdez (2017), estas estructuras de soporte están diseñadas para ofrecer una solución temporal o permanente a los desafíos que presentan las excavaciones profundas, como las requeridas para sótanos.

Estas estructuras se componen esencialmente de muros o placas de concreto armado, los cuales, tras ser vaciados in situ, se anclan al terreno mediante sistemas de anclajes diseñados para prevenir el colapso del talud resultante de la excavación (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

El diseño de los muros anclados implica un enfoque que varía según la necesidad de ser temporales durante las etapas iniciales de excavación, donde el muro aún no alcanza su máxima capacidad de resistencia, hasta alcanzar una fase donde actúan como una barrera permanente contra el empuje lateral del terreno (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

Durante la construcción de sótanos, por ejemplo, se adopta un método progresivo en el que los muros se construyen en segmentos, desde la parte superior hacia abajo, a medida que avanza la excavación, utilizando un patrón de construcción que puede ser lineal o intercalado, dependiendo de las condiciones específicas del proyecto y del diseño estructural (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

Además, el sistema de anclaje empleado en los muros anclados es crucial para la estabilidad a largo plazo de estas estructuras (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

Estos sistemas pueden ser diseñados para ser tanto temporales como permanentes, dependiendo de la duración y las necesidades específicas del proyecto (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

Los anclajes, que son esenciales para contrarrestar las fuerzas laterales y evitar el fallo de los taludes durante y después de la excavación, deben seleccionarse y diseñarse cuidadosamente para resistir la corrosión y mantener

su capacidad de carga a lo largo del tiempo (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

Esto incluye la protección adecuada contra la corrosión y la verificación periódica de su capacidad de carga, para asegurar la durabilidad y seguridad de la estructura (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

Este análisis detallado de los muros anclados subraya su importancia en el campo de la ingeniería civil, proporcionando una base sólida para el diseño y la implementación de estructuras de soporte que son fundamentales para la construcción segura y eficiente de infraestructura subterránea (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

La investigación de Carbajal y Bermúdez (2017) refuerza la necesidad de un enfoque meticuloso en el diseño y la aplicación de estas estructuras, destacando su papel esencial en la estabilización de taludes y la prevención de fallos estructurales.

En el ámbito de la ingeniería civil, y particularmente en los estudios desarrollados en la Universidad Peruana Los Andes, se reconoce la importancia crítica de los sistemas de anclaje en la construcción y estabilización de estructuras subterráneas, como los sótanos.

Carbajal Galarza y Bermúdez Palomino (2017) destacan que estos sistemas desempeñan un papel esencial al anclar muros de sótano al suelo para contrarrestar las fuerzas ejercidas por el suelo, el agua y las cargas adicionales, previniendo así posibles fallos estructurales.

La elección entre anclajes temporales y permanentes se basa en las especificaciones del proyecto, siendo los permanentes aquellos con una vida útil superior a los dos años (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

En estos, la protección contra la corrosión se convierte en un elemento crucial del diseño, aplicándose tanto al área de bulbo y la longitud libre del anclaje como a su cabeza (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

Además, para ciertos proyectos que lo requieran, se contempla la implementación de sistemas de re-tensado de anclajes y la verificación periódica de la carga de servicio, asegurando así su funcionalidad y seguridad a largo plazo (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

Por otro lado, los anclajes temporales, que generalmente tienen una vida útil menor a dos años, se caracterizan por tener requerimientos menos estrictos en términos de factores de seguridad y protección contra la corrosión (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

Estos anclajes se utilizan durante las fases iniciales de la construcción, hasta que las estructuras principales de soporte, incluidos los muros y las losas de los sótanos, estén operativas (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

Los sistemas de anclaje emplean distintos tipos de elementos, como barras Dywidag, cables metálicos y barras gewi, siendo los cables metálicos una opción frecuente para muros anclados en sótanos (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

Durante la instalación, estos cables se rodean con un tubo metálico que se inserta en el terreno durante la perforación, asegurando que el tubo mantenga contacto con la superficie del terreno (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

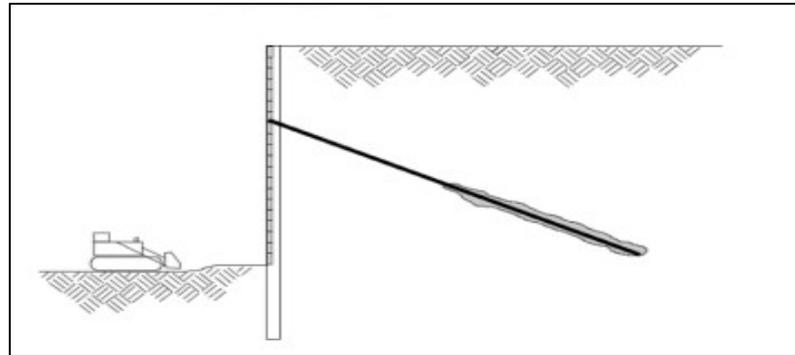
Posteriormente, se inyecta mortero en la parte inferior de la perforación para formar un bulbo que sirve como punto de anclaje eficaz, facilitando así una tracción adecuada del cable (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

Este análisis detallado subraya la relevancia de los sistemas de anclaje en la ingeniería civil, especialmente en la construcción de infraestructura subterránea, y resalta la necesidad de un diseño cuidadoso que considere tanto

la durabilidad como la funcionalidad de estos sistemas (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

Figura 1 :

Esquema de Muro Anclado



Fuente: (Sabatini , 2024).

En el ámbito de la Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Los Andes, la comprensión de la estructura y función de los muros anclados es crucial para la implementación exitosa de estos en proyectos constructivos.

Según Carbajal y Bermúdez (2017) la "libre longitud" se refiere a la sección del anclaje situada entre el bulbo de anclaje y la cabeza o placa del anclaje.

Esta área alberga la vaina que asegura los cables o tirantes metálicos, conocidos como tendones, proporcionándoles una cobertura de grout para protección (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

El bulbo del anclaje es la parte que se inserta directamente en el suelo, asegurando el tendón en su lugar, mientras que la cabeza del anclaje conecta el muro con el tendón, a través de una placa de soporte y una cuña que mantiene el tendón en tensión (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

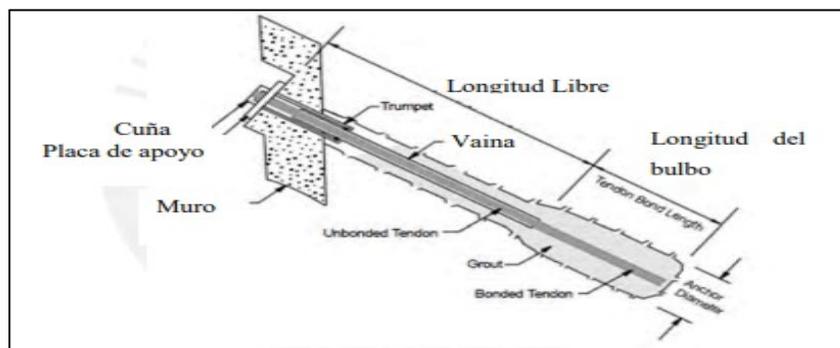
Para el diseño y construcción efectivos de un muro anclado, es esencial evaluar el sitio de excavación y considerar factores como el empuje del terreno y las cargas adicionales de construcciones cercanas, así como las variaciones de humedad y las sobrecargas dinámicas causadas por sismos y vibraciones (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

Esta evaluación permite determinar la viabilidad técnica y económica de la construcción del muro anclado, así como seleccionar el sistema de anclaje más adecuado para el proyecto (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

Este enfoque detallado y metódico resalta la importancia de un análisis exhaustivo y una planificación cuidadosa en la ingeniería de muros anclados, asegurando que estas estructuras críticas sean tanto técnicamente viables como económicamente eficientes (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

Figura 2 :

Componentes de anclaje



Fuente: (Sabatini , 2024) .

2.2.2 Aplicaciones de los muros anclados:

En el contexto de la Ingeniería Civil, especialmente en la Universidad Peruana Los Andes, la implementación de muros anclados ha ganado terreno

como una solución eficaz para enfrentar desafíos estructurales y geotécnicos (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

Según Carbajal y Bermúdez (2017), los muros anclados se destacan por su capacidad para resistir presiones horizontales significativas, manejar grandes alturas de sobrecarga y terreno sin requerir incremento en el espesor.

Esta técnica no solo se caracteriza por su rapidez y eficiencia durante la construcción sino también por ser económicamente ventajosa en comparación con otros métodos de estabilización del suelo, lo que ha contribuido a su creciente popularidad (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

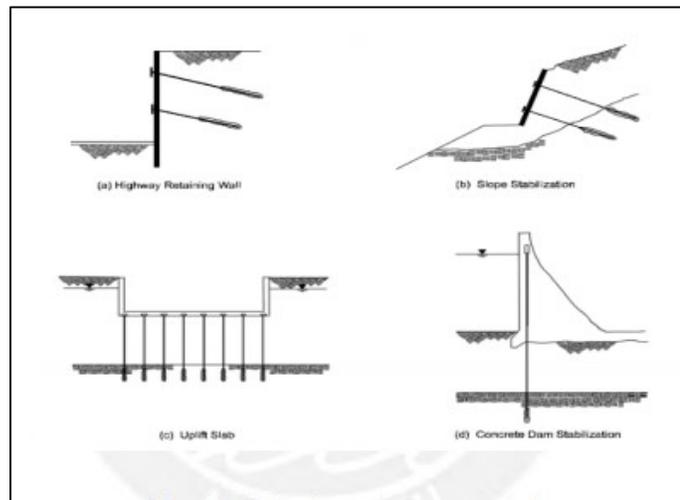
Los muros anclados encuentran aplicación en una variedad de contextos, incluyendo la estabilización de cortes de taludes en caminos, taludes naturales, compensación de subpresiones en estructuras subterráneas como tanques y piscinas, y en la estabilización de presas de concreto, entre otros (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

Especialmente en Lima, se recomienda su uso para la estabilización de taludes de sótanos, donde se prefieren a las calzaduras debido a la menor complejidad constructiva y la capacidad de excavar a mayores profundidades sin afectar estructuras vecinas, simplificando el proceso de inserción de cables para el anclaje (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

Esta versatilidad y eficiencia hacen de los muros anclados una opción preferente en proyectos de ingeniería civil que requieren soluciones robustas y confiables para la estabilización de suelos y estructuras (Carbajal Galarza & Bermudez Palomino, 2017).

Figura 3 :

Aplicación



Fuente: (Sabatini , 2024) .

2.2.3 Metodología del proceso constructivo:

La estrategia de construcción de muros anclados implica un proceso secuencial que abarca diversas etapas coordinadas para garantizar la eficiencia y seguridad de la ejecución (Geofundaciones, 2024) .

De acuerdo con Geofundaciones (2024) . este proceso se divide en varias fases, siendo la primera el movimiento de tierras o excavación.

Esta etapa inicial implica la preparación del terreno mediante la excavación previa, que debe realizarse antes de proceder con la perforación e instalación de los anclajes (Geofundaciones, 2024).

Es crucial que esta excavación se realice de manera cuidadosa y precisa, asegurando que todos los niveles se excaven hasta una profundidad de 1.5 metros por debajo del nivel inferior del anclaje (Geofundaciones, 2024).

Esto proporciona una base sólida para el equipo de perforación y garantiza un entorno seguro para llevar a cabo las siguientes actividades (Geofundaciones, 2024).

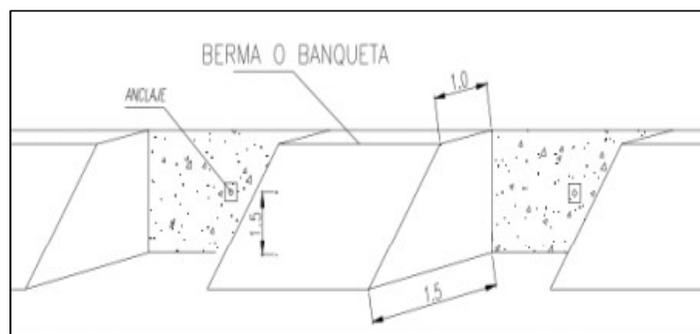
Durante la excavación, se forman módulos o paños de tierra en el exterior del área a ser anclada, alternando entre la excavación de cada módulo para mantener el equilibrio del talud (Geofundaciones, 2024).

Además, se deja una banqueta de 1.0 metro en la parte superior y 1.5 metros en la base, respectivamente, para asegurar la estabilidad y facilitar el acceso al sitio de trabajo, como se ilustra en la figura 4 (Geofundaciones, 2024).

Este enfoque metodológico garantiza que la preparación del terreno se realice de manera sistemática y segura, sentando las bases para las siguientes fases del proceso constructivo de los muros anclados (Geofundaciones, 2024).

Figura 4 :

Proceso



Fuente: (Geofundaciones, 2024) .

a) Perforación de inyección de los anclajes

Este proceso, fundamental para la instalación eficaz de muros anclados, generalmente se lleva a cabo por encima del nivel de las banquetas, facilitando así la secuencia de operaciones necesarias para abrir los paneles de trabajo (Geofundaciones, 2024) .

Esta metodología permite organizar un flujo de trabajo continuo, optimizando la funcionalidad de los muros anclados y mejorando su rendimiento (Geofundaciones, 2024) .

La implementación de esta técnica no solo contribuye a la estabilidad estructural del proyecto sino que también mejora la eficiencia en la construcción de infraestructuras subterráneas, como se documenta en la investigación (Geofundaciones, 2024) .

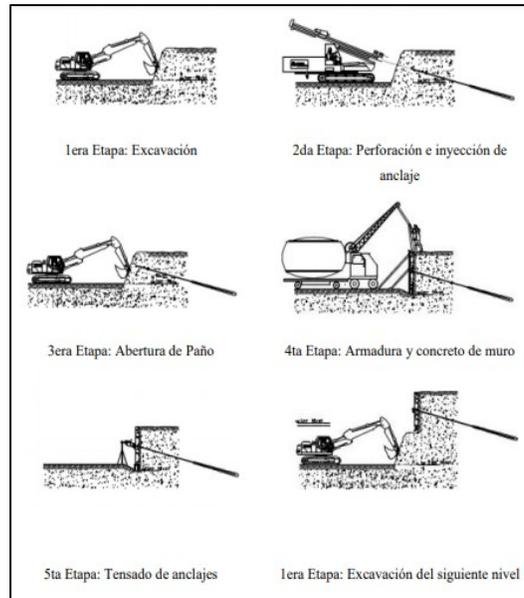
La correcta ejecución de la perforación para anclajes es crucial para asegurar la integridad y la seguridad de los muros anclados, representando una estrategia clave en la mejora de la utilidad de estas estructuras de soporte (Geofundaciones, 2024) .

Esta práctica, al ser aplicada de manera sistemática y con base en un entendimiento profundo de las dinámicas del suelo y las necesidades estructurales, refleja el compromiso de la ingeniería civil con la adopción de soluciones innovadoras y eficientes (Geofundaciones, 2024) .

La inclusión de estos métodos en el currículo de la Universidad Peruana Los Andes prepara a los futuros ingenieros civiles para enfrentar los retos de la construcción moderna con conocimientos actualizados y aplicables a la realidad del campo (Geofundaciones, 2024) .

Figura 5:

Proceso constructivo



Fuente: (Geofundaciones, 2024).

b) Construcción de muros

En el contexto de la ingeniería civil, especialmente en los estudios llevados a cabo por la Universidad Peruana Los Andes, la metodología aplicada en la construcción de muros, particularmente en la formación de anillos estructurales, es de suma importancia (Geofundaciones, 2024).

Según Geofundaciones (2024) el proceso comienza con la construcción de un muro a la vez, interpolando cada uno para asegurar la correcta alineación y soporte del primer nivel del anillo.

Después de que cada muro es construido y posteriormente desencofrado, se procede a apuntalarlo para retener el material resultante de la excavación, asegurando así la estabilidad de la estructura (Geofundaciones, 2024).

Este enfoque secuencial no solo permite la construcción eficiente de los muros restantes sino que también subraya la necesidad de prestar atención a aquellos muros que han sido previamente tensionados o reforzados (Geofundaciones, 2024).

Estos pasos preliminares son cruciales para establecer una base sólida sobre la cual se pueden formar estructuras intermedias, siguiendo los principios mencionados (Geofundaciones, 2024).

Avanzando hacia la construcción del segundo nivel, se enfatiza la importancia de asegurar que toda la estructura sea adecuadamente tensionada, garantizando así su integridad y resistencia a lo largo del tiempo (Geofundaciones, 2024).

Este proceso detallado refleja la complejidad y la meticulosidad requeridas en la construcción de infraestructura civil, donde cada paso es crítico para el éxito del proyecto (Geofundaciones, 2024).

La investigación y metodología propuestas por Geofundaciones (2024) ofrecen una perspectiva valiosa sobre las prácticas óptimas en la construcción de muros, contribuyendo así al avance de la ingeniería civil y al desarrollo de proyectos más seguros y eficientes.

2.2.4 Análisis de diseño muros anclados:

Dentro del campo de la Ingeniería Civil, especialmente en la Universidad Peruana Los Andes, el estudio sobre el análisis y diseño de muros anclados ocupa un lugar preponderante (Dinda, 2024).

La investigación de Dinda (2024) destaca la existencia de diversas metodologías, incluyendo técnicas americanas como RIGIDI y NLFEM, que se alinean con los estándares establecidos por entidades como la Federal Highway Association (FHWA) y el Naval Facilities Engineering Command (NAVFAC).

Estas técnicas son aplicadas en la construcción de estructuras y fundamentos en suelos, seleccionando el método adecuado en función de las

condiciones específicas que cada país presenta, y buscando siempre cumplir con los códigos de construcción internacionales, como las normativas de la AASHTO (Dinda, 2024).

En cuanto a los modos de falla de los muros anclados, estos varían según las características propias del sistema de anclaje y las condiciones del entorno donde se instalan (Dinda, 2024).

Una de las fallas más críticas es la rotacional del elemento de retención hacia la excavación antes de la instalación del ancla (Dinda, 2024).

Este tipo de falla ocurre debido a una planificación inadecuada de la fase inicial de excavación, específicamente cuando la profundidad del corte excede lo mínimo requerido para asegurar la estabilidad del sitio (Dinda, 2024).

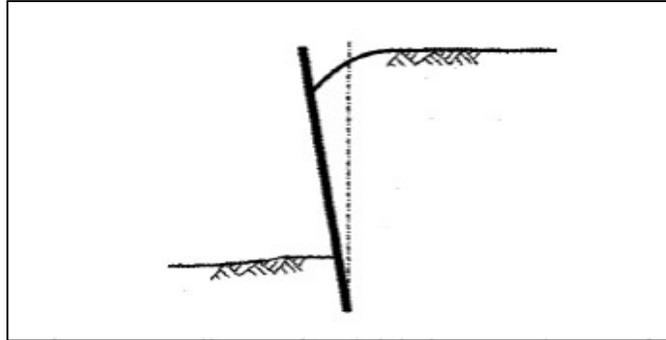
La ausencia de una fuerza de anclaje estable en los momentos críticos puede llevar a una redistribución de la presión de poro, comprometiendo la estabilidad de toda la excavación (Dinda, 2024).

Este análisis refleja la importancia de una meticulosa planificación y diseño en la construcción de muros anclados, subrayando la necesidad de adaptar las metodologías a las condiciones específicas de cada proyecto y de adherirse estrictamente a los códigos constructivos relevantes para prevenir fallos estructurales (Dinda, 2024).

La investigación de Dinda (2024) contribuye significativamente al cuerpo de conocimiento en ingeniería civil, ofreciendo insights críticos para el desarrollo de infraestructuras más seguras y eficientes.

Figura 6 :

Falla rotacional del elemento de retención:



Fuente: (Sociedad mexicana , 2024) .

▪ **Falla en la masa de suelo**

Las fallas en la masa de suelo se refieren a situaciones donde se producen deformaciones debido a fuerzas excesivas aplicadas sobre los tendones o anclas, así como aquellas generadas durante un deslizamiento interno, en contraposición a las originadas por fuerzas externas (Dinda, 2024) .

Estas fallas se pueden clasificar en dos tipos principales (Dinda, 2024) .

La primera es la falla en la masa de suelo, que se caracteriza por el levantamiento de la superficie terrestre frente al ancla debido a fuerzas excesivas (Dinda, 2024) .

Este tipo de falla ocurre generalmente a una profundidad mínima de 4 a 5 metros y se manifiesta con la movilización de la resistencia del suelo en una superficie de falla frente al ancla (Dinda, 2024) .

- **Falla por extracción del bulbo**

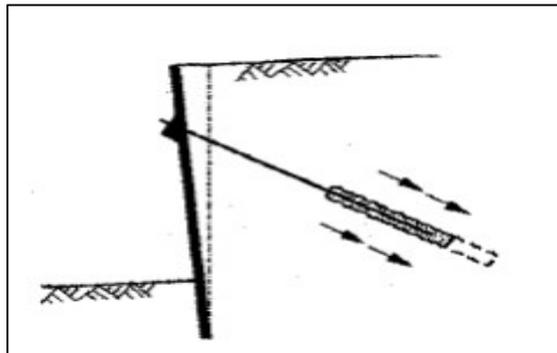
Por otro lado, la falla por extracción del bulbo se produce cuando el bulbo inyectado excede el soporte de fraccionamiento en la interfaz entre el bulbo y el suelo circundante (Dinda, 2024) .

En el caso de anclas acampanadas, esta resistencia se va movilizando gradualmente, causando esfuerzos que superan la resistencia friccionante en la interfaz suelo-mortero o suelo-lechada (Dinda, 2024) .

Estas clasificaciones son fundamentales para comprender los mecanismos de falla en los sistemas de anclaje, lo que permite diseñar estrategias efectivas para su prevención y mitigación en proyectos de ingeniería civil (Dinda, 2024) .

Figura 7 :

Falla por extracción de bulbo



Fuente: (Sociedad mexicana , 2024) .

2.2.5 Deformaciones de muros anclados

En el ámbito de la Ingeniería Civil, especialmente en la Universidad Peruana Los Andes, el estudio de las deformaciones de muros anclados es un área de interés significativo debido a su impacto en la estabilidad y seguridad de

las estructuras de contención (Muñoz Beltrán , Manual para el proceso de diseño y construcción de muros anclados de concreto lanzado, 2024) .

Muñoz (2024) proporciona un análisis detallado sobre las variaciones que estos muros pueden experimentar, destacando diversos factores que influyen en su comportamiento.

a) Desplazamiento del muro

Las deformaciones en muros anclados pueden manifestarse como desplazamientos hacia fuera de la superficie posterior al muro, iniciándose con un movimiento rotacional en la base similar al observado en muros cantiléver de retención (Muñoz Beltrán , 2024) .

Este comportamiento se ve afectado por múltiples variables, incluyendo la altura del muro, donde se observa que los desplazamientos tienden a aumentar proporcionalmente con esta; la geometría del muro, con los muros verticales mostrando diferentes patrones de deformación en comparación con aquellos inclinados; y el tipo de suelo circundante, donde los suelos más susceptibles a modificaciones presentan mayores desplazamientos (Muñoz Beltrán , 2024) .

Adicionalmente, el espaciamiento y profundidad de los anclajes son cruciales, con mayores espaciamientos y profundidades resultando en una mayor alteración del muro (Muñoz Beltrán , 2024) .

Asimismo, el factor de seguridad global y la longitud del anclaje influyen en el grado de las deformaciones experimentadas (Muñoz Beltrán , 2024) .

Los muros sujetos a sobrecargas significativas también muestran un incremento en sus deformaciones (Muñoz Beltrán , 2024) .

Para muros anclados, una relación L/H (longitud del anclaje a la altura del muro) entre 0.7 y 1.0 es generalmente no recomendada debido a las sobrecargas, con valores típicos de seguridad global alrededor de 1.5 (Muñoz

Beltrán , Manual para el proceso de diseño y construcción de muros anclados de concreto lanzado, 2024) .

La movilización de deformaciones, tanto horizontales como verticales, sobre un período prolongado, se puede predecir utilizando fórmulas específicas que consideran estas variables (Muñoz Beltrán , 2024) .

Este análisis subraya la complejidad del diseño y la implementación de muros anclados en proyectos de ingeniería civil, enfatizando la necesidad de una comprensión profunda de los factores que afectan su estabilidad para asegurar la integridad estructural y la seguridad a largo plazo de las construcciones (Muñoz Beltrán , 2024) .

En el campo de la ingeniería civil, y en particular en la Universidad Peruana Los Andes, se considera que para muros anclados con una proporción de L/H (longitud a altura) entre 0.7 y 1.0, es preferible evitar las sobrecargas debido a que pueden resultar perjudiciales (Bruel y Kjaer, 2024).

Los estándares típicos para la seguridad global de estas estructuras se establecen en un factor de 1.5, reflejando la necesidad de asegurar una estabilidad adecuada.

Además, se presta especial atención a la movilización de deformaciones tanto horizontales (δ_h) como verticales (δ_v) en la parte superior del muro a lo largo del tiempo, cuya determinación se basa en la fórmula presentada, indicando cómo estas deformaciones pueden ser calculadas y anticipadas en el diseño (Bruel y Kjaer, 2024).

Este enfoque metodológico subraya la importancia de una planificación cuidadosa y de la consideración de factores críticos de seguridad y estabilidad en la construcción de muros anclados (Bruel y Kjaer, 2024).

$$\delta_h = \left(\frac{\delta_h}{H}\right)_i * H \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

- $\left(\frac{\delta_h}{H}\right)_i$ = La relación depende de las limitaciones del suelo “i” en la cual son adecuadas en la siguiente tabla.
- H= Altura del muro

Tabla 1:

Valores de $\left(\frac{\delta_h}{H}\right)_i$

Variable	Suelos rígidos y rocas	Suelos arenosos	Suelos de grano fino
$\left(\frac{\delta_h}{H}\right)$ y $\left(\frac{\delta_v}{H}\right)$	1/1000	1/500	1/333
C	1.25	0.8	0.7

Fuente: (Bruel y Kjaer, 2024).

Dentro de la disciplina de la ingeniería civil, especialmente en el ámbito académico y de investigación de la Universidad Peruana Los Andes, el análisis de las deflexiones horizontales en muros anclados constituye un campo de estudio fundamental (Caro Perdigón, 2024).

Caro (2024). señala que deflexiones horizontales que exceden el 0.005 de la altura total del muro (H) pueden indicar un rendimiento fuera de los límites aceptables, sugiriendo la necesidad de una revisión exhaustiva del diseño y estructura del muro.

Este hallazgo resalta la importancia de ajustar el diseño de los muros anclados para minimizar las deformaciones excesivas, lo que se puede lograr a través de la implementación de medidas como la construcción de muros de contención más robustos y la colocación de anclajes más largos en ubicaciones clave para aumentar el factor de seguridad (Caro Perdigón, 2024).

Adicionalmente, Caro (2024) observa que los desplazamientos en muros anclados pueden continuar desarrollándose hasta seis meses después de finalizada su

construcción, siendo las propiedades del suelo un factor determinante en este fenómeno.

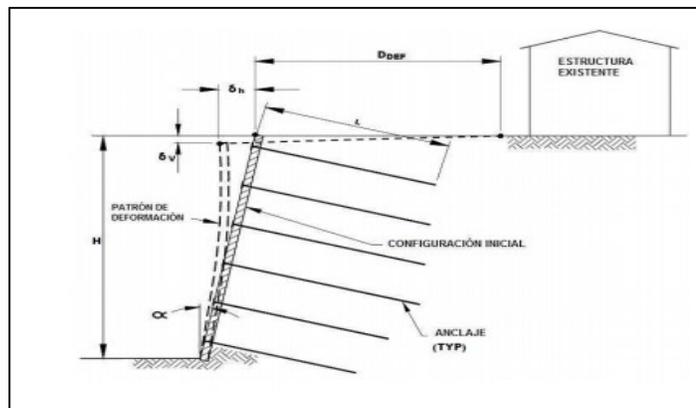
Se ha identificado que los suelos finos de alta plasticidad, con un Índice de Plasticidad mayor a 20 y un contenido de agua significativo, donde el Índice Líquido supera el 0.2, tienden a ser más propensos a sufrir alteraciones a lo largo del tiempo, incrementando en hasta un 15% las deformaciones iniciales observadas durante la fase de construcción (Caro Perdigón, 2024).

Este análisis evidencia la complejidad y los desafíos asociados al diseño y la ejecución de muros anclados, enfatizando la importancia de tener en cuenta las características específicas del suelo y las condiciones estructurales para garantizar la estabilidad y eficacia de estas estructuras de soporte críticas (Caro Perdigón, 2024).

La investigación de Muñoz (2024) aporta insights valiosos para la comunidad académica y profesional de ingeniería civil, promoviendo un enfoque más informado y cauteloso en el manejo de las deflexiones horizontales y las alteraciones en muros anclados.

Figura 8 :

Deformación de muro anclado



Fuente: (Deep Excavations Design, 2024)

En el contexto de la ingeniería civil, específicamente en la Universidad Peruana Los Andes, se ha estudiado el impacto de los sismos en las deformaciones permanentes de muros anclados (Carrasco Díaz , 2024).

Un experimento relevante demostró que las alteraciones estructurales tienden a ser limitadas cuando se aplica el coeficiente sísmico estándar, es decir, en el rango de $0.5 \leq kh/ Am \leq 0.67$, en el diseño de sistemas flexibles de muros anclados (Carrasco Díaz , 2024).

Sin embargo, esta estabilidad se mantiene solo si la resistencia del suelo adyacente al muro disminuye significativamente debido a la acción de eventos sísmicos.

Las deformaciones permanentes observadas en los muros anclados tras un sismo se atribuyen a la dinámica de movimiento de masas de tierra potencialmente deslizantes, analizadas de manera similar al desplazamiento de un bloque rígido sobre una pendiente bajo una carga cíclica (Carrasco Díaz , 2024).

Este enfoque subraya la importancia de considerar la interacción entre la resistencia del suelo y la acción sísmica en el diseño de muros anclados para minimizar las deformaciones permanentes y garantizar la seguridad y estabilidad de las estructuras civiles frente a eventos sísmicos (Carrasco Díaz , 2024).

2.2.6 Cargas actuantes en los muros anclados:

Dentro del ámbito de la ingeniería civil, y específicamente en la Universidad Peruana Los Andes, el análisis de las cargas que actúan sobre los muros anclados es fundamental para el diseño de estas estructuras (Caro Perdígón, 2024).

Beltrán (2024) , se consideran diversas fuerzas inducidas por el entorno y por procedimientos específicos como el tensionamiento de anclajes o la aplicación de preesfuerzo de trabajo, que son cruciales para la evaluación estructural.

Entre estas, se destacan:

Cargas Laterales:

Estas cargas comprenden los esfuerzos laterales ejercidos por el suelo, incluyendo la medición de tensiones superficiales y las presiones laterales generadas por sobrecargas que afectan la reacción del terreno (Caro Perdigón, 2024).

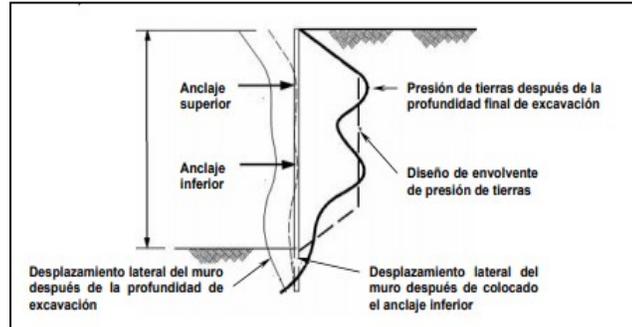
También se consideran los esfuerzos laterales provocados por cargas masivas, como pueden ser las zapatas situadas dentro de la masa del suelo, y la presión ejercida por el agua.

Estos aspectos son esenciales para comprender las fuerzas a las que se somete un muro anclado y para diseñar estructuras que puedan resistir de manera efectiva estas influencias externas (Caro Perdigón, 2024).

El conocimiento detallado de estas cargas permite a los ingenieros civiles diseñar muros anclados que no solo cumplan con los requisitos de estabilidad y seguridad sino que también optimicen el uso de materiales y técnicas constructivas, en línea con los estándares de calidad y eficiencia promovidos por la Universidad Peruana Los Andes (Caro Perdigón, 2024).

Figura 9:

Presión de tierras desarrolladas sobre muro anclado con múltiples niveles.



Fuente: (Sabatini , 2024).

En el marco de los estudios de ingeniería civil de la Universidad Peruana Los Andes, se destacan dos tipos de cargas esenciales en el diseño de muros anclados (Muñoz Beltrán, 2024):

Cargas Verticales:

Estas cargas comprenden el peso propio de la estructura anclada, además de las reacciones provocadas por las cargas que se transmiten de manera indirecta a los anclajes (Muñoz Beltrán, 2024).

Es crucial evaluar la capacidad de carga de la estructura para evitar la penetración o el hundimiento en el estrato de apoyo (Muñoz Beltrán, 2024).

Además, dentro del análisis de cargas verticales, se debe prestar atención a aquellas cargas derivadas de las operaciones de construcción, dado que pueden influir significativamente en la estabilidad de la estructura durante y después de su ejecución (Muñoz Beltrán, 2024).

Cargas Dinámicas:

Estas cargas se identifican por los efectos vibratorios resultantes de la actividad sísmica o por el impacto de cargas móviles de gran magnitud.

La fuerza de estas cargas exige que sean cuidadosamente consideradas en el diseño del muro, para asegurar que la estructura pueda resistir sin comprometer su integridad estructural o funcionalidad (Muñoz Beltrán, 2024).

El entendimiento y la correcta aplicación de estos conceptos en el diseño y construcción de muros anclados son fundamentales para garantizar la seguridad y durabilidad de estas estructuras esenciales.

Este enfoque detallado hacia el manejo de cargas verticales y dinámicas refleja el compromiso con la excelencia educativa y profesional en la Universidad Peruana Los Andes, promoviendo prácticas de ingeniería basadas en un profundo conocimiento técnico y en las necesidades específicas de cada proyecto (Muñoz Beltrán, 2024).

2.2.7 Diseño para los muros anclados

En el desarrollo del diseño para muros anclados, como se deben tener en cuenta varios aspectos iniciales fundamentales:

Configuración del Muro: La planeación del diseño incluye la determinación de dimensiones críticas como la longitud, la inclinación de la superficie del muro y su altura (Valdez Ponce, 2024).

Estas dimensiones son influenciadas principalmente por las condiciones físicas específicas del lugar de construcción.

La inclinación de la cara del muro, en particular, se puede ajustar para satisfacer los requisitos del diseño (Valdez Ponce, 2024).

Equilibrio y Economía: La inclinación del talud del muro se optimiza para balancear la estructura, disminuyendo la presión horizontal ejercida sobre la parte superior del muro (Valdez Ponce, 2024).

Este ajuste no solo contribuye a la estabilidad del muro sino que también permite minimizar la longitud de los anclajes necesarios.

Reduciendo así los costos vinculados a la excavación y al fortalecimiento del muro para alcanzar la inclinación deseada (Valdez Ponce, 2024).

Este enfoque integral demuestra la importancia de una planificación detallada en la fase de diseño de muros anclados, destacando cómo ajustes específicos en la inclinación pueden resultar en beneficios significativos en términos de estabilidad estructural y eficiencia económica (Valdez Ponce, 2024).

Este tipo de consideraciones subraya el compromiso con la excelencia en la ingeniería civil, especialmente en contextos académicos y prácticos como los promovidos por la Universidad Peruana Los Andes.

Espaciamiento vertical

En cuanto al espaciamiento vertical y horizontal de los anclajes, este se determina en función de diversos factores, como la ubicación del refuerzo en el muro y las características del suelo (Valdez Ponce, 2024) .

Por lo general, se busca que el espaciamiento vertical sea similar al horizontal en algunos anclajes, aunque esto puede no ser factible en todas las situaciones debido a la presencia de estructuras subterráneas como cimientos o tuberías (Valdez Ponce, 2024) .

Según Valdez Ponce (2024) el espaciamiento máximo de los refuerzos en un muro de contención está limitado por la presión máxima que la estructura del muro, generalmente delgada, puede soportar sin ceder.

En contraste, el espaciamiento mínimo se determina teniendo en cuenta factores económicos, dado que un aumento en la cantidad de refuerzos puede elevar significativamente el costo de la construcción, haciendo que el muro sea económicamente menos viable en comparación con otras alternativas, como los muros de hormigón armado (Valdez Ponce, 2024).

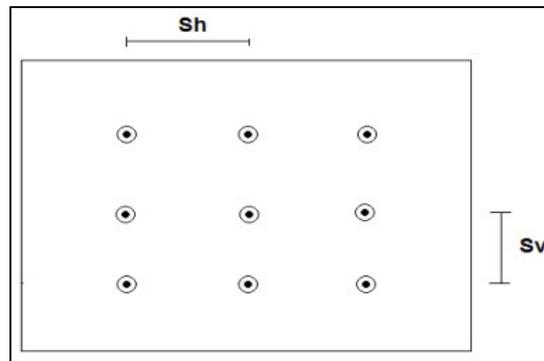
Además, la distancia mínima entre los refuerzos puede verse comprometida por la cercanía entre ellos, lo que podría resultar en dificultades constructivas al cruzarse las perforaciones para su instalación (Valdez Ponce, 2024).

En cuanto a la ubicación y distribución de los anclajes dentro del muro, estos deben organizarse de manera cuadrada y uniforme para asegurar la distribución equitativa de las cargas y la estabilidad general de la estructura, como se ilustra en la figura 18 (Valdez Ponce, 2024).

Este enfoque sistemático no solo contribuye a la eficiencia estructural sino que también optimiza los recursos y minimiza los posibles conflictos constructivos, subrayando la importancia de un diseño cuidadoso en la ingeniería civil, especialmente en proyectos gestionados por la Universidad Peruana Los Andes (Valdez Ponce, 2024).

Figura 10 :

Distribución



Fuente: (Valdez Ponce, 2024) .

De acuerdo con Valdez (2024) tanto la separación vertical como la horizontal de los refuerzos se organizan y replican a través de la estructura del muro.

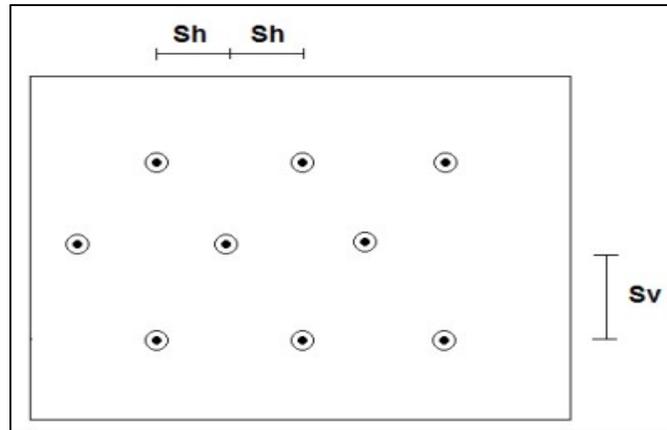
Sin embargo, es crucial destacar una metodología específica en la distribución de estos elementos, siendo la más notable la disposición triangular de los refuerzos (Valdez Ponce, 2024).

Esta configuración se implementa siguiendo un patrón particular que optimiza la efectividad de la estructura (Valdez Ponce, 2024).

Este enfoque no solo refleja una comprensión avanzada de las dinámicas estructurales sino también subraya la importancia de aplicar principios de diseño ingenioso para maximizar la estabilidad y eficiencia de los muros dentro del campo de la ingeniería civil, especialmente en proyectos desarrollados bajo el auspicio de la Universidad Peruana Los Andes (Valdez Ponce, 2024).

Figura 11:

Distribución triangular



Fuente: (Valdez Ponce, 2024) .

Valdez (2024) describe un tipo de diseño en ingeniería civil que busca una distribución más uniforme de las presiones, lo que resulta beneficioso cuando las superficies no redistribuyen las cargas.

Sin embargo, este enfoque puede implicar una construcción más extensa que requiere un mayor esfuerzo y tiempo (Valdez Ponce, 2024) .

Este enfoque se emplea en situaciones específicas donde el espacio físico no permite una distribución homogénea de los anclajes en el muro de hormigón proyectado (Valdez Ponce, 2024) .

En tales casos, se utilizan separaciones verticales y horizontales en el diseño del muro para asegurar que sean menores que las cargas máximas que soportará la estructura (Valdez Ponce, 2024) .

En el contexto de la ingeniería civil, especialmente en la Universidad Peruana Los Andes, el diseño de muros anclados se aborda con métodos que, aunque puedan ser más exigentes en términos de labor, aseguran una óptima

distribución de las cargas y una estabilidad estructural reforzada (Valdez Ponce, 2024).

Esto es particularmente relevante en escenarios donde las condiciones del terreno o la disponibilidad espacial imponen restricciones para una disposición uniforme de los anclajes (Valdez Ponce, 2024).

Inclinación de los Anclajes:

En diversas circunstancias, la inclinación de los anclajes puede no ser la ideal.

Sin embargo, el diseño de muros que incorpora diferentes ángulos de inclinación es viable y puede ser evaluado efectivamente para el equilibrio global del talud, utilizando herramientas como el software SNAILZ (Valdez Ponce, 2024).

Este programa permite la integración de anclajes en varios ángulos, facilitando una evaluación precisa de la estabilidad.

Propiedades del Suelo:

La exploración detallada del suelo es fundamental para entender sus características específicas en el sitio de construcción del muro (Valdez Ponce, 2024).

Los datos recopilados incluyen:

Estratigrafía del suelo, identificando las capas y los diferentes tipos de suelo presentes.

Peso unitario del suelo (Valdez Ponce, 2024).

Parámetros de resistencia al corte del suelo.

La capacidad de adhesión entre el suelo y el anclaje en cada capa detectada (Valdez Ponce, 2024).

Diseño Preliminar:

En la fase de diseño preliminar, se toman en consideración aspectos críticos como la longitud, el espaciamiento y el diámetro de los refuerzos.

Esta etapa busca establecer valores que se aproximen a los reales, basándose en los parámetros previamente determinados (Valdez Ponce, 2024).

Es crucial, por tanto, evaluar todos los posibles modos de falla del muro para incorporar adecuadamente estos valores en el diseño preliminar.

Este enfoque metódico no solo refleja la rigurosidad necesaria en el diseño de infraestructuras de ingeniería civil sino que también subraya la importancia de adaptar las soluciones constructivas a las especificidades del entorno, garantizando así proyectos seguros, eficientes y sostenibles (Valdez Ponce, 2024).

Tabla 2:
Parámetros

Parámetro	Unidad	Valores
Pendiente del talud	grados°	0.10
Pendiente superior al talud	grado°	0, 10, 20, 30
Ángulo de fricción efectivo	grados °	27, 31, 35, 39
Fuerza de unión última	Kpa	52,104, 172, 276, 689

Fuente: (Vivanco Santos, 2022)

2.2.8 Ventajas y desventajas:

En el contexto de la ingeniería civil, y particularmente en estudios realizados en la Universidad Peruana Los Andes, el uso de muros anclados ofrece una serie de beneficios y enfrenta ciertas limitaciones (Lacera, 2024).

Ventajas:

Permiten aprovechar la capacidad de carga del suelo o roca, sirviendo como un medio de soporte eficaz (Lacera, 2024).

Facilitan la instalación en comparación con sistemas similares, como los puntales o los taludes temporales, optimizando el uso del espacio.

Contribuyen a la estabilidad de cortes y taludes, ofreciendo soluciones fundamentales para la estabilidad estructural en proyectos críticos (Lacera, 2024).

El método constructivo de estos muros, que se realiza de arriba hacia abajo, permite reducir el volumen de excavación y, en muchos casos, elimina la necesidad de fundaciones adicionales.

Reducen la necesidad de concreto reforzado gracias a la eficiencia de los anclajes y su distribución, lo que puede significar un ahorro en materiales (Lacera, 2024).

Desventajas:

Son susceptibles a daños en ambientes agresivos si el bulbo o el sistema de anclaje no recibe el mantenimiento adecuado.

No son recomendables para suelos con baja densidad debido al riesgo de provocar deformaciones excesivas en la superficie (Lacera, 2024).

La instalación de anclajes puede limitar futuras intervenciones en el área debido a la ocupación del subsuelo.

Es necesario considerar las estructuras vecinas o adyacentes al proyecto para evitar interferencias o daños (Lacera, 2024).

Este análisis demuestra la importancia de una cuidadosa evaluación de las condiciones del sitio y de las necesidades específicas del proyecto antes de decidir implementar muros anclados.

La selección de esta técnica constructiva debe balancear sus ventajas con las potenciales desventajas, considerando siempre el contexto y los requisitos específicos del proyecto, en línea con las prácticas de ingeniería civil sostenibles y responsables promovidas por la Universidad Peruana Los Andes (Lacera, 2024).

2.2.9 Clasificación:

Los muros anclados, elementos cruciales en proyectos de ingeniería civil, son clasificados según criterios específicos (Dinda, 2024).

Estos se categorizan en función del tipo de estructura de soporte y su duración prevista (Dinda, 2024).

En cuanto a la estructura de soporte, se distinguen los siguientes tipos:

Muros de gravedad o semi-gravedad: Construcciones sólidas de concreto o piedra que incorporan mínimas cantidades de acero de refuerzo. Estos muros incorporan anclas post-tensadas distribuidas en diversos niveles de altura para mejorar su estabilidad (Dinda, 2024).

Pantallas: Estructuras delgadas de concreto reforzado, instaladas in situ (Dinda, 2024).

En ciertos casos, estas pantallas cuentan con filas de anclajes a diferentes niveles, que pueden ser post-tensadas mediante el método "slurry wall" (Dinda, 2024).

Tablestacas: Estructuras delgadas, ya sean metálicas o de concreto armado, enterradas y ancladas en su extremo superior (Dinda, 2024).

Existen variantes que utilizan pilotes tangentes o secantes como sistema de soporte (Dinda, 2024).

Respecto a la duración prevista de uso, los muros anclados se clasifican en:

Muros anclados provisionales: Estos ofrecen soporte temporal, garantizando estabilidad estructural durante el periodo designado hasta que se instalen elementos sustitutivos permanentes (Dinda, 2024).

Su vida útil se estima en no menos de 24 meses (Dinda, 2024).

Muros anclados permanentes: Diseñados para ofrecer una solución de largo plazo, estos muros se dimensionan con elevados coeficientes de seguridad y están tratados contra la corrosión (Dinda, 2024).

Los tendones de anclaje están diseñados para soportar de manera continua y duradera las cargas sin degradarse (Dinda, 2024).

Este esquema de clasificación no solo facilita la selección adecuada del tipo de muro anclado para cada proyecto de ingeniería civil sino que también asegura que el diseño y ejecución de estos muros cumplan con los requisitos de seguridad y durabilidad necesarios, especialmente en la Universidad Peruana Los Andes, donde se promueve el uso de prácticas y soluciones técnicas avanzadas en el campo (Dinda, 2024).

2.2.10 Dimensiones:

En el ámbito de la ingeniería civil, especialmente dentro de la Universidad Peruana Los Andes, el estudio de las dimensiones y el comportamiento dinámico de las estructuras ocupa un lugar central (Alva Hurtado , 2024).

Todas las construcciones, independientemente de su tamaño, están sometidas a fuerzas físicas que afectan su comportamiento y ponen a prueba su integridad (Alva Hurtado , 2024).

Es crucial que las estructuras mantengan una adecuada rigidez y resistencia; sin embargo, se advierte que excederse en estas características puede resultar en un aumento innecesario de los (Alva Hurtado , 2024).

El análisis del comportamiento dinámico se concentra en identificar las propiedades estructurales, definidas a través de parámetros modales (Alva Hurtado , 2024).

Cada uno de estos parámetros está asociado a una forma modal específica, que incluye una frecuencia de resonancia natural y un coeficiente de amortiguación (Alva Hurtado , 2024).

Este enfoque se integra dentro del análisis mecánico de las estructuras, examinando cómo las cargas externas generan vibraciones (Alva Hurtado , 2024).

El análisis modal clásico se enfoca en estudiar las propiedades dinámicas de las construcciones (Bruel y Kjaer, 2024).

Este proceso implica excitar las estructuras con fuerzas cuantificables y analizar la relación entre la respuesta de la estructura y la excitación aplicada (Bruel y Kjaer, 2024).

Tal análisis puede llevarse a cabo mediante pruebas de movilidad simples o utilizando estructuras complejas equipadas con varios vibradores y acelerómetros (Bruel y Kjaer, 2024).

Este enfoque no solo proporciona una comprensión detallada de cómo las estructuras responden a diferentes tipos de cargas dinámicas, sino que también establece un marco para la toma de decisiones informadas en el diseño y la construcción, equilibrando entre la durabilidad, la seguridad y la eficiencia económica (Bruel y Kjaer, 2024).

La adopción de estas prácticas y metodologías en la Universidad Peruana Los Andes refleja el compromiso de la institución con la vanguardia en la investigación y la aplicación de soluciones técnicas avanzadas en el campo de la ingeniería civil (Bruel y Kjaer, 2024).

2.3 CAMARAS DE SEDIMENTACION:

En el campo de la ingeniería civil, la evolución de los muros de contención refleja un largo y rico historial de innovaciones tecnológicas y materiales, adaptándose a las necesidades de cada era (Maya Parra, 2024) .

Desde sus inicios, con el uso de mampostería de piedra alrededor del año 4000 A.C. en Europa y el Mediterráneo Occidental, hasta el desarrollo de estructuras megalíticas en Irlanda en 3200 A.C., estos muros han sido fundamentales para el soporte lateral de tierras. Las civilizaciones antiguas, como la del antiguo Egipto bajo el faraón Jasejemuy, avanzaron en la construcción de muros de carga, utilizando predominantemente adobe y piedra (Maya Parra, 2024) .

Destaca especialmente la construcción de muros de contención para las terrazas del templo de Deméter en Pergamon en el segundo siglo A.C., considerados entre los más avanzados de la antigüedad (Maya Parra, 2024) .

A lo largo de los imperios de Grecia y Roma, los muros de contención se hicieron más prominentes, alcanzando grandes alturas y diversificándose en sus aplicaciones (Maya Parra, 2024) .

Sin embargo, durante la Edad Media, el progreso en esta área fue menos perceptible (Maya Parra, 2024) .

No fue hasta 1684, con la publicación de Marshal de Vauban sobre la relación entre el espesor de la base de un muro y su altura, que se marcó un punto significativo en la literatura técnica (Maya Parra, 2024) .

El siglo XIX trajo consigo el concreto, revolucionando la construcción de obras civiles con la introducción de muros de contención de gravedad y, posteriormente, con concreto armado, permitiendo estructuras más altas y esbeltas (Maya Parra, 2024) .

La innovación continuó con el desarrollo de materiales alternativos y técnicas como la Tierra Armada por Henri Vidal en 1963 en Francia, que utilizaba tiras metálicas y placas de concreto prefabricadas para reforzar terraplenes (Maya Parra, 2024) .

En las décadas siguientes, la tecnificación de los polímeros y la producción de geomallas por empresas como Netlon Ltd. en el Reino Unido y Tensar en Estados Unidos, ampliaron el uso de geosintéticos en la estabilización de taludes y otros aspectos de la ingeniería civil (Maya Parra, 2024) .

Hoy en día, numerosas normativas internacionales, como las Especificaciones Estándar para Puentes de Carreteras de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), regulan el diseño y construcción de muros de contención, demostrando la importancia crítica de estas estructuras en la infraestructura moderna y la ingeniería civil, reflejando una evolución continua en búsqueda de seguridad, eficiencia y sostenibilidad (Maya Parra, 2024) .

2.3.1 Tipos de muros de contención:

Los muros de contención son fundamentales en la ingeniería civil, sirviendo como barreras de seguridad que previenen el desplazamiento de tierras en pendientes que podrían colapsar, protegiendo así infraestructuras como carreteras, hogares y otras construcciones (Deep Excavations Design, 2024).

Hay una amplia gama de métodos constructivos para estos muros, cada uno con sus propias fortalezas y limitaciones, influenciadas por los materiales utilizados, las técnicas de construcción y el equipo necesario (Deep Excavations Design, 2024).

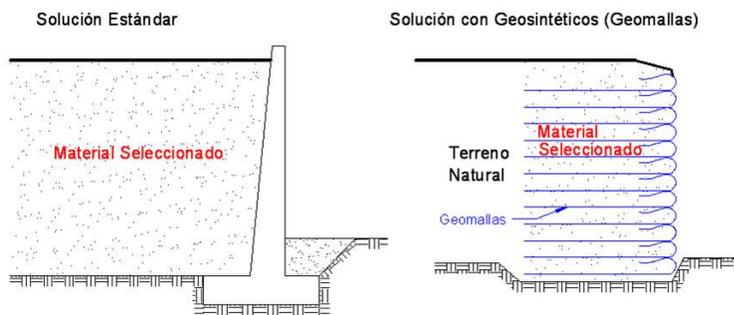
La elección del muro de contención más adecuado se guía por consideraciones tanto técnicas como económicas. Desde el punto de vista técnico, es crucial evaluar las dimensiones y la estabilidad del muro, mientras que, desde

la perspectiva económica, es importante considerar los tipos de materiales, así como el análisis de sus cantidades y costos (Deep Excavations Design, 2024).

Aunque el objetivo primordial es asegurar que el muro cumpla con su función manteniendo niveles óptimos de seguridad, los costos asociados pueden variar significativamente. Por lo tanto, recae en la responsabilidad del ingeniero civil decidir cuál es la opción más conveniente, equilibrando eficazmente entre seguridad y viabilidad económica (Deep Excavations Design, 2024).

Figura 12:

Materiales



Fuente: Elaboración propia

1. Muro de contención por gravedad

En el campo de la Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Los Andes, los muros de contención por gravedad son reconocidos por su capacidad de estabilización, dependiendo exclusivamente de su masa y la interacción con el suelo subyacente para resistir las fuerzas laterales (Bruehl y Kjaer, 2024).

Estas estructuras, eficaces para alturas de hasta 4,5 metros, se construyen comúnmente con materiales como concreto ciclópeo, mampostería

de bloque o gaviones, sin necesidad de refuerzo estructural adicional (Bruel y Kjaer, 2024).

Generalidades

A pesar de su simplicidad y coste-efectividad para ciertas aplicaciones, su viabilidad disminuye con el aumento de la altura debido a las grandes dimensiones requeridas para mantener la estabilidad (Bruel y Kjaer, 2024).

La experiencia y las recomendaciones de expertos en la materia, como DAS, Braja M., sugieren que la selección de las dimensiones de estos muros se basa en un conocimiento detallado de las propiedades del suelo y las cargas esperadas, lo cual es crucial para su diseño efectivo (Bruel y Kjaer, 2024).

Además, el principio de separación por gravedad, aplicado en distintos contextos industriales y de construcción, demuestra la versatilidad de este enfoque (Bruel y Kjaer, 2024).

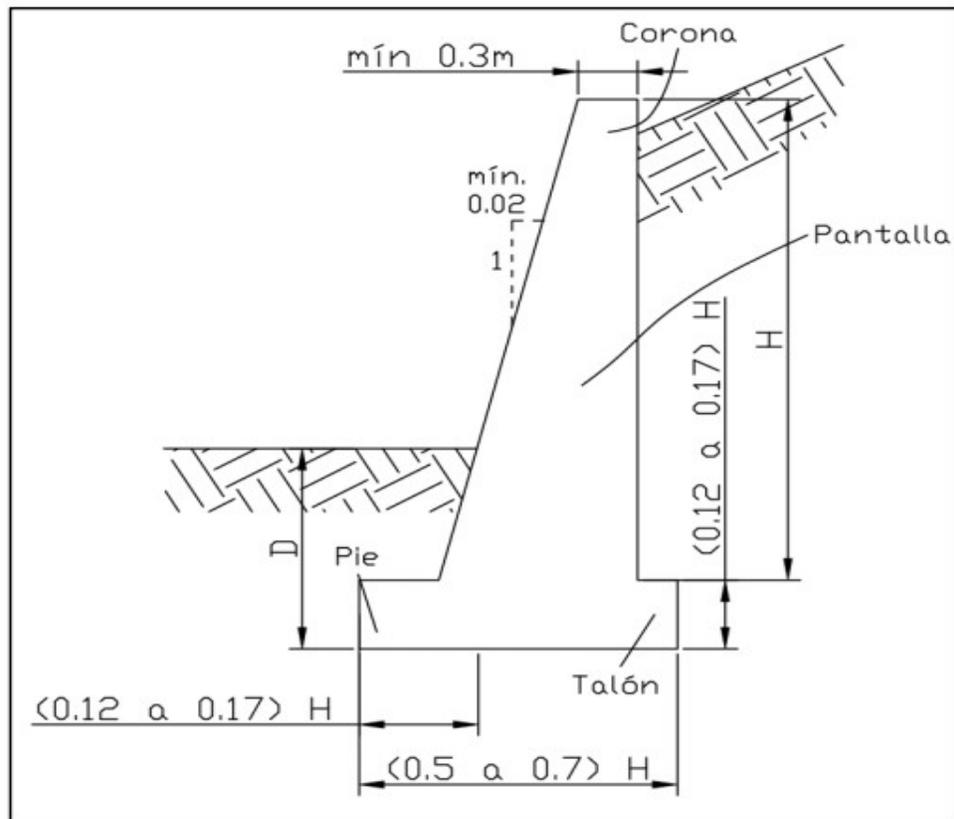
La eficiencia en la eliminación de partículas sólidas de un fluido mediante la gravedad, con aplicaciones que van desde la agricultura hasta la industria del reciclaje, resalta la importancia de estos principios físicos en la ingeniería civil y otras áreas (Bruel y Kjaer, 2024).

La separación por gravedad no solo facilita la limpieza de granos y semillas en el sector agrícola sino que también se emplea en la producción de cemento y en procesos de reciclaje, mostrando su amplia aplicabilidad y beneficios como baja inversión inicial y costos de mantenimiento reducidos (Bruel y Kjaer, 2024).

Estas aplicaciones y principios subrayan la importancia de la ingeniería civil en la búsqueda de soluciones prácticas y económicas para los desafíos de construcción y mantenimiento de infraestructuras, aprovechando las propiedades físicas fundamentales y la innovación en los métodos de construcción (Bruel y Kjaer, 2024).

Figura 13 :

Dimensiones mínimas recomendadas para muros de contención por gravedad



Fuente: Elaboración propia

Ventajas y desventajas

La experiencia técnica ha logrado determinar ciertas ventajas y desventajas del uso de los muros de contención, según el sistema que se utilice. La tabla I se puede apreciar las ventajas y desventajas que resultan del uso de los muros de contención por gravedad.

Tabla 3 :

Ventajas y desventajas del uso de muros de contención

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">• Son efectivos a pequeñas alturas, siendo más económicos.• Su diseño es sencillo al realizar análisis de estabilidad.• El diseño con sistemas de drenaje para eliminar la presión de agua es sencillo y efectivo, se basa en conducir con suelo filtrante hasta una tubería transportadora.	<ul style="list-style-type: none">• Su altura es bastante limitada, especialmente si se cimienta sobre suelo arcilloso.• No estabilizan deslizamientos grandes, debido a que su mecanismo se basa únicamente en su peso.• Nunca pueden diseñarse para trabajar a flexión, aunque se admitirán esfuerzos pequeños.

Fuente: (Suárez, 2024)

En el contexto de la Ingeniería Civil, especialmente en la Universidad Peruana Los Andes, los estudios realizados por Barrera (2021) y Benítez (2019) ofrecen perspectivas innovadoras en el diseño y aplicación de cámaras de sedimentación, así como en la separación de partículas mediante la fuerza gravitacional.

Barrera (2021) se enfoca en la construcción óptima de cámaras de sedimentación, destacando la importancia de una planificación geométrica precisa para evitar la retención de lodo y asegurar una sedimentación eficiente.

Se resalta el uso de concreto reforzado para estructuras que requieren una distribución uniforme de presiones y tensiones, con características específicas como fondos en forma de V e inclinaciones laterales para facilitar el flujo y la recolección de sedimentos (Barrera Hernández, 2021).

La precisión en la construcción y el diseño considera aspectos como la longitud, el ancho, la profundidad y la velocidad de escurrimiento del agua para optimizar el funcionamiento de la cámara (Barrera Hernández, 2021).

Por otro lado, Benítez (2019) investiga el uso de la fuerza gravitacional para la separación efectiva de partículas en fluidos, aplicable a la consolidación de taludes y otros contextos de ingeniería civil.

Este estudio destaca cómo las cámaras de sedimentación pueden ser diseñadas para maximizar la eficiencia de recolección de partículas, utilizando la gravedad como un método de bajo costo y bajo mantenimiento para la separación de materiales de diferentes densidades (Benitez Gasca, 2019).

La adaptabilidad de este enfoque a diversos sectores, desde la agricultura hasta la industria del reciclaje, muestra su versatilidad y eficacia (Benitez Gasca, 2019).

Ambos estudios contribuyen significativamente al campo de la Ingeniería Civil, proporcionando metodologías y técnicas avanzadas para el

manejo y tratamiento de sedimentos y partículas en proyectos de construcción (Benitez Gasca, 2019).

Estas investigaciones subrayan la importancia de un diseño cuidadoso y una comprensión profunda de los procesos físicos involucrados en la sedimentación y separación por gravedad, ofreciendo soluciones prácticas y económicamente viables para desafíos contemporáneos en ingeniería y construcción (Benitez Gasca, 2019).

Tabla 4 :

Ejemplos de patentes de cámaras de sedimentación :

Patente	Inventor	Fecha	Nombre
CN207871724	Kang Mintang	2018-09-18	Cámara de separación por gravedad de polvo fertilizante.
CN105311881 (A)	Wang Huihong	2016-02-10	Cámara de sedimentación de alta eficiencia para la eliminación de polvo.
CN204170521	Tiguo; Cai Yawei	2015-02-25	Cámara de sedimentación para la línea de producción de nano carbonato de calcio.
RU2005128686	Bachurin Ivan Vasilievich (RU); Sobolev Alexey Alexandrovich (RU); Sobolev Veniamin Alekseevich (RU); Suslova	2007-03-20	Cámara de sedimentación de polvo.
TW302762	Chen Pei-Yuan	1997-04-11	Cámara de sedimentación para granos.
US 4950313	Dullien; Francis A. L. (Kitchener, CA), Spink; Donald R. (Waterloo, CA), Mortimer; Wendy (Toronto, CA)	1990-08-21	Dispositivo de eliminación de polvos finos.
US 4,717,404	Fore; Earl (South Plainfield, NJ)	1988-01-05	Separador de polvo.

Fuente: (Benitez Gasca, 2019) .

2.3.2 Sistema Last Planner:

En el ámbito de la ingeniería civil, especialmente en el contexto académico de la Universidad Peruana Los Andes, es fundamental comprender la metodología Last Planner y los principios de la Lean Construction para aprovechar eficazmente las herramientas que ofrece (Carrasco Díaz , 2024) .

Esta comprensión comienza con la clarificación de algunos conceptos esenciales:

Productividad: Se define como la relación entre los recursos empleados en un proceso y el volumen de producción obtenido (Carrasco Díaz , 2024) .

Representa la capacidad para gestionar de manera eficiente los recursos disponibles con el objetivo de finalizar un proyecto determinado, cumpliendo con los plazos, los estándares de calidad esperados y la optimización de los costos (Carrasco Díaz , 2024) .

Eficiencia: Se refiere a la capacidad de alcanzar los resultados esperados con el mínimo uso posible de recursos, buscando siempre la minimización de los costos operativos (Carrasco Díaz , 2024) .

La eficiencia es clave para mejorar la rentabilidad y la sostenibilidad de los proyectos de construcción (Carrasco Díaz , 2024) .

Eficacia: Este concepto mide cuán bien una organización alcanza los objetivos o metas que se ha propuesto (Carrasco Díaz , 2024) .

Es una evaluación de la capacidad de lograr los resultados deseados y es fundamental para el éxito a largo plazo de cualquier proyecto o empresa (Carrasco Díaz , 2024) .

Estos principios son piedras angulares dentro del sistema Last Planner, que busca maximizar el valor y minimizar el desperdicio en proyectos de

construcción, promoviendo una planificación efectiva, una ejecución eficiente y una mejora continua en todos los procesos (Carrasco Díaz , 2024) .

La integración de estos conceptos en la educación y práctica de la ingeniería civil en la Universidad Peruana Los Andes puede contribuir significativamente a la formación de profesionales capaces de liderar proyectos de construcción más eficientes y efectivos (Carrasco Díaz , 2024) .

Figura 14 :

Relación entre eficiencia y eficacia



Fuente: Elaboración propia

Tipos de trabajo:

Dentro del campo de la Ingeniería Civil, especialmente en la formación académica ofrecida por la Universidad Peruana Los Andes, es fundamental el entendimiento y la aplicación de conceptos relacionados con la eficiencia y la productividad en proyectos de construcción. (Lacera, 2024).

Entre estos conceptos, se destacan los diferentes tipos de trabajo, clasificados según su contribución al valor final del producto:

Trabajo Productivo (TP): Representa aquellas actividades que contribuyen directamente al valor del proyecto, tales como la colocación de

ladrillos o el vaciado de concreto. Son esenciales ya que impactan directamente en la culminación exitosa del proyecto (Lacera, 2024).

Trabajo Contributivo (TC): Incluye tareas de soporte que, aunque no añaden valor directo al producto final, facilitan la realización de trabajos productivos (Lacera, 2024).

Ejemplos de esto son el transporte de materiales y las labores de limpieza. Estas actividades son indispensables para mantener la continuidad y la eficiencia en el sitio de construcción (Lacera, 2024).

Trabajo No Contributivo (TNC): Se refiere a todas las actividades que no aportan valor al producto final, consideradas como ineficiencias o desperdicios (Lacera, 2024).

Esto incluye trabajos que deben rehacerse, así como ciertos desplazamientos innecesarios, entre otros. Identificar y minimizar este tipo de trabajo es crucial para optimizar recursos y costos (Lacera, 2024).

2.3.3 Lean Construcción:

En este contexto, la metodología Lean Construction surge como una estrategia clave para mejorar la eficiencia y eficacia en el sector de la construcción (Rodríguez Moguel, 2024).

Esta filosofía se enfoca en la eliminación de desperdicios y la optimización de los procesos a través de una retroalimentación continua que permite una mejora constante (Rodríguez Moguel, 2024).

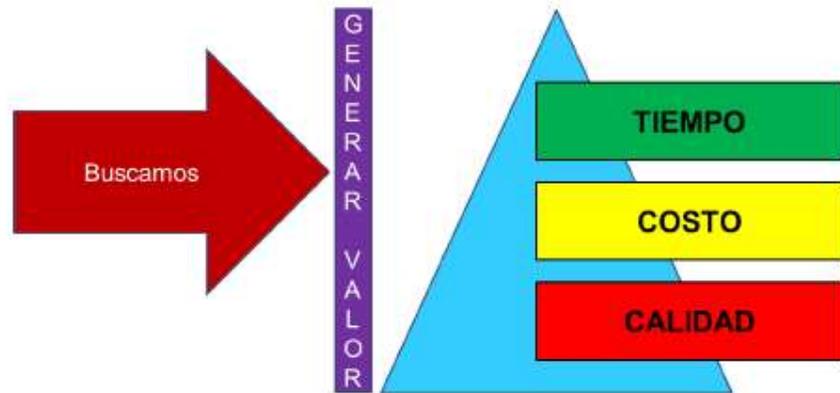
Implementar Lean Construction significa adoptar un enfoque práctico dirigido a reducir los sobrecostos y transformar la construcción en una industria más productiva y rentable (Rodríguez Moguel, 2024).

Este enfoque es esencial para formar ingenieros civiles capaces de liderar proyectos que no solo cumplan con los estándares de calidad y tiempo

establecidos, sino que también promuevan prácticas sostenibles y eficientes en la construcción (Rodríguez Moguel , 2024).

Figura 15 :

Lean construcción



Fuente: Elaboración propia

En el marco de la ingeniería civil, especialmente dentro del ámbito académico de la Universidad Peruana Los Andes, se promueve el empleo de metodologías innovadoras para la gestión de proyectos, entre las cuales destaca el “Lean Construction” o Construcción sin Pérdidas (CivilGeek, 2024).

Este enfoque se concentra en la optimización de la gestión de proyectos de construcción, con el objetivo de maximizar el valor entregado al cliente mientras se reducen al mínimo los desperdicios en los proyectos (CivilGeek, 2024).

Se caracteriza por la implementación de estrategias que buscan elevar la eficiencia de los procesos constructivos, favoreciendo la entrega de proyectos que no solo cumplen con las expectativas de calidad, sino que también se realizan de manera más económica y en los plazos previstos (CivilGeek, 2024).

Carta Balance

Dentro de las herramientas aplicadas bajo este enfoque, se encuentra la Carta Balance, una técnica perteneciente al ámbito del muestreo estadístico que se utiliza para el seguimiento y control de las actividades asociadas a una partida específica de trabajo (Ripoll, 2024) .

La Carta Balance facilita la identificación de ineficiencias y permite ajustar los procesos en tiempo real, asegurando así un mejor desempeño general de la obra (Ripoll, 2024) .

La adopción de Lean Construction y herramientas como la Carta Balance representa un cambio paradigmático en la gestión de proyectos de construcción (Ripoll, 2024) .

Esta metodología no solo enfatiza la importancia de la eficiencia y la eliminación de actividades que no agregan valor, sino que también promueve una cultura de mejora continua y colaboración entre todos los actores involucrados en el proyecto (Ripoll, 2024) .

La integración de estos principios y técnicas en la formación de ingenieros civiles en la Universidad Peruana Los Andes prepara a los futuros profesionales para enfrentar los retos del sector con una perspectiva más innovadora y sostenible (Ripoll, 2024) .

Figura 16:

Herramientas de control de Productividad



Fuente: Elaboración propia

En el ámbito de la Ingeniería Civil, específicamente en la Universidad Peruana Los Andes, el análisis del tiempo dedicado a las distintas fases de una obra es esencial para la optimización de los procesos constructivos (Bruel y Kjaer, 2024).

Este análisis implica desglosar el tiempo asignado a cada tarea dentro de una etapa específica, como por ejemplo, el proceso de encofrado se examina en términos de cómo se distribuye el tiempo para la instalación de las planchas y puntales, entre otros (Bruel y Kjaer, 2024).

La evaluación del tiempo nos permite entender la secuencia real de construcción, identificar las tareas críticas en el proceso y, en consecuencia, buscar maneras de hacerlo más eficiente (Bruel y Kjaer, 2024).

Para llevar a cabo estas mediciones, se observa y registra el trabajo de cada obrero individualmente, utilizando intervalos de un minuto (Bruel y Kjaer, 2024).

Este método permite detallar específicamente en qué actividad está enfocado el trabajador en cada momento. Bruel (2024) sugiere que se requiere un mínimo de 384 mediciones para obtener resultados representativos y fiables.

Las tareas realizadas por los trabajadores se clasifican en tres categorías: trabajo productivo (TP), trabajo contribuyente (TC), y trabajo no contribuyente (TNC) (Bruel y Kjaer, 2024).

Un ejemplo claro se encuentra en la actividad de vaciado de concreto para losas, donde el TP incluye el propio vaciado, el alisado y el acabado del concreto; el TC comprende el transporte del concreto y los viajes de retorno de los vehículos de

transporte vacíos; y el TNC abarca los periodos de espera y los tiempos improductivos (Bruel y Kjaer, 2024).

La metodología de la carta balance, aplicable a cualquier tipo de tarea constructiva, permite evaluar la eficiencia del trabajo basándose en el número de obreros asignados a una tarea determinada (Bruel y Kjaer, 2024).

La selección de trabajadores para realizar las mediciones varía según la naturaleza y requerimientos específicos de cada tarea (Bruel y Kjaer, 2024).

Este enfoque metódico hacia la gestión del tiempo y la optimización de tareas en proyectos de construcción no solo mejora la eficacia operativa sino que también contribuye significativamente a la reducción de costos y al incremento de la productividad en el sitio de construcción (Bruel y Kjaer, 2024).

La implementación de estas estrategias de medición y clasificación de actividades es fundamental para el avance y éxito de los proyectos de ingeniería civil (Bruel y Kjaer, 2024).

2.3.4 TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS:

First Run Study (FRS)

En el campo de la Ingeniería Civil, la optimización de procesos constructivos es esencial para garantizar la eficiencia en términos de tiempo, coste y recursos (López Ampuero & Mamani Copari, 2024).

Una herramienta clave en esta optimización es el estudio de primera ejecución o "First Run Study" (FRS), que consiste en la identificación y análisis meticuloso de las actividades antes de su implementación (López Ampuero & Mamani Copari, 2024).

Este enfoque proactivo busca planificar las tareas constructivas de manera que se maximicen los resultados y la eficacia (López Ampuero & Mamani Copari, 2024).

El FRS se caracteriza por ser una estrategia de planificación detallada y anticipada, que facilita un entendimiento profundo del proceso constructivo (López Ampuero & Mamani Copari, 2024).

Permite, desde las etapas iniciales de un proyecto, la obtención de ratios de producción ajustados a la realidad del personal y los recursos disponibles en obra (López Ampuero & Mamani Copari, 2024).

Este análisis previo es fundamental para asegurar una ejecución del proyecto con menores riesgos y una estimación de costos y tiempos más precisa (López Ampuero & Mamani Copari, 2024).

Además, la implementación de un "First Run Study" implica una evaluación exhaustiva de diversos factores críticos, tales como la seguridad en el sitio de trabajo, la operatividad, la secuencia de las tareas, la interrelación entre actividades, así como la selección adecuada de herramientas y maquinaria (López Ampuero & Mamani Copari, 2024).

Todo ello, sin omitir la consideración de los costos y otros elementos que puedan influir directamente en el desarrollo del proyecto (López Ampuero & Mamani Copari, 2024).

Integrar el FRS en la gestión de proyectos de construcción representa un enfoque integral que no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también contribuye a la sostenibilidad y rentabilidad de los proyectos (López Ampuero & Mamani Copari, 2024).

Esta metodología promueve una cultura de planificación y análisis previo, esencial para enfrentar los desafíos inherentes a la industria de la construcción en la actualidad (López Ampuero & Mamani Copari, 2024).

2.3.5 Cartas balances:

En la actualidad, se suscitan diversas controversias en el ámbito de la ingeniería civil respecto a la distinción entre trabajo productivo, trabajo contributivo y trabajo no contributivo (Barrera Hernández, 2021).

Esta discrepancia se extiende a la dificultad de determinar si ciertas actividades son consideradas como trabajo productivo (Barrera Hernández, 2021).

Según la definición convencional, el trabajo productivo agrega valor al resultado final del proyecto (Barrera Hernández, 2021).

Sin embargo, algunas personas argumentan que actividades como el encofrado y desencofrado no aportan un valor directo visible para el cliente, lo que genera debate sobre su clasificación.

Por otro lado, es innegable que el encofrado y desencofrado son actividades fundamentales en la construcción, siendo indispensables para verter el hormigón y, por ende, para el proceso constructivo (Barrera Hernández, 2021).

Además, estas actividades representan una parte significativa del presupuesto de una obra, lo que las distingue como actividades relevantes.

La división de las actividades relacionadas con el encofrado y desencofrado de muros anclados en trabajo productivo, contributivo y no contributivo es abordada por los autores de esta investigación (Barrera Hernández, 2021).

Es importante destacar que esta clasificación puede variar según diferentes autores, por lo que es necesario adaptar los formatos de las cartas balance para obtener los resultados deseados (Barrera Hernández, 2021).

Para llevar a cabo la medición de estas actividades, se realizó un seguimiento desde el inicio hasta el final de la ejecución de la partida de encofrado y desencofrado, considerando que cada equipo de encofradores está compuesto por tres operarios (Barrera Hernández, 2021).

Se implementó un sistema de trabajo basado en la finalización de tareas para garantizar la eficiencia y rapidez en la ejecución de las actividades (Barrera Hernández, 2021).

En las mediciones de carta balance presentadas en esta investigación, se identifican diferentes tipos de trabajos relacionados con los encofrados de muros anclados, cada uno con un código distintivo (Barrera Hernández, 2021).

Esto se debe a las particularidades de cada tipo de encofrado, que implican variaciones en la cantidad de piezas, modulación y maniobrabilidad durante su uso (Barrera Hernández, 2021).

Es crucial comprender que, a pesar de las similitudes entre los diferentes tipos de encofrado, existen diferencias significativas que deben ser consideradas al evaluar el trabajo realizado en cada proyecto (Barrera Hernández, 2021).

Este enfoque se fundamenta en la clasificación de las tareas según su aporte al avance efectivo de la obra, divididas en Trabajo Productivo (TP), Trabajo Contributivo (TC), y Trabajo No Contributivo (TNC), lo cual facilita la aplicación de la técnica de Carta Balance para evaluar la eficiencia de estos procesos (Caro Perdigón, 2024).

Para las actividades de Encofrado y Desencofrado de Muros Anclados, se consideraron las siguientes categorías:

Trabajo Productivo (TP), que incluye tareas directamente relacionadas con la progresión física del proyecto, tales como:

Desmontaje de puntales, componentes metálicos, y maderas de contención (Caro Perdigón, 2024).

Retiro y colocación de paneles, incluyendo los fenólicos y la inserción de tecnopor en puntos específicos de unión entre el muro y la losa del sótano (Caro Perdigón, 2024).

Instalación de elementos estructurales como puntales y piezas metálicas, así como la madera de contención (Caro Perdigón, 2024).

Trabajo Contributivo (TC), que abarca labores de soporte necesarias para facilitar el TP, como:

Limpieza y preparación de encofrados, corte de madera y alambres, así como el ajuste de materiales aislantes tipo Tecnopor (Caro Perdigón, 2024).

Actividades logísticas como el transporte de materiales y la realización de mediciones e instrucciones operativas (Caro Perdigón, 2024).

Trabajo No Contributivo (TNC), identificado como aquel que no agrega valor directo al proyecto, representado por:

Desplazamientos innecesarios, periodos de inactividad, esperas, y descansos no productivos (Caro Perdigón, 2024).

La adopción de esta clasificación y la subsiguiente medición de actividades a través de la Carta Balance permiten una evaluación detallada de la eficiencia en la construcción de muros anclados (Caro Perdigón, 2024).

Este enfoque no solo busca identificar áreas de mejora en los procesos constructivos sino también promover prácticas que maximicen la productividad y minimicen los desperdicios, alineándose así con los principios de Lean Construction (Caro Perdigón, 2024).

La implementación de estas estrategias en la formación de ingenieros civiles en la Universidad Peruana Los Andes prepara a los profesionales para enfrentar los desafíos del sector con una perspectiva enfocada en la optimización y la sostenibilidad (Caro Perdigón, 2024).

2.4 Definición de términos:

- En el ámbito de la ingeniería civil, específicamente en la Universidad Peruana Los Andes, es fundamental comprender una serie de términos clave que constituyen la base del conocimiento en esta disciplina.
- Aditivos : En primer lugar, los aditivos se conceptualizan como elementos tanto orgánicos como inorgánicos que poseen propiedades

físicas y químicas excepcionales, aplicables en diversos campos agua (López Ampuero & Mamani Copari, 2024).

- Agua: El agua, siendo el segundo componente fundamental del concreto, desempeña un papel crucial en la hidratación del cemento, evitando así variaciones no deseadas (López Ampuero & Mamani Copari, 2024).

- ASTM : La ASTM (American Society for Testing and Materials), o Sociedad Americana para Ensayos y Materiales, representa un estándar reconocido internacionalmente en el ámbito de la ingeniería civil (López Ampuero & Mamani Copari, 2024).

- Cimentación : La cimentación se define como la parte esencial de un sistema estructural diseñada para transferir cargas hacia la superficie terrestre de manera eficiente (López Ampuero & Mamani Copari, 2024).

- Concreto: El concreto, material ampliamente utilizado en la construcción, encuentra aplicaciones desde la edificación de estructuras hasta la construcción de vías ferroviarias (López Ampuero & Mamani Copari, 2024).

- Construcción : La construcción se refiere a la ejecución de obras viales que cumplen con las normas geométricas y de diseño establecidas (López Ampuero & Mamani Copari, 2024).

- Estructuras: Las estructuras, por su parte, comprenden conjuntos de elementos interconectados que cumplen diversas funciones, incluyendo puentes y contenedores como silos o piscinas (López Ampuero & Mamani Copari, 2024).
- Muros : Los muros, elementos comúnmente utilizados en la construcción, pueden fabricarse con diversos materiales como piedra, concreto, entre otros (López Ampuero & Mamani Copari, 2024).
- Resistencia : Finalmente, la resistencia se define como la capacidad de un material para resistir fuerzas aplicadas sin deformarse o romperse (López Ampuero & Mamani Copari, 2024).

CAPITULO III

III. HIPOTESI

3.1 Hipótesis General:

El análisis que se realizó al comparar los muros convencionales y los muros anclados resulta ser de diferente manera para la construcción de cámaras de sedimentación volcan 2023

3.2. Hipótesis Específica:

- La comparación de presupuestos de los muros contención convencional con respecto a los muros anclados resulta ser de diferente manera para la construcción de cámaras de sedimentación volcán 2023.
- Existe una relación directa entre los tiempos de los muros contención convencional y en los muros anclados para la construcción de cámaras de sedimentación volcán 2023.
- Los diseños de muros contención convencional y los muros anclados para la construcción de cámaras de sedimentación volcán 2023 resultan ser de diferente manera.

3.3.Variables

3.3.1 Definición conceptual de la variable:

a) Variable N° 01: Muros de Contención

En el ámbito de la ingeniería civil, particularmente en proyectos relacionados con la minería, los muros de contención desempeñan un papel crucial al servir como cámaras de almacenamiento de gran tamaño para fluidos procedentes de actividades de profundización minera (Pérez Maldonado & López, 2024).

Estas estructuras, también conocidas como cámaras de sedimentación, permiten una alimentación horizontal del fluido mezclado con sólidos hacia una zona de expansión, donde se reduce significativamente la velocidad del flujo,

facilitando la sedimentación de partículas hacia el fondo de la cámara (Pérez Maldonado & López , 2024).

3.3.2. Definición operacional de la variable:

a) Variable N° 01: Muros de contención

La definición operativa de los muros de contención se centra en su capacidad para influir de manera positiva en el almacenamiento de fluidos extraídos durante la profundización minera (Pérez Maldonado & López , 2024).

La eficiencia de estas estructuras, en términos de capacidad de almacenamiento, está directamente relacionada con el ritmo de extracción del mineral, evidenciando una relación directa entre el diseño de los muros de contención y la optimización de los procesos mineros (Pérez Maldonado & López , 2024).

La integración de estas perspectivas destaca la importancia de los muros de contención no solo como elementos físicos dentro de la infraestructura minera, sino también como componentes clave en la gestión ambiental y operativa de los proyectos de minería (Pérez Maldonado & López , 2024).

La adecuada implementación y diseño de estas estructuras pueden marcar la diferencia en la eficacia con la que se manejan los residuos de la minería, contribuyendo así a la sostenibilidad y seguridad de las operaciones mineras (Pérez Maldonado & López , 2024).

3.3.3. Operacionalización de la variable:

Tabla 5:

Operacionalización de las variables:

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
	PRESUPUESTO	COSTO UNITARIO	HOJAS DE CALCULO

MUROS DE CONTENCIÓN	TIEMPO EJECUCION	PARTIDAS RENDIMIENTOS	CRONOGRAMA
	DISEÑO	DIMENSIONES ALTURAS	SUELO CARGAS

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

IV METODOLOGÍA

4.1 Método de investigación:

Dentro de la disciplina de la Ingeniería Civil, especialmente en la Universidad Peruana Los Andes, el método científico se erige como la base esencial para investigar y entender las innovaciones en las técnicas de construcción (Hernandez Sampieri , 2024).

Por otra parte, este método se distingue por su enfoque en procedimientos sistemáticos y metódicos, destacando la importancia de formular y verificar hipótesis para avanzar en el conocimiento científico (Hernandez Sampieri , 2024).

En este análisis particular, se adopta el método científico con el objetivo de llevar a cabo una evaluación comparativa entre el diseño de muros de contención tradicionales y los muros anclados (Hernandez Sampieri , 2024).

Por otra parte un autor señala que esta comparación es crucial para determinar las prácticas más efectivas en la creación de cámaras de sedimentación, facilitando así la introducción de mejoras significativas en estas estructuras esenciales para los proyectos de ingeniería civil (Hernandez Sampieri , 2024)

Este procedimiento no solo permite una exploración detallada de las variables implicadas, sino que también proporciona una base firme para decisiones informadas y basadas en datos concretos, respondiendo a las exigencias actuales en el campo de la ingeniería civil y la administración de proyectos (Hernandez Sampieri , 2024).

Por ende, la implementación del método científico subraya el compromiso con la calidad, la seguridad y la sostenibilidad en el desarrollo y mejora de infraestructuras críticas (Hernandez Sampieri , 2024).

4.2 Tipo de investigación:

En el campo de la Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Los Andes, se adopta un enfoque metodológico enfocado hacia la investigación aplicada (Carrasco Díaz , 2024) .

Este tipo de estudio se caracteriza por su orientación hacia objetivos prácticos específicos, buscando generar impacto mediante la acción, la transformación y la modificación de aspectos concretos de la realidad (Carrasco Díaz , 2024) .

Este enfoque implica una ejecución meticulosa y estructurada con el fin de abordar y resolver problemáticas específicas dentro de la ingeniería civil, particularmente en el diseño y la implementación de estructuras suspendidas (Carrasco Díaz , 2024) .

La metodología aplicada en este estudio facilita la obtención de datos cuantitativos, los cuales son cruciales para la evaluación según los criterios preestablecidos para las estructuras en cuestión (Carrasco Díaz , 2024) .

Este proceso se alinea con un enfoque de investigación básico.

4.3 Nivel de investigación:

En cuanto al nivel de investigación, este estudio se clasifica dentro del marco descriptivo que se centra en la observación, el análisis y la interpretación de las condiciones actuales, así como en la composición y los procesos de los fenómenos bajo estudio (Tamayo , 2024) .

Este enfoque permite extraer conclusiones sobre las operaciones o funcionalidades presentes de los objetos de estudio (Tamayo , 2024) .

4.4 Diseño de la investigación:

No experimental y descriptivo.

Este diseño se enfoca en la descripción de las variables y su comportamiento en un momento específico, sin manipular las condiciones ni los entornos de estudio (Hernandez Sampieri , 2024).

Este enfoque metodológico es idóneo para estudios en Ingeniería Civil donde se busca comprender las características y el comportamiento de estructuras específicas sin alterar su estado o condiciones naturales (Hernandez Sampieri , 2024).

Esquema del diseño de investigación

O- X

Donde:

O = Observación

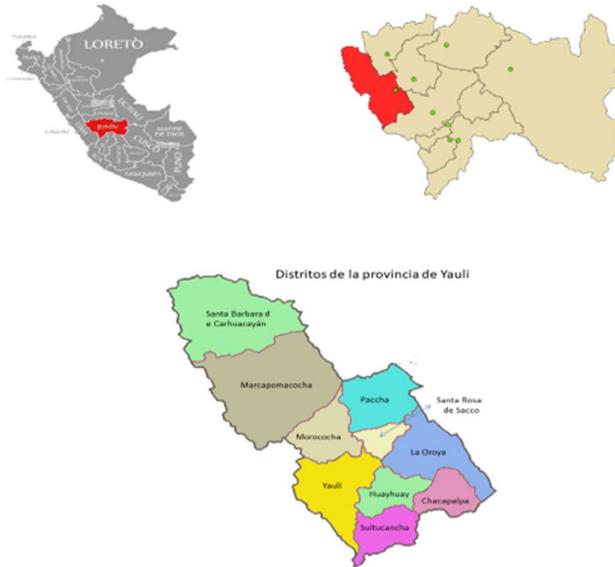
X1 = Variable 01

4.5 Población y muestra:

4.5.1 Población:

Figura 17:

Mapas de Perú



Fuente: Elaboración propia

Se tomó como población las cámaras de sedimentación del nivel 1300 en el poblado de Andaychagua, Yauli, Oroya – Junín, ubicada en la unidad minera de Andaychagua – VOLCAN CIA S.A.A.

4.5.2 Muestra:

En el contexto de la Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Los Andes, la selección de muestras para el estudio enfocado en la "Construcción de cámaras de sedimentación con muros de contención convencionales y anclados para el año 2023" se basa en criterios metodológicos rigurosos (Hernandez Sampieri, 2024).

Por lo tanto, una muestra se entiende como una fracción representativa de una población más grande, elegida para investigar las características generales de esa población (Hernandez Sampieri , 2024).

En este estudio, las muestras específicas son dos cámaras de sedimentación, identificadas como cámara A y cámara C, situadas en el nivel 1300 de la mina Andaychagua – VOLCAN S.A.A., seleccionadas durante el periodo de agosto de 2022 a diciembre de 2023.

4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Observación Directa: Esta técnica consiste en examinar de manera presencial el desarrollo de los proyectos en las cámaras de sedimentación, incluyendo aspectos como el proceso constructivo, los materiales empleados, y la cuantificación del acero, entre otros (Hernandez Sampieri , 2024).

Mediciones Físicas: Se realizaron mediciones en el terreno para determinar el rendimiento y las dimensiones de las cámaras, fundamentales para elaborar el presupuesto y diseñar adecuadamente las estructuras (Hernandez Sampieri , 2024).

Análisis Documental: Incluyó la revisión de documentación relacionada con el personal del proyecto y otros documentos relevantes que aportaran información valiosa para el estudio (Hernandez Sampieri , 2024).

Software: Se utilizó el programa SAP 2000 para modelar los muros de contención, complementado con hojas de cálculo para calcular los rendimientos de construcción (Hernandez Sampieri , 2024).

4.7 Técnicas:

En el marco de la investigación dentro del área de Ingeniería Civil en la Universidad Peruana Los Andes, el tratamiento y análisis de los datos se aborda mediante una metodología rigurosa y estructurada (Hernandez Sampieri , 2024).

Para la evaluación y análisis de los datos recogidos, se emplearon técnicas de representación gráfica y numérica, incluyendo el uso de tablas y

figuras estadísticas que facilitan la organización y el entendimiento de las variables estudiadas (Hernandez Sampieri , 2024).

Herramientas como Excel fueron fundamentales para el procesamiento de los datos recolectados, mientras que el software SAP 2000 se utilizó específicamente para el diseño y modelado de muros sometidos a diferentes tipos de cargas (Hernandez Sampieri , 2024).

4.8 Aspectos éticos;

En el desarrollo de esta investigación dentro del campo de la ingeniería civil, particularmente en la Universidad Peruana Los Andes, se ha puesto especial énfasis en adherirse a un estricto código ético, conforme a los lineamientos proporcionados por el Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería (Tamayo , 2024).

Según Hernandez Sampieri (2024) la investigación se ha guiado por principios éticos fundamentales que aseguran la responsabilidad y el respeto en todas las fases del estudio.

Además, este trabajo busca establecer un precedente para investigaciones futuras relacionadas con las metodologías de encofrado y desencofrado de muros anclados, subrayando la trascendencia de mantener prácticas éticas rigurosas (Tamayo , 2024).

Esto incluye garantizar la originalidad y veracidad de los datos recopilados, así como asegurar la integridad en la gestión y presentación de los hallazgos (Tamayo , 2024).

La adopción de estos principios éticos no solo refleja el compromiso con la excelencia académica y profesional, sino que también establece un marco sólido para la conducción de futuros proyectos de ingeniería civil, promoviendo

así un legado de investigación honesta y confiable en la Universidad Peruana Los Andes (Tamayo , 2024).

Se enfatiza la importancia de evitar el plagio, la falsificación de datos, o el uso indebido de material académico sin el debido reconocimiento (Hernandez Sampieri , 2024).

De esta manera, el investigador se compromete a adherirse a las normativas éticas de la universidad, aceptando someterse a cualquier verificación que asegure la autenticidad y la veracidad del trabajo investigativo presentado (Hernandez Sampieri , 2024).

Este enfoque no solo garantiza la precisión y la validez de los resultados obtenidos sino que también refuerza el compromiso con los estándares éticos y académicos de la Universidad Peruana Los Andes, contribuyendo así al avance del conocimiento en el campo de la Ingeniería Civil con integridad y responsabilidad (Hernandez Sampieri , 2024).

CAPÍTULO V

V. RESULTADOS

5.1 Descripción del diseño tecnológico:

En el marco de este proyecto de ingeniería civil, se llevó a cabo un estudio detallado centrado en el diseño tecnológico aplicado a dos cámaras ubicadas en el nivel 1300 de la mina Andaychagua, operada por Volcán Compañía Minera S.A.

La recopilación de datos implicó la medición del progreso en términos de metros cuadrados y el registro del tiempo invertido en horas.

Se efectuó un análisis estadístico exhaustivo, poniendo especial énfasis en la composición de la cuadrilla de trabajo y en las fluctuaciones de costos asociadas al proyecto.

Para la fase de diseño, se incorporaron muestras y recomendaciones específicas provenientes del departamento de geomecánica, asegurando que el diseño final estuviera fundamentado en criterios técnicos sólidos y adaptados a las condiciones geológicas específicas de la mina.

Este enfoque metodológico, que combina la recogida sistemática de datos con el análisis estadístico y la integración de conocimientos especializados en geomecánica, subraya la importancia de una planificación y ejecución cuidadosas en proyectos de ingeniería civil. Realizado en el contexto académico de la Universidad Peruana Los Andes.

Por lo cual , este estudio contribuye significativamente a las prácticas de ingeniería, ofreciendo perspectivas valiosas sobre la gestión eficiente de recursos, la optimización de procesos constructivos y el diseño basado en evidencia técnica, todo ello en busca de mejorar la seguridad y la eficacia en el ámbito minero.

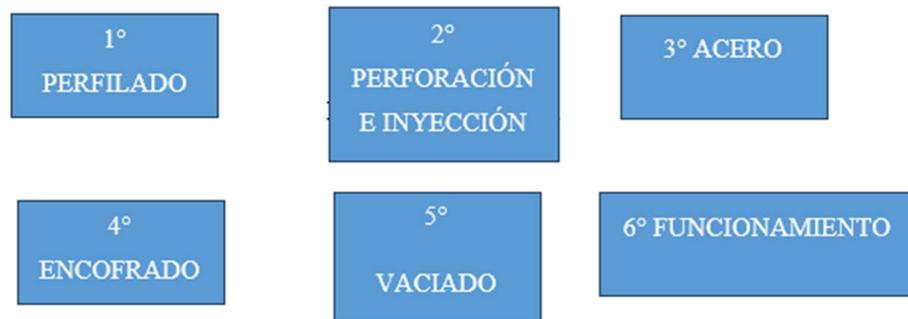
5.2 Descripción de resultados:

El proyecto construido por la empresa tecnomin data S.A., como subcontratista, para realizar las actividades actualmente cuenta con un conjunto de sistemas de Bombeo en serie o cascada que evacúan el agua de drenaje de mina proveniente de los niveles inferiores hacia superficie, HKM está desarrollando la Ingeniería Básica y Detalle para el Sistema de Bombeo del Nv. 1300 que descarga en el Nv. 1200. Para ello se requiere muros de concreto armado que sirvan de soporte de la plataforma de bombas y revestimiento en la poza de bombeo ubicado en el Nv. 1300.

El tren de trabajo de las actividades que se desarrollan en la obra es:

Figura 18:

Procesos



Fuente: (Tecnomin data, 2024)

Este estudio se sitúa en el ámbito de la investigación descriptiva al enfocarse en el análisis y la interpretación de las características actuales, así como en los procesos que subyacen a los fenómenos estudiados (Tamayo , 2024).

Este tipo de investigación se centra en detallar cómo operan ciertos elementos o grupos en la actualidad, apuntando hacia las dinámicas predominantes o el funcionamiento de determinados aspectos en el momento presente (Tamayo , 2024).

5.2.1 Comparativo:

Dentro del marco de este estudio, se realiza un análisis comparativo en relación a los sistemas de encofrado, evaluando aspectos como la maniobrabilidad, costos, la calidad después del vaciado y los distintos tipos de encofrados disponibles (Llamuca Benalcázar & Morales Villagrán , 2024) .

Se observa que el transporte manual o mecánico de paneles y puntales resulta ser más tardado en comparación con sistemas previos. Este método se caracteriza por su mayor rigidez y peso, lo cual reduce significativamente la probabilidad de desplomes o deformaciones en los acabados finales.

La exploración de estos aspectos dentro del campo de la ingeniería civil, especialmente en estudios realizados en la Universidad Peruana Los Andes, refleja un enfoque comprometido con la identificación y análisis de las prácticas constructivas más eficientes (Llamuca Benalcázar & Morales Villagrán , 2024) .

Al examinar meticulosamente las propiedades y resultados asociados a diferentes sistemas de encofrado, este estudio contribuye al cuerpo de conocimiento existente, proporcionando insights valiosos para la optimización de procesos constructivos y la mejora en la calidad de las estructuras civiles (Llamuca Benalcázar & Morales Villagrán , 2024) .

5.2.2 Curvas de Productividad:

. En el ámbito de la ingeniería civil, específicamente en investigaciones realizadas en la Universidad Peruana Los Andes, se destaca la importancia de la monitorización de la productividad en proyectos de construcción (Huertas Pineda , 2024).

Para comprender adecuadamente la eficiencia del trabajo en obra, es esencial el seguimiento de los rendimientos diarios a través de curvas de productividad, lo cual requiere la recolección y análisis de datos siguiendo una metodología específica (Huertas Pineda , 2024).

Los pasos para la elaboración de estas curvas incluyen:

Primera etapa: Registro del Tareo Diario, que indica el total de horas hombre dedicadas a la actividad específica cada día (Huertas Pineda , 2024).

Segunda etapa: Documentación del Metrado Diario, reflejando el volumen de trabajo completado por la cuadrilla en el día (Huertas Pineda , 2024).

Tercera etapa: Cálculo del Tareo Acumulado a lo largo del proyecto.

Cuarta etapa: Sumatoria del Metrado Acumulado, que representa la producción total hasta la fecha (Huertas Pineda , 2024).

Quinta etapa: Determinación del Rendimiento Diario, a partir de la relación entre el tareo diario y el metrado diario.

Sexta etapa: Estimación del Rendimiento Promedio, calculado como la división del tareo acumulado entre el metrado acumulado (Huertas Pineda , 2024).

Séptima etapa: Identificación del Rendimiento Presupuestado, según lo estipulado en el presupuesto del proyecto.

Octava etapa: Cálculo de Horas Ganadas/Perdidas, derivado de ajustar el rendimiento presupuestado al progreso diario y sustrayendo las horas hombre utilizadas (Huertas Pineda , 2024).

Novena etapa: Acumulación de las Horas Ganadas/Pérdidas a lo largo del tiempo (Huertas Pineda , 2024).

A partir de estos datos, se generan tres curvas de productividad diferenciadas por colores para una visualización clara del rendimiento:

Curva Verde: Representa el Rendimiento Presupuestado (Huertas Pineda , 2024).

Curva Roja: Muestra el Rendimiento Promedio.

Curva Azul: Indica el Rendimiento Diario (Huertas Pineda , 2024).

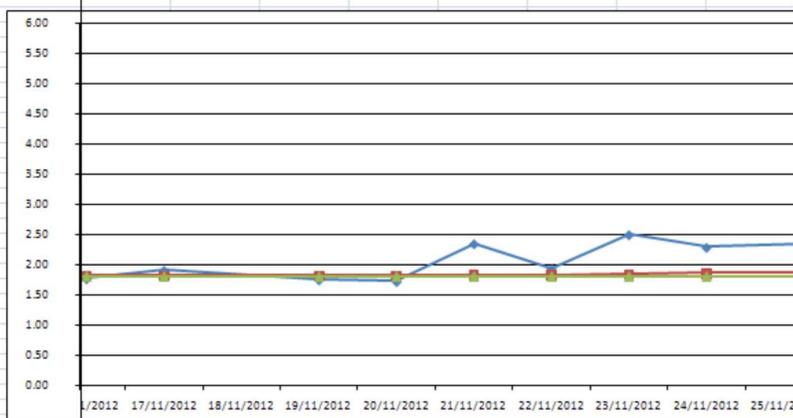
Este enfoque metodológico no solo permite una evaluación precisa de la productividad en proyectos de construcción, sino que también facilita la identificación de desviaciones respecto a lo planificado, permitiendo la implementación de medidas correctivas de manera oportuna (Huertas Pineda , 2024).

La aplicación de estas prácticas en la Universidad Peruana Los Andes subraya el compromiso con la excelencia y la mejora continua en el campo de la ingeniería civil.

Tabla 6 :

Procesos:

Descripción / Fecha	17/11/2012	19/11/2012	20/11/2012	21/11/2012	22/11/2012	23/11/2012	24/11/2012	26/11/2012
1 HH diario	209.00	191.50	188.50	257.50	247.00	274.00	251.00	259.00
2 Avance diario	110.00	110.00	110.00	110.00	128.31	110.00	110.00	110.00
3 HH Acumulado	7,535.50	7,727.00	7,915.50	8,173.00	8,420.00	8,694.00	8,945.00	9,204.00
4 Avance acumulado	4,150.44	4,260.44	4,370.44	4,480.44	4,608.75	4,718.75	4,828.75	4,938.75
5 Rendimiento diario	1.90	1.74	1.71	2.34	1.93	2.49	2.28	2.35
6 Rendimiento acumulado	1.82	1.81	1.81	1.82	1.83	1.84	1.85	1.86
7 Rendimiento Presupuesto	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
8 HH ganadas / perdidas diario	-11.00	6.50	9.50	-59.50	-16.04	-76.00	-53.00	-61.00
9 HH ganadas / perdidas Acumula	-64.71	-58.21	-48.71	-108.21	-124.25	-200.25	-253.25	-314.25



Fuente: Elaboración propia

En el contexto del estudio de ingeniería civil en la Universidad Peruana Los Andes, se realizó un meticuloso análisis de la eficiencia laboral mediante la observación de nueve equipos diferentes de encofradores durante la construcción de muros anclados (Benitez Gasca, 2019).

Este seguimiento comenzó con el proceso de desencofrado a las 7:30 a.m. y finalizó con el encofrado alrededor de las 4:00 p.m. Cada equipo estaba compuesto por tres operarios, y se evaluó su desempeño en función de la finalización de tareas asignadas hasta la conclusión de sus labores diarias.

Las tareas evaluadas y agrupadas para el análisis correspondieron a las categorías establecidas en la sección 2.6 del estudio. A través de este enfoque,

se lograron identificar patrones de trabajo y rendimiento entre las distintas cuadrillas (Benitez Gasca, 2019).

Este procedimiento permitió no solo evaluar la eficiencia y la productividad de los equipos de trabajo en la construcción de infraestructura crítica, sino también proporcionar datos valiosos para la optimización de los procesos constructivos (Benitez Gasca, 2019).

La estructuración del análisis, centrada en equipos de tres operarios y basada en las tareas completadas durante el horario laboral establecido, refleja un enfoque práctico y detallado hacia la mejora continua en la gestión de proyectos de construcción (Benitez Gasca, 2019).

Los resultados obtenidos de este análisis ofrecen insights significativos para la planificación y ejecución de futuros proyectos de ingeniería civil, destacando la importancia de una gestión eficiente del personal y los recursos en el campo (Benitez Gasca, 2019).

5.2.3 PRESUPUESTO: Muro Anclado – Muro Convencional:

Se tomará en cuenta no solo la comparación costo-tiempo, sino también el factor seguridad, muy Importante hoy en día. Para ello vamos a tomar como ejemplo las cámaras de sedimentación del nivel 1300 volcán andayhagua.

Tabla 7:

Presupuesto



PRESUPUESTO CAMARA A

SERVICIO DE CONSTRUCCIÓN OBRAS CIVILES EN SISTEMA DE BOMBEO NV 1300 DE MINA ANDAYCHAGUA

ITEM	DESCRIPCION	PRESUPUESTO CONTRACTUAL			
		Und	Cant	Costo Unitario \$/.	Costo Parcial \$/.
SERVICIO DE CONSTRUCCIÓN OBRAS CIVILES EN SISTEMA DE BOMBEO NV 1300 DE MINA ANDAYCHAGUA					
01	OBRAS PRELIMINARES				
01.01	TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS	vje	10.00	120.16	1201.60
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	249.34	2.25	561.02
01.03	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	249.34	5.51	1373.86
01.04	SEGURIDAD Y SEÑALIZACION	gbl	1.50	614.16	921.24
01.05	SISTEMA CONTRA INCENDIO ANSUL	gbl	1.00	3800.00	3800.00
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.01	EXCAVACION EN TERRENO ROCOSO	m3	50.76	158.03	8021.60
02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A 30 M	m3	88.83	17.40	1545.64
02.04	PERFILADO MANUAL DE SUPERFICIES	m2	180.00	5.66	1018.80
03	CONCRETO SIMPLE				
03.01	CONCRETO f'c = 100 Kg/cm2 E = 4° SOLADOS (Volcan Suministra)	m2	27.07	14.18	383.88
04	CONCRETO ARMADO				
04.02	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 kg/cm2 (SOLO M. DE O.) VCM suministra	m3	83.36	53.86	4489.74
04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	134.05	21.80	2922.18
04.04	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 (M.O. Volcan provisiona acero	kg	690.43	1.38	949.34
04.05	JUNTA WATER STOP 30 CM	m	69.45	17.79	1235.52
04.06	JUNTA CON TEKNOPORT E=1"	m	16.95	5.83	98.82
04.07	PERFORACION DE CANGAMOS DE #1"	und	690.00	24.91	17187.90
04.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE CANGAMOS FIERRO 1"	kg	4108.95	2.30	9450.59
05.05	PUENTE DE ADHERENCIA SIKADUR 32	l	69.58	10.83	753.55
06	CUNETAS				
06.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 (SOLO M. DE O.) VCM suministra	m3	21.84	57.23	1249.90
06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	128.70	21.80	2805.66
06.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 (M.O. Volcan provisiona acero	kg	2402.40	1.38	3303.30
06.04	JUNTA WATER STOP E=22 CM	m	78.00	13.87	1081.86
06.05	JUNTA CON TEKNOPORT E=1"	m	39.00	5.83	227.37
COSTO DIRECTO					\$ 64,583.37
GASTOS GENERALES (15%)					9687.51
UTILIDAD (10%)					6458.34
TOTAL PRESUPUESTO (NO INCLUYE IGV.)					\$ 80,729.21
AVANCE ACTUAL					
AVANCE ACUMULADO					

Fuente: El autor

Tabla 8:

Presupuesto Cámara C

 PRESUPUESTO CAMARA C SERVICIO DE CONSTRUCCIÓN OBRAS CIVILES EN SISTEMA DE BOMBEO NV 1300 DE MINA ANDAYCHAGUA		PRESUPUESTO CONTRACTUAL			
ITEM	DESCRIPCION	Und	Cant	Costo Unitario \$/.	Costo Parcial \$/.
	#!REF!				
01	OBRAS PRELIMINARES				
01.01	TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS	vje	10.00	120.16	1201.60
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	249.34	2.25	561.02
01.03	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	249.34	5.51	1373.86
01.04	SEGURIDAD Y SEÑALIZACION	gbl	1.50	614.16	921.24
01.05	SISTEMA CONTRA INCENDIO ANSUL	gbl	1.00	3800.00	3800.00
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.01	EXCAVACION EN TERRENO ROCOSO	m3	50.76	158.03	8021.60
02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A 30 M	m3	88.83	17.40	1545.64
02.04	PERFILADO MANUAL DE SUPERFICIES	m2	180.00	5.66	1018.80
03	CONCRETO SIMPLE				
03.01	CONCRETO F'C= 100 Kg/cm2 E= 4" SOLADOS (Volcan Suministra	m2	27.07	14.18	383.88
04	CONCRETO ARMADO				
04.02	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 kg/cm2 (SOLO M. DE O.) VCM suministra	m3	83.36	53.86	4489.74
04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL.	m2	134.05	21.80	2922.18
04.04	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 (M.O. Volcan provisiona acero	kg	690.43	1.38	949.34
04.05	JUNTA WATER STOP 30 CM	m	69.45	17.79	1235.52
04.06	JUNTA CON TEKNOPORT E=1"	m	16.95	5.83	98.82
06	CUNETAS				
06.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 (SOLO M. DE O.) VCM suministra	m3	21.84	57.23	1249.90
06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL.	m2	128.70	21.80	2805.66
06.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 (M.O. Volcan provisiona acero	kg	2402.40	1.38	3303.30
06.04	JUNTA WATER STOP E=22 CM	m	78.00	13.87	1081.86
06.05	JUNTA CON TEKNOPORT E=1"	m	39.00	5.83	227.37
	COSTO DIRECTO				\$ 37,191.34
	GASTOS GENERALES (15%)				5578.70
	UTILIDAD (10%)				3719.13
	TOTAL PRESUPUESTO (NO INCLUYE IGV.)				\$ 46,489.17
	AVANCE ACTUAL				
	AVANCE ACUMULADO				

Fuente: Elaboración propia.

“La diferencia de costo es de \$ 34,240.04 dólares”

5.2.4 Análisis de comparación tiempo de ejecución:

En el ámbito de la ingeniería civil, específicamente en la investigación llevada a cabo en la Universidad Peruana Los Andes, se ha efectuado un análisis comparativo centrado en los tiempos de ejecución de obras para Muros Anclados en contraste con los Muros Convencionales (Muñoz Beltrán , 2024) .

Este estudio toma como referencia los tiempos reales de construcción observados en proyectos que incorporan Muros Anclados, comparándolos con los plazos programados inicialmente para la edificación de Muros Convencionales en dos estructuras contiguas (Muñoz Beltrán , 2024) .

Es crucial señalar que, para una comparación equitativa, se considera no solo el tiempo destinado a la construcción de los Muros Convencionales, sino también el periodo requerido para la ejecución de muros de contención perimetral o placas hasta alcanzar el nivel de referencia +0.00 (Muñoz Beltrán , 2024) .

Esta metodología se justifica por el hecho de que el Muro Anclado ofrece una solución integral, desempeñando simultáneamente las funciones de un muro de contención perimetral (Muñoz Beltrán , 2024) .

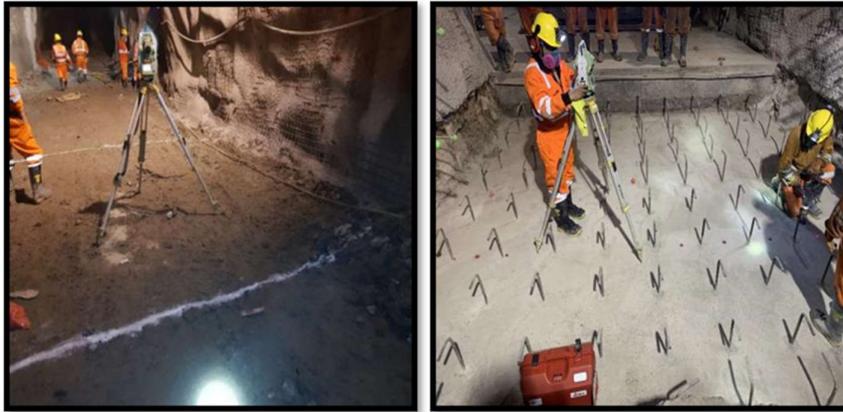
Este enfoque comparativo es esencial para entender las implicaciones temporales de la elección entre diferentes técnicas de construcción de muros de contención (Muñoz Beltrán , 2024) .

Los hallazgos de este análisis no solo iluminan las diferencias en eficiencia y tiempo de ejecución entre estas dos metodologías constructivas, sino que también proveen datos valiosos para la planificación y gestión efectiva de proyectos de construcción civil (Muñoz Beltrán , 2024) .

Al comparar los tiempos reales con los programados, este estudio contribuye significativamente al cuerpo de conocimientos en ingeniería civil, facilitando la toma de decisiones informadas sobre las prácticas constructivas más adecuadas para proyectos específicos, teniendo en cuenta tanto la eficiencia en el tiempo como la funcionalidad estructural a largo plazo (Muñoz Beltrán , 2024) .

Figura 19:

Muro convencional



Fuente: El autor

En el contexto de la ingeniería civil, especialmente en estudios realizados en la Universidad Peruana Los Andes, se ha investigado la eficiencia del proceso constructivo tanto de muros de contención convencionales como de muros anclados (Jorgen, 2024) .

La construcción de muros convencionales se caracteriza por seguir un método tradicional, edificándose desde la base hacia arriba, lo cual permite una ejecución más rápida comparada con los muros anclados (Jorgen, 2024) .

Estos últimos requieren de procesos adicionales, como la perforación en los hastiales, lo que implica un tiempo de construcción considerablemente mayor (Jorgen, 2024) .

Para profundizar en esta comparativa, se realizaron observaciones específicas de la eficiencia laboral en dos equipos distintos de encofradores durante la ejecución de muros anclados (Jorgen, 2024) .

Estas observaciones comenzaron a las 8:00 a.m. con el proceso de desencofrado, extendiéndose hasta aproximadamente las 5:00 p.m. al concluir las actividades de encofrado (Jorgen, 2024) .

En este análisis, se mantuvo constante el número de operarios por equipo en tres, enfocándose en el cumplimiento de tareas específicas hasta la finalización de sus labores (Jorgen, 2024) .

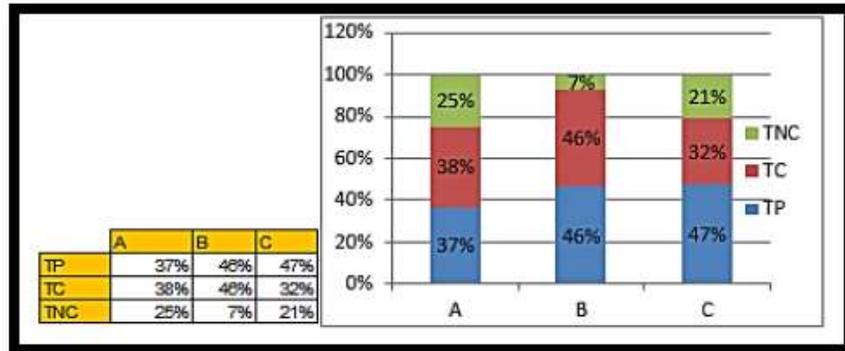
Los resultados obtenidos, detallados según lo descrito en la sección 2.6 del estudio, arrojaron luz sobre el ritmo y eficiencia del trabajo en estas condiciones, con la cuadrilla 1 operando desde las 8:00 a.m. hasta las 5:00 p.m (Jorgen, 2024) .

Este análisis subraya la importancia de considerar los tiempos de ejecución y la eficiencia laboral en la elección entre muros convencionales y muros anclados (Jorgen, 2024) .

Estos hallazgos no solo aportan a la comprensión de las implicaciones prácticas en términos de tiempo y recursos humanos en proyectos de construcción, sino que también ofrecen datos valiosos para la planificación y gestión de obras en el ámbito de la ingeniería civil, reforzando la necesidad de una selección informada del método constructivo que mejor se ajuste a los requerimientos y limitaciones de cada proyecto específico (Jorgen, 2024) .

Tabla 9:

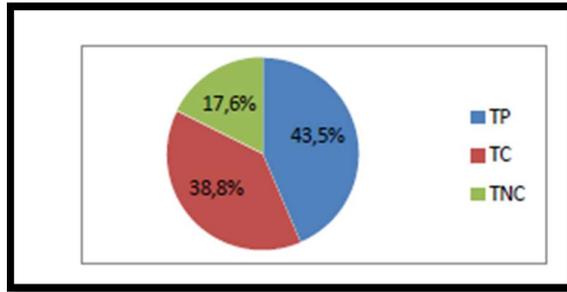
Cuadrilla



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10:

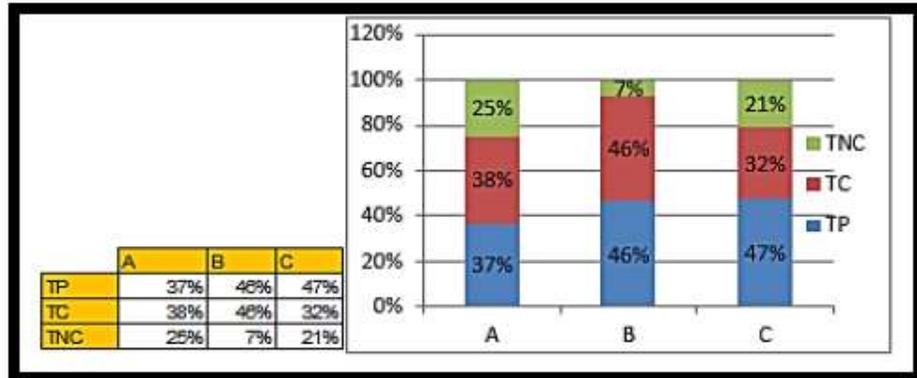
Porcentaje de TP, TC y TNC



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11:

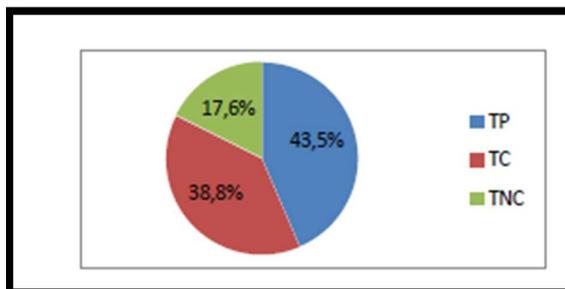
Porcentaje de TP, TC y TNC



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12:

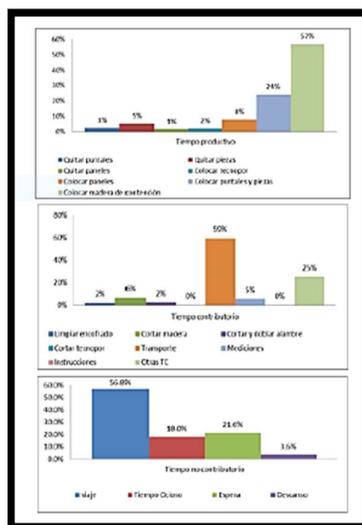
TP, TC y TNC



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13:

Porcentaje

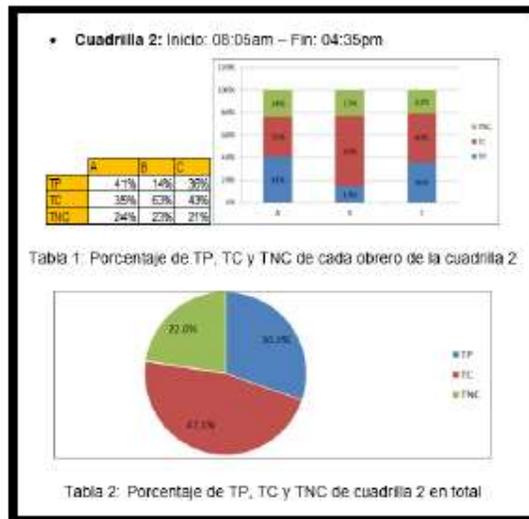


Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14:

Distribución.

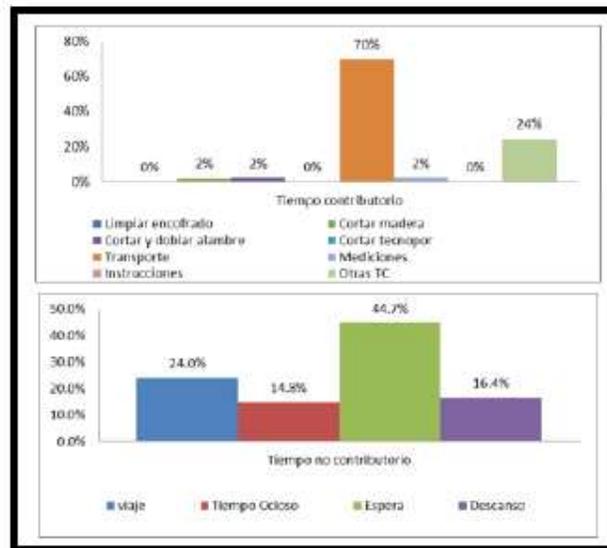
➤ *Cuadrilla 2: Inicio: 08:05am – Fin: 04:35pm*



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15:

Distribución detallada

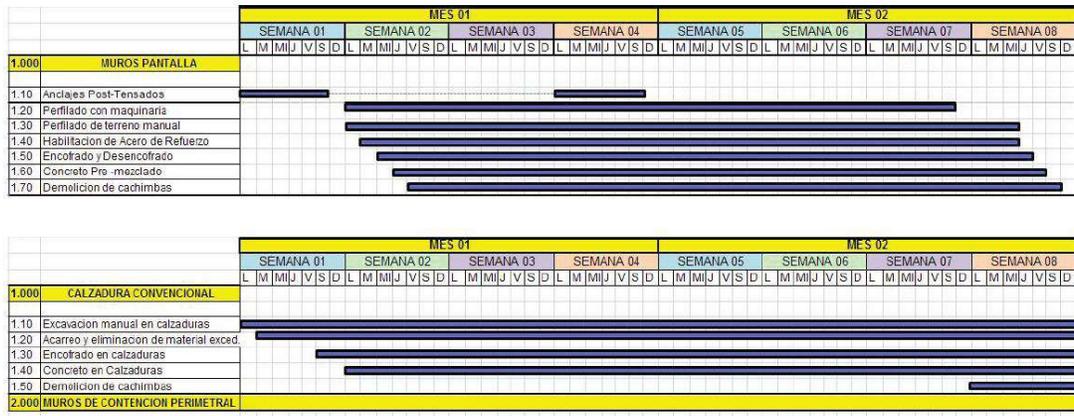


Fuente: Elaboración propia.

El cuadro N° 16 muestra la comparación de Tiempo de Ejecución entre Muro Anclado o muros convencionales-

Tabla 16 :

Tiempo de Ejecución



Fuente: Elaboración propia.

5.3 Procedimiento constructivo optimizado:

En el marco de los estudios de ingeniería civil en la Universidad Peruana Los Andes, se ha llevado a cabo una investigación orientada a optimizar los procedimientos constructivos, en particular, con el segundo objetivo específico de evaluar la diferencia temporal entre la construcción de muros de contención convencionales y muros anclados en proyectos de cámaras de sedimentación, como se observó en el proyecto Volcán 2023 (Dinda, 2024) .

Se encontró que los muros de contención tradicionales se construyen de manera secuencial, desde la base hasta la cima, siguiendo un método constructivo estándar que permite completar la obra en un periodo de tiempo relativamente corto (Dinda, 2024) .

Por otro lado, la edificación de muros anclados implica un proceso más complejo y prolongado, principalmente debido a la necesidad de efectuar perforaciones en los hastiales para la instalación de los anclajes, lo cual incrementa el tiempo total de construcción (Dinda, 2024) .

Este hallazgo subraya la importancia de considerar las implicaciones temporales y logísticas al elegir entre muros de contención convencionales y muros anclados para proyectos específicos (Dinda, 2024) .

La elección del tipo de muro no solo debe basarse en criterios estructurales y de estabilidad, sino también en la eficiencia temporal de su construcción, un factor crucial para la planificación y gestión de proyectos de ingeniería civil (Dinda, 2024) .

Esta investigación aporta una perspectiva valiosa para la comunidad académica y profesional, promoviendo un enfoque más informado en la selección de técnicas constructivas que se alineen con los objetivos de tiempo, costo y calidad de los proyectos (Dinda, 2024) .

5.3.1 Análisis de comparación de diseño:

5.3.1.1 Análisis y diseño:

Dentro de la disciplina de la ingeniería civil en la Universidad Peruana Los Andes, el estudio de la estabilidad de muros de contención se fundamenta en la evaluación metódica de aspectos críticos como la geometría de la estructura y los coeficientes utilizados en el diseño (Dinda, 2024) .

Esta evaluación se realiza considerando dos tipos principales de condiciones de carga que pueden afectar la integridad y funcionalidad de dichas estructuras:

Las cargas estáticas, que corresponden a las condiciones operativas regulares bajo las cuales se espera que la estructura realice su función sin incidencias (Dinda, 2024) .

Las cargas sísmicas, que se refieren a condiciones de carga excepcionales y potencialmente extremas, resultantes de eventos sísmicos (Dinda, 2024) .

Este enfoque integral asegura que los muros de contención no solo sean capaces de soportar las demandas cotidianas de su entorno operativo sino que también estén preparados para resistir los efectos de eventos sísmicos significativos (Dinda, 2024) .

La consideración de estos escenarios refleja la adhesión a estándares de diseño estructural que priorizan la seguridad, durabilidad y resiliencia de las construcciones

civiles, en consonancia con las normativas y prácticas recomendadas tanto a nivel nacional como internacional (Dinda, 2024) .

Este método de análisis y diseño es esencial para el avance y la implementación de soluciones de ingeniería civil que enfrentan los retos estructurales del presente y del futuro (Dinda, 2024) .

Datos Geométricos

Tabla 17:

Datos Geométricos Muro cámara A

A	=	0.350 m	(Ancho superior)
C	=	0.550 m	(Ancho inferior)
T	=	2.800 m	(Talón)
P	=	1.150 m	(Pié)
B	=	4.500 m	(Ancho de la zapata)
K	=	0.000 m	(Ancho de la llave de corte)
H	=	5.100 m	(Altura del muro)
h	=	0.650 m	(Peralte de la zapata)
h1	=	0.000 m	(Altura del relleno en la punta)
h2	=	0.000 m	(Altura de la llave de corte)
hr	=	0.000 m	(Altura del relleno encima de la cresta)

Fuente: Elaboración propia.

Características mecánicas

Tabla 18:

Datos Mecánicas Muro cámara A

γ_o	=	2400.00 kg/m ³	(Densidad del concreto armado)
γ_{agua}	=	1000.00 kg/m ³	(Densidad del agua)

Fuente: Elaboración propia.

Capacidad

Tabla 19 :

Capacidad

$\sigma_{\text{md estático}}$	=	3.50 kg/cm ²	Capacidad portante del terreno para solicitaciones estáticas (asumido)
$\sigma_{\text{md estático}}$	=	4.20 kg/cm ²	Capacidad portante del terreno para solicitaciones dinámicas (asumido)
μ	=	0.75	Coefficiente de fricción suelo - concreto

Fuente: Elaboración propia.

Características:

Tabla 20:

Características de los materiales del Muro de la cámara A

f'_c	=	280 kg/cm ²	Resistencia característica a la compresión
f_y	=	4200 kg/cm ²	Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo
$\gamma_{c.a}$	=	2400 kg/cm ³	Peso específico del concreto armado

Fuente: Elaboración propia.

Factores de seguridad

En condiciones estáticas

En condiciones dinámicas

$$FSV = 1.50$$

$$FSV = 1.50$$

$$FSD = 1.50$$

$$FSD = 1.50$$

5.3.1.2 Evaluación:

Caso I: ESTÁTICO D+L+H

a) Cargas aplicadas

Tabla 21:

Operacionalización

Item	F.V. (kg)	F.H. (kg)	Brazo (x) (m)	Brazo (y) (m)	M.E. (kg-m)	M.D. (kg-m)
Peso Zapata	7020.00		2.250		15795.00	
Peso del Muro	5886.00		1.325		7798.95	
Peso del Agua	15260.00		3.100		47306.00	
Empuje pasivo						
Empuje Hidráulico		15680.00	4.500	2.033	0.00	31882.67
	28166.00				70899.95	31882.67

Fuente: Elaboración propia.

M.E. = Momento estabilizador

M.D. = Momento desestabilizador

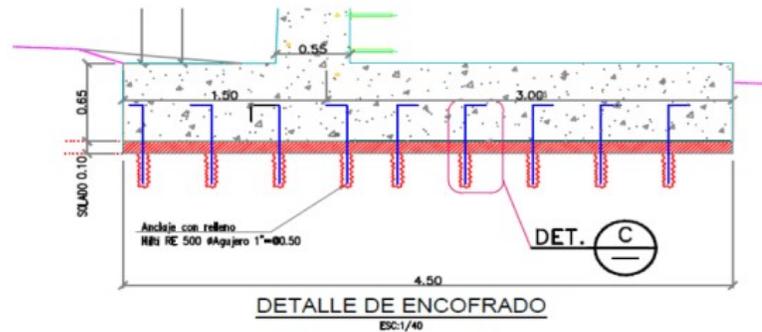
b) Evaluación de estabilidad al vuelco (FSV) y deslizamiento (FSD)

FSV = 2.22 OK

FSD = 1.35 REQUIERE EL USO DE ANCLAJE

Figura 20:

Detalle de anclaje en Muro de la cámara A



Fuente: (Alva Hurtado , 2024)

5.3.1.3 Análisis y diseño:

En el campo de la ingeniería civil, particularmente en la Universidad Peruana Los Andes, el análisis y diseño de estructuras, como los muros de contención, involucra una evaluación detallada de diversos factores (Carrasco Díaz , 2024).

Entre estos, la geometría de la estructura y los coeficientes de diseño son cruciales para asegurar su estabilidad y funcionalidad (Carrasco Díaz , 2024).

Este proceso comprende la revisión de la estructura bajo dos escenarios de carga específicos:

Cargas estáticas, que representan las condiciones de operación normales y cotidianas a las que se somete la estructura (Carrasco Díaz , 2024).

Cargas sísmicas, que corresponden a condiciones excepcionales y potencialmente destructivas, derivadas de la actividad sísmica (Carrasco Díaz , 2024).

Este enfoque bifurcado permite a los ingenieros civiles diseñar estructuras que no solo cumplen con los requisitos funcionales y de seguridad bajo condiciones normales, sino que también poseen la resiliencia necesaria para soportar eventos sísmicos extraordinarios (Carrasco Díaz , 2024).

La integración de estos análisis refleja un compromiso con la excelencia en diseño estructural, alineándose con las normativas internacionales y las mejores prácticas en ingeniería civil (Carrasco Díaz , 2024).

Este método de diseño, que considera tanto la operación diaria como los escenarios extremos, es fundamental para el desarrollo de proyectos de construcción seguros y duraderos en la Universidad Peruana Los Andes y en la ingeniería civil en general (Carrasco Díaz , 2024).

Datos

Tabla 22:

Datos

A	=	0.350 m	(Ancho superior)
C	=	0.650 m	(Ancho inferior)
T	=	2.700 m	(Talón)
P	=	1.150 m	(Pié)
B	=	4.500 m	(Ancho de la zapata)
K	=	0.000 m	(Ancho de la llave de corte)
H	=	5.440 m	(Altura del muro)
h	=	0.750 m	(Peralte de la zapata)
h1	=	0.000 m	(Altura del relleno en la punta)
h2	=	0.000 m	(Altura de la llave de corte)
hr	=	0.000 m	(Altura del relleno encima de la cresta)

Fuente: El autor.

Características:

Tabla 23:

Características

γ_o	=	2400.00 kg/m ³	(Densidad del concreto armado)
γ_{agua}	=	1000.00 kg/m ³	(Densidad del agua)

Fuente: Elaboración propia.

Capacidad

Tabla 24:

Capacidad

f'_c	=	280 kg/cm ²	Resistencia característica a la compresión
f_y	=	4200 kg/cm ²	Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo
$\gamma_{c.a}$	=	2400 kg/cm ³	Peso específico del concreto armado

Fuente: Elaboración propia.

Características:

Tabla 25:

Características

$\sigma_{\text{adm}} \text{ estático}$	=	3.50 kg/cm ²	Capacidad portante del terreno para sollicitaciones estáticas (asumido)
$\sigma_{\text{adm}} \text{ estático}$	=	4.20 kg/cm ²	Capacidad portante del terreno para sollicitaciones dinámicas (asumido)
μ	=	0.75	Coefficiente de fricción suelo - concreto

Fuente: Elaboración propia.

Factores de seguridad

En condiciones estáticas

$$\text{FSV} = 1.50$$

$$\text{FSD} = 1.50 \quad \text{ok}$$

5.3.1.4 Evaluación de la estabilidad:

Caso I: ESTATICO D+L+H

a) Cargas aplicadas

Tabla 26:

Operacionalización

Item	F.V. (kg)	F.H. (kg)	Brazo (x) (m)	Brazo (y) (m)	M.E. (kg-m)	M.D. (kg-m)
Peso Zapata	7020.00		2.250		15795.00	
Peso del Muro	7176.00		1.325		9508.20	
Peso del Agua	16146.00		3.150		50859.90	
Empuje pasivo						
Empuje Hidráulico		18788.45	4.500	2.210	0.00	41522.47
	30342.00				76163.10	41522.47

Fuente: Elaboración propia

M.E. = Momento estabilizador

M.D. = Momento desestabilizador

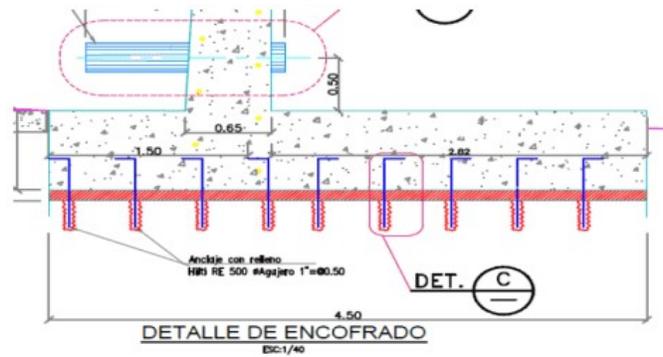
b) Evaluación de estabilidad al vuelco (FSV) y deslizamiento (FSD)

FSV = 1.83 **OK**

FSD = 1.21 REQUIERE EL USO DE ANCLAJE

Figura 21:

Cámara



Fuente: (Alva Hurtado , 2024).

Figura 22:

Fisuras y muros



Fuente: (Alva Hurtado , 2024).

La importancia del diseño en la ejecución exitosa y eficiente de proyectos de construcción es innegable, y este juega un rol crucial en la determinación de los costos asociados (Caro Perdigón, 2024).

Específicamente, en el ámbito de la construcción de muros de contención, el diseño influye directamente en el presupuesto del proyecto (Caro Perdigón, 2024).

La utilización de muros anclados, aunque representa una inversión inicial más elevada, es recomendada para este tipo de obras debido a su mayor eficacia en comparación con los métodos convencionales. Los muros construidos con técnicas tradicionales a menudo enfrentan problemas de integridad estructural, como fisuras significativas o incluso colapsos, que los muros anclados están diseñados para evitar (Caro Perdigón, 2024).

En este contexto, la elección de muros anclados se justifica por su capacidad para ofrecer una solución más robusta y duradera frente a los desafíos estructurales (Caro Perdigón, 2024).

Este enfoque no solo garantiza una mayor seguridad y estabilidad a largo plazo, sino que también se alinea con las mejores prácticas recomendadas en ingeniería civil, especialmente dentro del marco académico y profesional de la Universidad Peruana Los Andes (Caro Perdigón, 2024).

La adopción de tecnologías avanzadas y métodos de construcción innovadores, como los muros anclados, refleja un compromiso con la calidad y la excelencia en la ejecución de obras civiles, reconociendo la interdependencia entre el diseño, la funcionalidad y los costos de construcción (Caro Perdigón, 2024).

CAPÍTULO VI

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Incidencia del presupuesto:

En el contexto de la Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Los Andes, este análisis profundiza en las diferencias y ventajas entre el uso de muros de contención anclados y convencionales, aplicados específicamente a la construcción de cámaras de sedimentación para el proyecto "Volcán 2023". La discusión de los resultados se estructura en torno a tres ejes principales: presupuesto, tiempo de construcción, y diseño de los muros.

Presupuesto: La investigación reveló que la implementación de muros de contención anclados representa un costo significativamente mayor, ascendiendo a 215,051.62 dólares, en comparación con los muros convencionales, cuyo presupuesto es de 176,448.72 dólares.

Esta diferencia de 38,602.62 dólares se alinea con estudios previos, que destacan la necesidad de muros anclados en proyectos urbanos con numerosos sótanos, subrayando su seguridad y eficacia en el sostenimiento de taludes (Urteaga Macucachi , 2022).

6.2 Diferencia en el tiempo de construcción:

Tiempo de Construcción: Se constató que los muros convencionales se construyen más rápidamente al seguir un método tradicional, mientras que los muros anclados requieren más tiempo debido a procesos adicionales como la perforación.

Este hallazgo es consistente con la investigación de Lacera (2024) que enfatiza las ventajas técnicas y económicas de los muros anclados en ciertas

condiciones geotécnicas y también resalta su capacidad para prevenir fallas en taludes durante excavaciones.

6.3. Variación en el diseño:

Variación en el Diseño: El estudio también identificó que, mientras algunos muros de contención sufrieron colapsos debido a la presión hidráulica, otros se mantuvieron estables.

Esto concuerda con la investigación que indica que los muros anclados, a través de un diseño y mezcla mejorados, ofrecen soluciones óptimas para excavaciones profundas (Barrera Hernández, 2021) .

Por otra parte, investigaciones adicionales, respaldan la eficacia de estas estructuras para estabilizar taludes y cámaras de sedimentación, mejorando así la seguridad y durabilidad de las construcciones (Barrera Hernández, 2021) .

La discusión de estos resultados subraya la importancia de considerar todos los aspectos -costo, tiempo, y diseño- al elegir entre muros de contención anclados y convencionales para proyectos de ingeniería civil (Barrera Hernández, 2021) .

CONCLUSIONES

En el sexto capítulo de la investigación, se presenta como conclusión que la inversión necesaria para la implementación de muros de contención que utilizan tecnología de anclajes se estima en 215,051 dólares. Este monto supera el costo asociado a la construcción de muros de contención tradicionales, calculado en 176,448 dólares, evidenciando una diferencia notable de 38,602 dólares en favor de la opción convencional.

Sin embargo, la elección de muros anclados para proyectos de cámaras de sedimentación se destaca por ofrecer beneficios significativos que compensan el mayor desembolso inicial. Entre estos beneficios se encuentran una mejora en la resistencia y la durabilidad de la estructura a lo largo del tiempo, la reducción de las necesidades de mantenimiento, la capacidad de implementar diseños más vanguardistas y la versatilidad para ajustarse a las demandas específicas de cada proyecto, incluyendo, por ejemplo, la integración de sistemas de bombeo para el manejo de aguas termales.

Adicionalmente, los muros con sistemas de anclaje proporcionan un nivel de seguridad incrementado contra movimientos no deseados, gracias a la instalación de los anclajes. Esto contribuye a una mejor distribución de las cargas ejercidas sobre la estructura por el terreno, resultando particularmente ventajoso en zonas caracterizadas por la presencia de formaciones rocosas.

Esta conclusión subraya la importancia de evaluar no solo los costos iniciales en los proyectos de ingeniería civil, sino también los beneficios a largo plazo que ofrecen las tecnologías avanzadas. Específicamente, en el contexto de la Universidad Peruana Los Andes, se enfatiza la relevancia de considerar innovaciones técnicas que, a pesar de representar un mayor costo inicial, prometen mejoras sustanciales en la durabilidad, seguridad, y adaptabilidad de las estructuras de contención, alineándose con las necesidades y desafíos actuales del sector.

RECOMENDACIONES

1. Es crucial asegurar una preparación adecuada de la superficie de la roca antes de la instalación de anclajes. Esta preparación implica realizar un perfilado preciso para garantizar una distribución óptima de los anclajes y el correcto montaje del encofrado.
2. Se recomienda una evaluación exhaustiva de las características estructurales del muro y la geología subyacente para anticipar y gestionar adecuadamente el empuje activo que estas estructuras pueden experimentar.
3. Dada la importancia del agua como un factor crítico en la estabilidad de los muros de contención, se enfatiza la necesidad de investigar y aplicar sistemas de drenaje eficientes que puedan mitigar su impacto negativo y prevenir fallas en los sistemas de sostenimiento.
4. Considerando la capacidad de los muros para mejorar las propiedades mecánicas del suelo, se sugiere realizar estudios adicionales sobre su aplicación en diversos contextos, tales como el refuerzo de suelos, el apoyo estructural adicional, y la creación de cámaras de seguridad, entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Rodríguez Moguel , E. (2024). *Metodología de la investigación: La creatividad, el rigor del estudio y la integridad son factores que transforman al estudiante en un profesionalista de éxito*. Mexico D. F.: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

https://doi.org/http://librodigital.sangregorio.edu.ec/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=9645

Alva Hurtado , J. (2024). *Diseño de muros de contención diseño de muros de contención*. Universidad Nacional de Ingeniería Perú.

<https://doi.org/https://www.jorgealvahurtado.com/files/Diseno%20de%20Muros%20de%20Contencion.pdf>

Barrera Hernández, R. A. (2021). *Estudio de prefactibilidad para el diseño, planificación y construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en la colonia el maestro, municipio de Chiquimula*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

https://doi.org/http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2290_IN.pdf

Benitez Gasca, A. E. (2019). *Diseño de cámara de separación por gravedad para partículas de hule y textil*. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México .

<https://doi.org/http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/17064/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bruel y Kjaer. (22 de Febrero de 2024). *Análisis modal clásico*. Obtenido de HBK company : <https://www.bksv.com/es/knowledge/applications/structural-dynamics/modal-analysis>

Camones Salvador , M. A. (2017). *Muros anclados para mejorar el análisis de procesos constructivos en excavaciones profundas del edificio Santo Toribio San Isidro 2017*. Lima: Universidad César Vallejo.

<https://doi.org/https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23106>

- Carbajal Galarza, G., & Bermudez Palomino, D. L. (2017). *First Run Study y optimización de procesos en la construcción de muros anclados*. Perú: PUCP. <https://doi.org/https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/9387>
- Caro Perdigón, P. (2024). *Análisis en la ejecución de cámaras mediante estructuras de contención flexible para estaciones de metro*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. <https://doi.org/https://oa.upm.es/42924/>
- Carrasco Díaz, S. (2024). *Metodología de la investigación científica*. Lima: UNMSM. https://doi.org/https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Inv_estigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1_
- CivilGeek. (12 de Febrero de 2024). *Conceptos básicos de dinámica estructural*. Obtenido de CivilGeek: <https://civilgeeks.com/2012/08/12/conceptos-basicos-de-dinamica-estructural/>
- Deep Excavations Design. (23 de Febrero de 2024). *Deep Excavations Design*. Obtenido de Deep Excavations Design: <https://www.deepexcavation.com/>
- DIMEC. (2011). *Resistencia de materiales aplicada*. Santiago de Chile: Universidad de Santiago de Chile. Obtenido de https://mecnica-usach.mine.nu/media/uploads/Apuntes_curso_RMA_clase_4.pdf
- Dinda, T. (2024). *Manual para el proceso de diseño y construcción de muros anclados de concreto lanzado*. México: Escuela Politécnica Nacional. <https://doi.org/https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4392>
- Euclid Group Toxement. (2016). MICROSÍLICE.
- Flores Jaramillo, M. E. (2019). *Proceso constructivo de muros anclados en edificio de oficinas con 3 sótanos del distrito de Santiago de Surco*. Lima: USMP. <https://doi.org/https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6150>
- Geofundaciones. (2024). *Procedimiento constructivo de los muros anclados*. Lima: Geofundaciones. <https://doi.org/https://es.scribd.com/document/376972728/106309062-Procedimiento-Constructivo-de-Muros-Anclados-pdf>

- Hernandez Sampieri , R. (2024). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill interamericana s.a. .
https://doi.org/https://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacion_93340
- Huertas Pineda , P. F. (2024). *Procesos constructivos para túneles viales desarrollados en Colombia*. Bogotá: Universidad Santo Tomás.
<https://doi.org/https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2444/Huertaspablo2016.pdf?sequen>
- Izarra, R. (2019). *Muros anclados en suelo arenoso para la construcción del centro comercial de la Molina*. Lima: UNFV.
https://doi.org/https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNF_1c0f7e421ce8c355c7935c4adbf7881
- Jorgen, N. (1 de Febrero de 2024). *Structural dynamics*. Obtenido de Bruel y Kjaer:
<https://www.bksv.com/es/knowledge/applications/structural-dynamics>
- Lacera, G. (2024). *Modelamiento de muros anclados para la estabilización de excavaciones en la construcción del proyecto Iswará del sector comercial del municipio de Barrancabermeja, Santander*. Bucaramanga: Universidad de Santander .
- Llamuca Benalcázar , D. S., & Morales Villagrán , C. G. (2024). *Diseño geométrico de la vía, estabilizando los taludes con muros anclados ubicada en el sector San José*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
<https://doi.org/https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/23918?locale=en>
- López Ampuero, E., & Mamani Copari, J. J. (2024). *Influencia del nanosílice y superplastificante en la durabilidad del concreto sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo de la ciudad de Puno* . Perú: Universidad Nacional del Altiplano .
<https://doi.org/https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3275817>
- Mapfrere. (25 de Febrero de 2024). *Características técnicas de los terrenos y cimentaciones adecuadas a los mismo*. Obtenido de Mapfrere:

https://www.mapfrere.com/reaseguro/es/images/Prontuario-Suelos-Cimentaciones_tcm636-81027.pdf

- Maya Parra, M. K. (2024). *Diseño de una mezcla de concreto utilizando residuos industriales y escombros*. Colombia: Universidad Boliviana .
https://doi.org/https://www.google.com/search?q=Dise%C3%B1o+de+una+mezcla+de+concreto+utilizando+residuos+industriales+y+escombros&rlz=1C1CHBF_esPE1083PE1083&oq=Dise%C3%B1o+de+una+mezcla+de+concreto+utilizando+residuos+industriales+y+escombros&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEU
- Ministerio de Energía y Minas. (2023). *Catálogo de medidas ambientales en el marco del IGAFOM*. Lima: Dirección General de Formalización Minera.
- Muñoz Beltrán , A. J. (2024). *Manual para el proceso de diseño y construcción de muros anclados de concreto lanzado*. Escuela politécnica nacional .
<https://doi.org/https://1library.co/document/yr3jgl7y-manual-proceso-diseno-construccion-muros-anclados-concreto-lanzado.html>
- Muñoz Beltrán, A. J. (2024). *Manual para el proceso de diseño y construcción de muros anclados de concreto lanzado*. Ecuador: Escuela Politécnica Nacional,.
<https://doi.org/https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4392>
- Pérez Maldonado, R. L., & López , L. R. (2024). *Estudio del comportamiento de hormigón lanzado en la estabilización de taludes, para suelos limosos con pendientes mayores a los 60 grados en el km 2 + 240 en el paso lateral del cantón Ambato provincia de Tungurahua* . Ambato: Universidad Técnica de Ambato .
<https://doi.org/https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30020>
- Revista Costos. (25 de Mayo de 2020). Muros anclados: Optimizando la producción. *Optimiza Contratistas*. Obtenido de <https://optimizacontratistas.com/muros-anclados-optimizando-la-produccion/>
- Ripoll, J. (26 de Febrero de 2024). *Anclajes, pilotes y micropilotes: Mecanismos de transferencia de carga al terreno*. Obtenido de Jornada de cimentaciones especiales: <http://www.ripollconsulting.com/docs/Mecanismos2010.PDF>

- Sabatini , P. (2024). *Geotechnical engineering circular no. 4 ground anchors and anchored systems* . FHWA-IF-99-015.
<https://doi.org/https://www.fhwa.dot.gov/engineering/geotech/pubs/if99015.pdf>
- Samaniego, L. J. (2018). Influencia de la composición química de arenas y cementos peruanos en el desempeño de aditivos plastificantes para concreto. (*Tesis de Maestría*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.
- Sarzo Garay, V. (2021). *Comparación y diseño de unidades de tratamiento de agua residuales e impacto ambiental de la localidad de manta - huancavelica*.
 Universida Peruana de los Andes.
https://doi.org/https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/2430/T037_46809390_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sociedad mexicana . (2024). *Manual de Construcción Geotecnia – Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos* . Sociedad mexicana .
<https://doi.org/https://www.libreriaingeniero.com/2020/06/manual-de-construccion-geotecnia-sociedad-mexicana-de-mecanica-de-suelos.html>
- Suárez, J. (2024). *Deslizamientos. Tomo II: Técnicas de Remediación*.
 GEOTECNOLOGÍA .
<https://doi.org/https://www.erosion.com.co/deslizamientos-tomo-ii-tecnicas-de-remediacion/>
- Tamayo , M. (2024). *Aprender a investigar : El proyecto de investigación* (3ra ed.).
 Bogotá: ICFES.
<https://doi.org/https://academia.utp.edu.co/grupobasicoclinicayaplicadas/files/2013/06/5.-El-Proyecto-de-Investigaci%C3%B3n-APRENDER-A-INVESTIGAR-ICFES.pdf>
- Tapia, J. (2017). *Diseño y aplicación del shotcrete vía húmeda como elemento de sostenimiento en labores mineras - INPECON SAC*. Arequipa.
- Tecnomin data. (23 de Febrero de 2024). *Tecnomin data*. Obtenido de Tecnomin data: <https://tecomindata.com/contact/>

- Tobar, C. (21 de Mayo de 2024). *Muros Anclados*. Obtenido de Prezi:
<https://prezi.com/9othunpmvfz-/muros-anclados/>
- Ugaz Sánchez , J. H. (2018). *Análisis técnico del uso de muros anclados y empotrados para excavaciones profundas en suelos gravoso y rellenos*. Lima: USIL.
<https://doi.org/https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/5236b447-1bce-4d53-9388-cd9b8f2a47ea>
- Urteaga Macucachi , N. V. (2022). *Análisis comparativo de los sistemas de muros anclados y calzaduras para una mejor producción en la construcción de un sótano y semisótano*. Universidad de César Vallejo.
https://doi.org/https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/104378/Urteaga_MNV-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Valderrama, P. F. (2013). *Modelo para la gestión del riesgo asociado a los costes globales en fase de postconstrucción en edificios plurifamiliares destinados a arrendamiento*.
- Valdez Ponce, P. (2024). *Manual para el diseño y la construcción de muros anclados de hormigón proyectado*. Ecuador: Universidad san francisco de quito .
https://doi.org/https://www.academia.edu/35832453/UNIVERSIDAD_SAN_FRANCISCO_DE_QUITO_Manual_de_Dise%C3%B1o_y_Construcci%C3%B3n_de_Muros_Anclados_de_Hormig%C3%B3n
- Villegas Bryam, R. (2024). *Optimización del proceso constructivo de muros anclados* . Lima: UAP.
<https://doi.org/https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/9445>
- Vivanco Santos, C. F. (2022). *Interaccion de muros anclados para la construcción de camaras de sedimentación, volcan 2019* . Universidad Peruana los Andes.
https://doi.org/https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/3617/T037_70317866_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo N°01: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Marco teórico	Hipótesis	VARIABLES Y METODOLOGÍA
Problema general: ¿Cuál es el análisis comparativo que se da entre los muros de contención convencional y los muros anclados para la construcción de cámaras de sedimentación volcán 2023?	Objetivo general: Determinar el análisis comparativo que se da entre los muros de contención convencional y los muros anclados para la construcción de cámaras de sedimentación, volcán 2023.	Antecedentes: A nivel Nacional. - Alfonso Armando, Cerna Díaz (2011), en la tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil “Análisis y diseño de muros anclados para estabilización de excavaciones profundas”. En la Universidad Nacional de Ingeniería. - José Antonio, Puelles Barturén (2011), en la tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil “Determinación de la capacidad de adherencia con fines	Hipótesis general: El análisis que se realizó al comparar los muros convencionales y los muros anclados resulta diferente para la construcción de cámaras de sedimentación volcán 2023	Variable 1 MUROS DE CONTENCIÓN Dimensiones: - Presupuesto - Tiempo ejecución - Diseño
				Método de investigación: científico. Tipo de investigación: Básico Nivel de investigación: Descriptivo Diseño de investigación: El diseño de investigación utilizará un esquema no experimental, considerando que el análisis a realizar es teórico, bajo el siguiente esquema.

Fuente: Elaboración propia.

Problemas específicos:

¿Cuál es análisis comparativo que se da en los presupuestos, de muros anclados y muros de contención convencional en la construcción de cámaras de sedimentación volcán 2023?

¿Cuál es análisis comparativo que se da en los tiempos de ejecución de un muro convencional y un muro anclado en la construcción de cámaras de sedimentación volcán 2023?

Objetivos específicos:

Determinar el análisis comparativo que se da en los presupuestos, de muros anclados y muros de contención convencional en la construcción de cámaras de sedimentación volcán 2023

Determinar el análisis que se da en los tiempos de ejecución de un muro de contención convencional y el muro anclado en la construcción de cámaras de

de diseño optimizado de anclajes en suelo – Aplicación a excavaciones profundas en Lima Metropolitana” en la Universidad Nacional de Ingeniería.

- Manuel, Aponte Cervantes y Marco Jesús, Sulca Torres (2015), en la tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil “Gestión de riesgos en la ejecución de muros anclados” en la Universidad Ricardo Palma.

A nivel internacional.

- Carlos Ernesto, Rosero Freire (2015) en la tesis para optar el grado de Ingeniero Civil “Análisis y diseño de muros anclados de hormigón armado y su aplicación en la estabilización de excavaciones profundas de subsuelos” Universidad Técnica de Ambato.

Hipótesis específicas

a) La comparación de presupuestos de los muros contención convencional con respecto a los muros anclados resulta ser de diferente manera para la construcción de cámaras de sedimentación volcán 2023.

b) Existe una relación directa entre los tiempos de los muros contención convencional y en los muros anclados para la construcción de cámaras de

OE → SA → XP → CE → RE

Donde:

OE = Objeto de Estudio
SA = analisis concreto y muros anclados
XP = estructuras
CE = Comportamiento estructural
RE = Resultados y Conclusiones

Cuando: 2023.

Población y muestra:

Población. La población está constituida por las cámaras de de sedimentación de la minera volcán andaychagua.

Muestra: La muestra son 2 muros de contención de las cámaras de sedimentación del nivel 1300 en la minera volcán Andaychagua

sedimentación,
Volcán 2023

¿Cuál es análisis comparativo que se da en el tipo de diseño de muro de contención convencional y el muro anclado en la construcción de cámaras de sedimentación, Volcán 2023?

Determinar qué relación existe en realizar el diseño del muro de contención convencional y el muro anclado en la construcción de cámaras de sedimentación, Volcán 2023

sedimentación
volcán 2023.

c) Los diseños de muros contención convencional y los muros anclados para la construcción de cámaras de sedimentación volcán 2023 resultan ser de diferente manera.

Técnicas e instrumentos:

- **Fichas**
- **presupuesto**
- **ensayos**
- **observación**
- **hojas excel**

Anexo N°02: Matriz de operacinalidad

VARIABLE N° 01 : MUROS DE CONTENCIÓN

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR QUE ADOPTE LA VARIABLE - ITEMS
Un muro de contención es una estructura que sirve para evitar que una masa de materia, generalmente tierra o roca en una pendiente, se precipite o se derrumbe. Algunas construcciones exigen remover suelo o cortar segmentos de una montaña, dejando vacíos o caras muy verticales que pueden desmoronarse y colapsar.	En términos operacionales, el muro de contención se mediría en (m2) de superficie encofrada. esta medida se basa en la cantidad de superficie que una cuadrilla pueda ENCOFRAR en una jornada de trabajo Volumen (m3) cantidad de concreto a verter.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ RENDIMIENTO ➤ PARTIDAS ➤ SUPERFICIE ➤ VOLUMEN ➤ CUADRILLA ➤ Cuantía de acero 	<ul style="list-style-type: none"> - Metros cuadrados por jornada laboral - Consumo de categoría de horas hombres por cada trabajador 	Los valores que puede tomar esta variable son todos los números reales positivos, ya que se esta midiendo un área(m2) dividida por tiempo (horas). Cuantía de acero en varillas.

Fuente: Elaboración propia.

Matriz de operacionalización de instrumento

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	PROCEDIMIENTOS	NATURALEZA	ESCALA DE MEDICION	FORMA DE MEDIR
<p>Técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La técnica principal sería la observación directa del proceso de construcción. <p>Instrumento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hojas de calculo - Sap 2000 - Tareo 	<ul style="list-style-type: none"> - Seleccionar la cantidad de cámaras de sedimentación - Identificar la plantilla de metrados - Identificar la cantidad de trabajadores - Realizar el diseño del muro. 	<p>Variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La variable muros de contención es cuantitativa ya que se expresa en términos numéricos 	<p>La escala de medición para esta variable sería de razón ya que existe una hoja de metrados que tiene una unidad de medición</p>	<p>Directa – politoma</p> <p>La medición de las variables ser daría a través de la recopilación de datos en el lugar de trabajo.</p>

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 02 PANEL FOTOFRAFICO



Fuente: Elaboración propia.

FOTO 03: ENFIERRADO Y ENCOFRADO

ENCOFRADO DE MURO



FOTO 04: VACIADO DE CONCRETO

CONCRETO CAMARA A



VISTA FINAL CAMARA C

VISTA FINAL CAMARA A

Fuente: Elaboración propia.



PRESUPUESTO CAMARA A

SERVICIO DE CONSTRUCCIÓN OBRAS CIVILES EN SISTEMA DE BOMBEO NV 1300 DE MINA ANDAYCHAGUA

ITEM	DESCRIPCION	PRESUPUESTO CONTRACTUAL			
		Und	Cant	Costo Unitario \$/.	Costo Parcial \$/.
	SERVICIO DE CONSTRUCCIÓN OBRAS CIVILES EN SISTEMA DE BOMBEO NV 1300 DE MINA ANDAYCHAGUA				
01	OBRAS PRELIMINARES				
01.01	TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS	vje	10.00	120.16	1201.60
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	249.34	2.25	561.02
01.03	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	249.34	5.51	1373.86
01.04	SEGURIDAD Y SEÑALIZACION	gbl	1.50	614.16	921.24
01.05	SISTEMA CONTRAINCENDIO ANSUL	gbl	1.00	3800.00	3800.00
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.01	EXCAVACION EN TERRENO ROCOSO	m3	50.76	158.03	8021.60
02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A 30 M	m3	88.83	17.40	1545.64
02.04	PERFILADO MANUAL DE SUPERFICIES	m2	180.00	5.66	1018.80
03	CONCRETO SIMPLE				
03.01	CONCRETO F'C = 100 Kg/cm2 E = 4" SOLADOS (Volcan Suministra	m2	27.07	14.18	383.88
04	CONCRETO ARMADO				
04.02	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 kg/cm2 (SOLO M. DE O.) VCM suministra	m3	83.36	53.86	4489.74
04.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL	m2	134.05	21.80	2922.18
04.04	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 (M.O. Volcan provisiona acero	kg	690.43	1.38	949.34
04.05	JUNTA WATER STOP 30 CM	m	69.45	17.79	1235.52
04.06	JUNTA CON TEKNOPORT E=1"	m	16.95	5.83	98.82
04.07	PERFORACION DE CANCAMOS DE ø1"	und	690.00	24.91	17187.90
04.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE CANCAMOS FIERRO 1"	kg	4108.95	2.30	9450.59
05.05	PUENTE DE ADHERENCIA SIKADUR 32	l	69.58	10.83	753.55
06	CUNETA				
06.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 (SOLO M. DE O.) VCM suministra	m3	21.84	57.23	1249.90
06.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL	m2	128.70	21.80	2805.66
06.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 (M.O. Volcan provisiona acero	kg	2402.40	1.38	3303.30
06.04	JUNTA WATER STOP E=22 CM	m	78.00	13.87	1081.86
06.05	JUNTA CON TEKNOPORT E=1"	m	39.00	5.83	227.37
	COSTO DIRECTO				\$ 64,583.37
	GASTOS GENERALES (15%)				9687.51
	UTILIDAD (10%)				6458.34
	TOTAL PRESUPUESTO (NO INCLUYE IGV.)				\$ 80,729.21
AVANCE ACTUAL					
AVANCE ACUMULADO					

Fuente: Elaboración propia.

HOJA RESUMEN DE METRADOS EJECUTADOS

CORRESPONDIENTE AL PERIODO DEL 22.01.21 AL 23.02.21

Proyecto: SERVICIO DE CONSTRUCCIÓN OBRAS CIVILES EN SISTEMA DE BOMBEO NV 1300 DE MINA ANDAYCHAGUA

Obra: SERVICIO DE CONSTRUCCIÓN OBRAS CIVILES EN SISTEMA DE BOMBEO NV 1300 DE MINA ANDAYCHAGUA

Entidad: VOLCAN COMPAÑIA MINERA SAA

Ejecuta: TECNOMIN DATA SAC

Fecha: 19/02/2022

Partida	Descripción	Prot.	Nº de	Nº de	Dimensiones (mts)			Peso	Parcial	Total	Unidad
			Elem	Veces	Largo	Ancho	Alto				
SERVICIO DE CONSTRUCCIÓN OBRAS CIVILES EN SISTEMA DE BOMBEO NV 1300 DE MINA ANDAYCHAGUA											
01 OBRAS PRELIMINARES											
01.01	TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS		1.00	10.00					10.00	10.00	vje
01.02	TRAZO Y REPLANTEO									249.34	m2
	laterales		2.00	1.00	25.00		4.55		227.50		
	fondo		1.00	1.00		4.80	4.55		21.84		
01.03	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL		1.00	1.00	249.34				249.34	249.34	m2
01.04	SEGURIDAD Y SEÑALIZACION		1.00	1.00	1.50				1.50	1.50	gbl
01.05	SISTEMA CONTRAINCENDIO ANSUL		1.00	1.00					1.00	1.00	gbl
02 MOVIMIENTO DE TIERRAS											
02.01	EXCAVACION EN TERRENO ROCOSO		1.00	1.00	18.80	1.80	1.50		50.76	50.76	m3
02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A 30 M				50.76		1.75		88.83	88.83	m3
02.04	PERFILADO MANUAL DE SUPERFICIES		1.00	2.00	18.00		5.00		180.00	180.00	m2
03 CONCRETO SIMPLE											
03.01	CONCRETO F'C = 100 Kg/cm2 E = 4" SOLADOS (Volcan Suministra Cemento, Agregados)		1.00	18.80	4.80	0.30			27.07	27.07	m2
04 CONCRETO ARMADO											
04.01	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 (SOLO M. DE O.) VCM suministra agregados y cemento								0.00	0.00	#REF!
04.02	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 kg/cm2 (SOLO M. DE O.) VCM suministra									83.36	m3
	TRAMO 1								52.94		
	losa		1.00	18.80	4.80	0.30	0.25		6.77		
	muros laterales		2.00	18.80	0.30	4.80	0.65		35.19		
	muro fondo		1.00	4.80	0.70	4.80	0.65		10.48		
	ochavo		2.00	1.00	12.30	0.02			0.49		
	TRAMO 2								10.71		
	losa		1.00	1.00	7.35	4.75	0.23		8.03		
	muros laterales		2.00	1.00	7.35	0.25	0.65		2.39		
	ochavo		2.00	1.00	7.35	0.02			0.29		
	TRAMO 3								9.86		
	losa		1.00	1.00	6.00	4.85	0.25		7.28		
	muros laterales		2.00	1.00	6.00	0.30	0.65		2.34		
	ochavo		2.00	1.00	6.00	0.02			0.24		
	TRAMO 4								9.86		
	losa		1.00	1.00	6.00	4.85	0.25		7.28		
	muros laterales		2.00	1.00	6.00	0.30	0.65		2.34		
	ochavo		2.00	1.00	6.00	0.02			0.24		

Fuente: Elaboración propia.

04.04	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 (M.O. Volcan provisiona acero corrugado)									690.43	kg
	Acero de refuerzo en CA-B13A									690.43	
	Separadores piso Tramo 1 Ø1/2"	1.00	62.00	1.55			0.994		95.52		
	Separadores piso Tramo 2 Ø1/2"	1.00	36.00	1.55			0.994		55.47		
	Separadores piso Tramo 3 Ø1/2"	1.00	30.00	1.55			0.994		46.22		
	Separadores piso Tramo 4 Ø1/2"	1.00	30.00	1.55			0.994		46.22		
	Separadores piso Tramo 5 Ø1/2"	1.00	30.00	1.55			0.994		46.22		
	Separadores muro Tramo 1 Ø 1/2"	1.00	148.00	0.90			0.994		132.40		
	Separadores muro Tramo 2 Ø 1/2"	1.00	85.00	0.90			0.994		76.04		
	Separadores muro Tramo 3 Ø 1/2"	1.00	70.00	0.90			0.994		62.62		
	Separadores muro Tramo 4 Ø 1/2"	1.00	70.00	0.90			0.994		62.62		
	Separadores muro Tramo 5 Ø 1/2"	1.00	75.00	0.90			0.994		67.10		
04.05	JUNTA WATER STOP 30 CM									69.45	m
	Water stop tramo 1, 2 y 3								56.85		
	muros laterales y fondo	1.00	1.00	56.96					56.96		
	empalmes	3.00	1.00	0.30					0.90		
	Water stop tramo 4								12.60		
	muros laterales	2.00	1.00	6.00					12.00		
	empalmes	2.00	1.00	0.30					0.60		
04.06	JUNTA CON TEKNOPORT E=1"									16.95	m
	Tramo 1, 2 y 3								11.30		
	juntas perpendiculares	2.00	1.00	5.65					11.30		
	Tramo 4								5.65		
	juntas perpendiculares	1.00	5.65						5.65		
04.07	PERFORACION DE CANCAMOS DE Ø1"		690.00	1.00					690.00	690.00	und
04.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE CANCAMOS FIERRO 1"		1.00	1034.22	3.973				4108.95	4108.95	kg
05.05	SIKA GROUT 212		1.00	69.58					69.58	69.58	l
06	CUNETA								-	-	
06.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 (SOLO M. DE O.) VCM suministra agregados y cemento		1.00	1.00	78.00		0.28		21.84	21.84	m3
06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL		1.00	1.00	78.00		1.65		128.70	128.70	m2
06.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 (M.O. Volcan provisiona acero corrugado)		VOL CON		21.84	RATIO	110.00		2402.40	2402.40	kg
06.04	JUNTA WATER STOP E=22 CM				78.00				78.00	78.00	m
06.05	JUNTA CON TEKNOPORT E=1"				39.00				39.00	39.00	m

Fuente: Elaboración propia.



PRESUPUESTO CAMARA C

SERVICIO DE CONSTRUCCIÓN OBRAS CIVILES EN SISTEMA DE BOMBEO NV 1300 DE MINA ANDAYCHAGUA

ITEM	DESCRIPCION	PRESUPUESTO CONTRACTUAL			
		Und	Cant	Costo Unitario \$/.	Costo Parcial \$/.
	#REF!				
01	OBRAS PRELIMINARES				
01.01	TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS	vje	10.00	120.16	1201.60
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	249.34	2.25	561.02
01.03	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	249.34	5.51	1373.86
01.04	SEGURIDAD Y SEÑALIZACION	gbl	1.50	614.16	921.24
01.05	SISTEMA CONTRAINCENDIO ANSUL	gbl	1.00	3800.00	3800.00
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.01	EXCAVACION EN TERRENO ROCOSO	m3	50.76	158.03	8021.60
02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A 30 M	m3	88.83	17.40	1545.64
02.04	PERFILADO MANUAL DE SUPERFICIES	m2	180.00	5.66	1018.80
03	CONCRETO SIMPLE				
03.01	CONCRETO F'C = 100 Kg/cm2 E = 4" SOLADOS (Volcan Suministra	m2	27.07	14.18	383.88
04	CONCRETO ARMADO				
04.02	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 kg/cm2 (SOLO M. DE O.) VCM suministra	m3	83.36	53.86	4489.74
04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	134.05	21.80	2922.18
04.04	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 (M.O. Volcan provisiona acero	kg	690.43	1.38	949.34
04.05	JUNTA WATER STOP 30 CM	m	69.45	17.79	1235.52
04.06	JUNTA CON TEKNOPORT E=1"	m	16.95	5.83	98.82
06	CUNETAS				
06.01	CONCRETO F'c=210 kg/cm2 (SOLO M. DE O.) VCM suministra	m3	21.84	57.23	1249.90
06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	128.70	21.80	2805.66
06.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 (M.O. Volcan provisiona acero	kg	2402.40	1.38	3303.30
06.04	JUNTA WATER STOP E=22 CM	m	78.00	13.87	1081.86
06.05	JUNTA CON TEKNOPORT E=1"	m	39.00	5.83	227.37
	COSTO DIRECTO				\$ 37,191.34
	GASTOS GENERALES (15%)				5578.70
	UTILIDAD (10%)				3719.13
	TOTAL PRESUPUESTO (NO INCLUYE IGV.)				\$ 46,489.17
	AVANCE ACTUAL				
	AVANCE ACUMULADO				

Fuente: Elaboración propia.

HOJA RESUMEN DE METRADOS EJECUTADOS

CORRESPONDIENTE AL PERIODO DEL 22.07.22 AL 23.07.23

Proyecto: SERVICIO DE CONSTRUCCIÓN OBRAS CIVILES EN SISTEMA DE BOMBEO NV 1300 DE MINA ANDAYCHAGUA

Obra: SERVICIO DE CONSTRUCCIÓN OBRAS CIVILES EN SISTEMA DE BOMBEO NV 1300 DE MINA ANDAYCHAGUA

Datada: VOLCAN COMPAÑIA MINERA SAA

Ejecuta: TECNOMIN DATA SAC

Fecha: 19/06/2022

Partida	Descripción	Prot.	N° de		Dimensiones (mts)			Peso	Parcial	Total	Unidad
			Elem	Veces	Largo	Ancho	Alto				
	SERVICIO DE CONSTRUCCIÓN OBRAS CIVILES EN SISTEMA DE BOMBEO NV 1300 DE MINA ANDAYCHAGUA										
	01 OBRAS PRELIMINARES										
01.01	TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS		1.00	10.00					10.00	10.00	vje
01.02	TRAZO Y REPLANTEO									248.34	m2
	laterales		2.00	1.00	25.00		4.55		227.50		
	fondo		1.00	1.00		4.80	4.55		21.84		
01.03	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL		1.00	1.00	249.34				249.34	249.34	m2
01.04	SEGURIDAD Y SEÑALIZACION		1.00	1.00	1.50				1.50	1.50	gbl
01.05	SISTEMA CONTRA INCENDIO ANSUL		1.00	1.00					1.00	1.00	gbl
	02 MOVIMIENTO DE TIERRAS										
02.01	EXCAVACION EN TERRENO ROCOSO		1.00	1.00	18.80	1.80	1.50		50.76	50.76	m3
02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A 30 M				50.76		1.75		88.83	88.83	m3
02.04	PERFILADO MANUAL DE SUPERFICIES		1.00	2.00	18.00		5.00		180.00	180.00	m2
	03 CONCRETO SIMPLE										
03.01	CONCRETO f'c = 100 Kg/cm2 E = 4" SOLADOS (Volcan Suministra Cemento, Agregados)		1.00	18.80	4.80	0.30			27.07	27.07	m2
	04 CONCRETO ARMADO										
04.01	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 (SOLO M. DE O.) VCM suministra agregados y cemento							0.00	0.00	0.00	4)REF1
04.02	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 kg/cm2 (SOLO M. DE O.) VCM suministra									83.36	m3
	TRAMO 1								52.94		
	losa		1.00	18.80	4.80	0.30	0.25		6.77		
	muros laterales		2.00	18.80	0.30	4.80	0.65		35.19		
	muro fondo		1.00	4.80	0.70	4.80	0.65		10.48		
	ochavo		2.00	1.00	12.30	0.02			0.49		
	TRAMO 2								10.71		
	losa		1.00	1.00	7.35	4.75	0.23		8.03		
	muros laterales		2.00	1.00	7.35	0.25	0.65		2.39		
	ochavo		2.00	1.00	7.35	0.02			0.29		
	TRAMO 3								9.86		
	losa		1.00	1.00	6.00	4.85	0.25		7.28		
	muros laterales		2.00	1.00	6.00	0.30	0.65		2.34		
	ochavo		2.00	1.00	6.00	0.02			0.24		
	TRAMO 4								9.86		
	losa		1.00	1.00	6.00	4.85	0.25		7.28		
	muros laterales		2.00	1.00	6.00	0.30	0.65		2.34		
	ochavo		2.00	1.00	6.00	0.02			0.24		
04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL									134.05	m2
	Encofrado tramo 1,2 y 3								94.35		
	muro transversal tramo 1		1.00	1.00	4.75		0.85		4.04		
	muro lado izquierdo tramo 1		1.00	1.00	12.50		0.85		10.63		
	muro lado izquierdo tramo 2		1.00	1.00	7.35		0.85		6.25		
	muro lado izquierdo tramo 3		1.00	1.00	6.00		0.85		5.10		
	muro lado derecho tramo 1		1.00	1.00	11.50		0.85		9.78		
	muro lado derecho tramo 2		1.00	1.00	7.35		0.85		6.25		
	muro lado derecho tramo 3		1.00	1.00	5.20		0.85		4.42		
	muros interiores		1.00	1.00	53.95		0.65		35.07		
	ochavos izquierdo y derecho		2.00	1.00	25.65	0.25			12.83		
	Encofrado tramo 4								21.51		
	muro lado derecho exterior (tramo 4)		1.00	1.00	6.00		0.85		5.10		
	muro lado izquierdo exterior (tramo 4)		1.00	1.00	6.00		0.85		5.10		
	muro lado derecho interior (tramo 4)		1.00	1.00	6.00		0.65		3.90		
	muro lado derecho interior (tramo 4)		1.00	1.00	6.00		0.65		3.90		
	ochavos izquierdo y derecho		2.00	1.00	6.00	0.25			3.00		
	Tapa muro lado derecho e izquierdo		2.00	1.00	0.30		0.85		0.51		
	Encofrado tramo 5								18.19		
	muro lado derecho exterior (tramo 5)		1.00	1.00	6.15		0.60		3.69		
	muro lado izquierdo exterior (tramo 5)		1.00	1.00	6.25		0.60		3.75		
	muro lado derecho interior (tramo 5)		1.00	1.00	6.15		0.60		3.69		
	muro lado derecho interior (tramo 5)		1.00	1.00	6.25		0.60		3.75		
	ochavos izquierdo y derecho		2.00	1.00	6.20	0.25			3.10		
	Tapa muro lado derecho e izquierdo		2.00	1.00	0.30		0.35		0.21		

Fuente: Elaboración propia.

04.04	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 (M.O. Volcan provisiona acero corrugado)									690.43	kg
	Acero de refuerzo en CA-B13C									690.43	
	Separadores piso Tramo 1 Ø1/2"	1.00	62.00	1.55			0.994		95.52		
	Separadores piso Tramo 2 Ø1/2"	1.00	36.00	1.55			0.994		55.47		
	Separadores piso Tramo 3 Ø1/2"	1.00	30.00	1.55			0.994		46.22		
	Separadores piso Tramo 4 Ø1/2"	1.00	30.00	1.55			0.994		46.22		
	Separadores piso Tramo 5 Ø1/2"	1.00	30.00	1.55			0.994		46.22		
	Separadores muro Tramo 1 Ø 1/2"	1.00	148.00	0.90			0.994		132.40		
	Separadores muro Tramo 2 Ø 1/2"	1.00	85.00	0.90			0.994		76.04		
	Separadores muro Tramo 3 Ø 1/2"	1.00	70.00	0.90			0.994		62.62		
	Separadores muro Tramo 4 Ø 1/2"	1.00	70.00	0.90			0.994		62.62		
	Separadores muro Tramo 5 Ø 1/2"	1.00	75.00	0.90			0.994		67.10		
04.05	JUNTA WATER STOP 30 CM									69.45	m
	Water stop tramo 1, 2 y 3								56.85		
	muros laterales y fondo empalmes	1.00	1.00	55.95					55.95		
		3.00	1.00	0.30					0.90		
	Water stop tramo 4								12.60		
	muros laterales empalmes	2.00	1.00	6.00					12.00		
		2.00	1.00	0.30					0.60		
04.06	JUNTA CON TEKNOPORT E=1"									16.95	m
	Tramo 1, 2 y 3								11.30		
	juntas perpendiculares	2.00	1.00	5.65					11.30		
	Tramo 4								5.65		
	juntas perpendiculares	1.00	5.65						5.65		
06	CUNETAS								-	-	
06.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 (SOLO M. DE O.) VCM suministra agregados y cemento	1.00	1.00	78.00		0.28			21.84	21.84	m3
06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	1.00	1.00	78.00		1.65			128.70	128.70	m2
06.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 (M.O. Volcan provisiona acero corrugado)				VOL CON				21.84	RATIO	110.00
06.04	JUNTA WATER STOP E=22 CM								78.00	78.00	m
06.05	JUNTA CON TEKNOPORT E=1"								39.00	39.00	m

Fuente: Elaboración propia.



Unidad Yauli

Fecha: 03 de Septiembre del 2019

A: Ing. Jorge Lozano
Superintendencia de Ingeniería y Planeamiento.

De: Ing. Edgar Mejía Mauricio
Ing. Geomecanico MAND.

Asunto: Analisis de Estabilidad Camará Sedimentador Nv. 1300

OBJETIVO

El presente informe tiene como objetivo realizar el control de estabilidad con los refuerzos adicionales y determinar el tipo de sostenimiento final, previa evaluación del Macizo rocoso, partiendo de los siguientes resultados:

- Caracterización litológica y estructuralmente de la masa rocosa involucrada, aplicando RMR/GSI (metodología de campo).
- Verificar el estado de los elementos de sostenimiento instalados anteriormente.

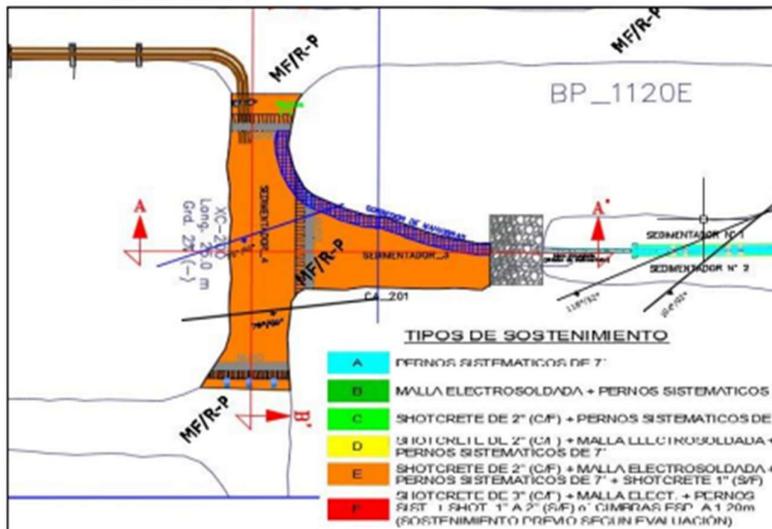


Figura 01 Vista de Planta de los trabajos a desquincar nivel 1300.

YAULI



SUPERINTENDENCIA DE INGENIERIA Y PLANEAMIENTO - MINA ANDAYCHAGUA

Caracterización de la Masa Rocosa y Aspectos litológicos

La zona de la Camara de Sedimentador (CA_A x CA_C del nivel 1300) se encuentra emplazado en una roca volcánica del tipo Dacita y Andesita, con caracterización Geomecánica según Clasificación GSI (Índice de Resistencia Geológica) está definido como una roca MF/R-P (Muy Fracturado - Regular a Pobre) equivalente a un RMR de 45-50 roca IIIA REGULAR calidad geotécnica, presenta un sistema de diaclasamiento con mediana persistencia , con orientación promedio de norte a sur.

CONDICIONES GEOMECHANICAS SEGUN BIENIAWSKI

Según caracterización geomecánica del macizo rocoso en esta zona se basa en su validación según RMR (Rating Mass Rock de Bieniawski - 89 en condiciones con agua.)

VALORACIÓN DEL MACIZO ROCOSO																
Clasificación RMR de Bieniawski (1989)																
PARÁMETRO	RANGO DE VALORES Y VALORACIONES					VALORACIÓN										
RESIST. COMP. UNIAIXIAL (MPa)	>250	15	100 - 250	12	50 - 100	7	25 - 50	4	<25	2	<5	1	<1	0	1	50 - 100
RQD %	90 - 100	20	75 - 90	17	50 - 75	13	25 - 50	8	<25	3	2	75 - 90				
ESPACIAMIENTO (m.)	>2	20	0.6 - 2	15	0.2 - 0.6	10	0.06 - 0.2	8	<0.06	5	3	0.06 - 0.2				
CONDICIÓN DE JUNTAS	PERSISTENCIA	<1m.	4	1 - 3m.	4	3 - 10mm.	2	10 - 20m.	1	>20mm.	0	4A	<1m.			
	AFERTURA	Cerrada	6	<0.1mm.	5	0.1 - 1.0mm.	4	1 - 5mm.	1	>5mm.	0	4B	1 - 5mm.			
	RUGOSIDAD	Muy rugosa	4	Rugosa	5	Lig. Rugosa	3	Lisa	1	Espejo de falla	0	4C	Lig. Rugosa			
	RELLENO	Limpia	6	Duro < 5mm.	4	Duro > 5mm.	2	Suave < 5mm.	1	Suave > 5mm.	0	4D	Duro > 5mm.			
ALTERACIÓN	Sana	6	Lig. Alterada	5	Mod. Alterada	3	Muy Alterada	2	Descompuesta	0	4E	Mod. Alterada				
AGUA SUBTERRÁNEA	Seco	15	Húmedo	10	Mojado	7	Goteo	4	Friaje	0	5	Húmedo				
VALOR RMR (Suma de valoración 1 a 5) =															57	
CLASE DE MACIZO ROCOSO																
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0											III
DESCRIPCIÓN	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA											REGULAR

PARÁMETRO PARA CALCULAR EL RMR SEGÚN LA ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES TÚNELES Y MINERÍA (Rumbo y buzamiento)

Punto Paralelo al EjeBuzamiento 45 - 90	Rango RMR
Muy Desfavorable	-12

VALOR RMR (Corregido) =						45										
CLASE DE MACIZO ROCOSO																
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0											III
DESCRIPCIÓN	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA											REGULAR

YAULI



SUPERINTENDENCIA DE INGENIERIA Y PLANEAMIENTO - MINA ANDAYCHAGUA

El valor de RMR obtenido fue de 45, por lo que se clasifica como roca tipo III-REGULAR . Se realiza la evaluación en base a las secciones entregadas por Planeamiento :

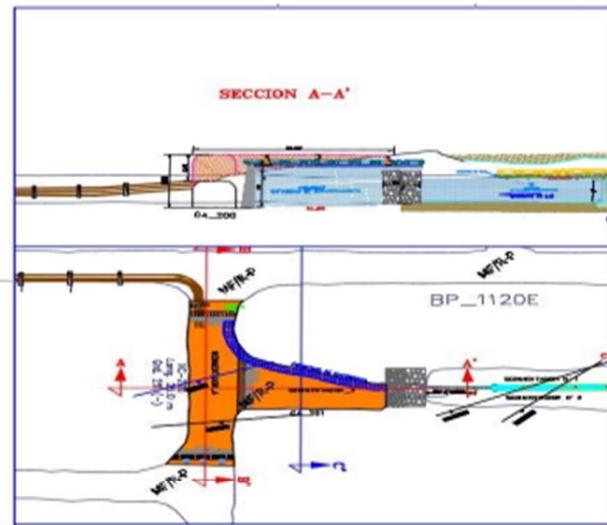


Figura 02 Vista de sección A-A' de la Camara de Sedimentacion nivel 1300.

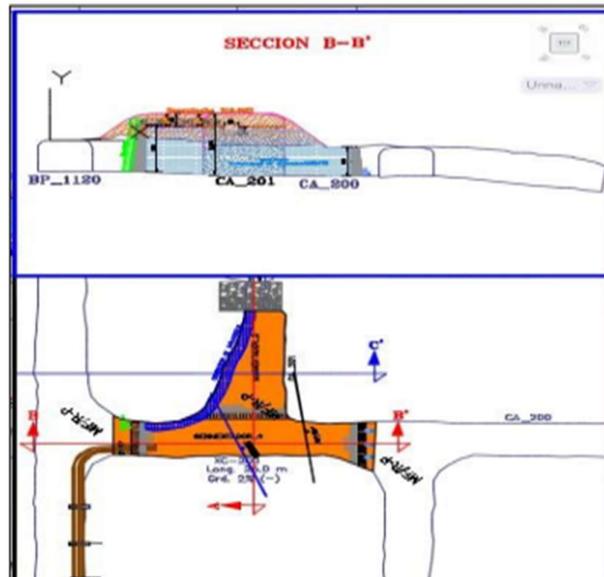


Figura 03 Vista de sección B-B' de la Camara de Sedimentacion nivel 1300.

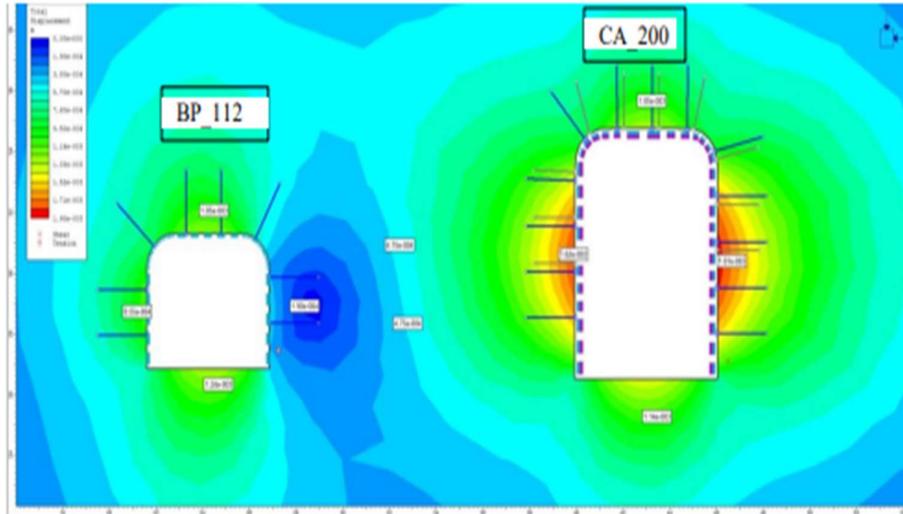


Figura 04 Simulación de las deformaciones (Un máximo de 0.0018 mts) en la cámara A con sostenimiento Shotcrete 2" F/S+ Malla + Pernos Swellex + Shotcrete 2" SF.

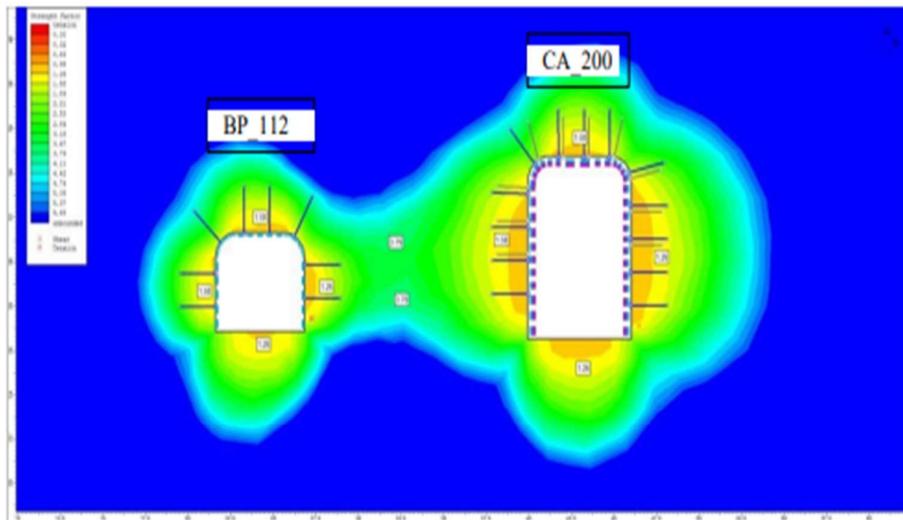


Figura 05 Simulación de los factores de resistencia (1.58) en la cámara B con sostenimiento Shotcrete 2" F/S+ Malla + Pernos Swellex + Shotcrete 2" SF.

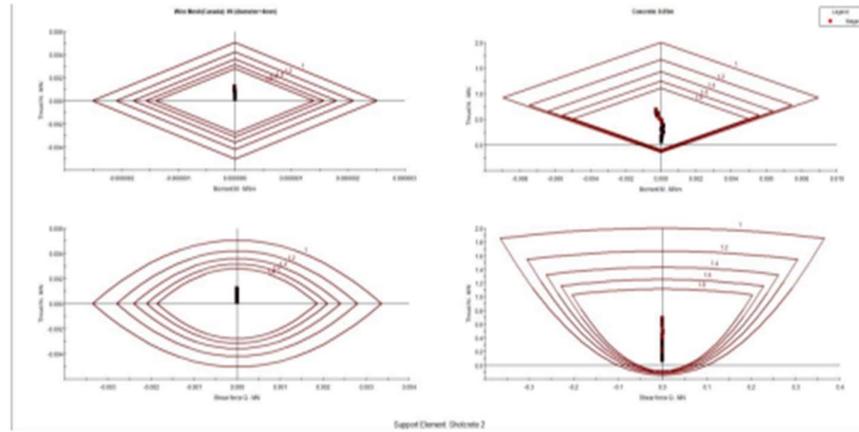


Figura 06 Factores de Seguridad en la malla electrosoldada y shotcrete 2" con fibra mayores a 1.8

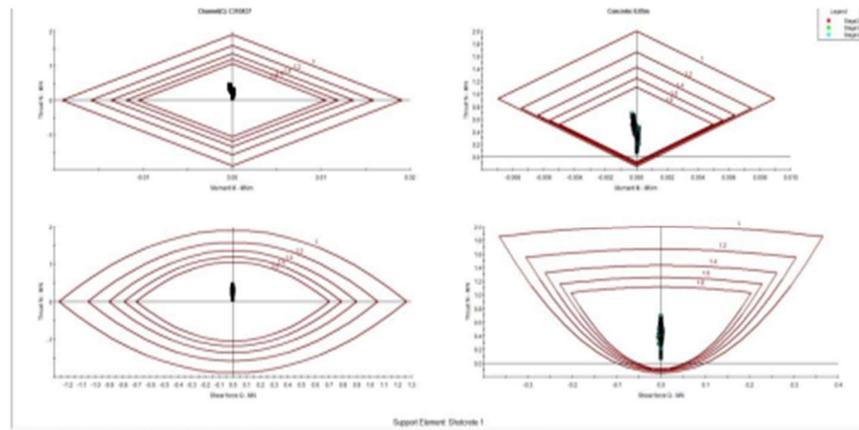


Figura 07 Factores de Seguridad en la fibra y shotcrete 2" sin fibra mayores a 1.8

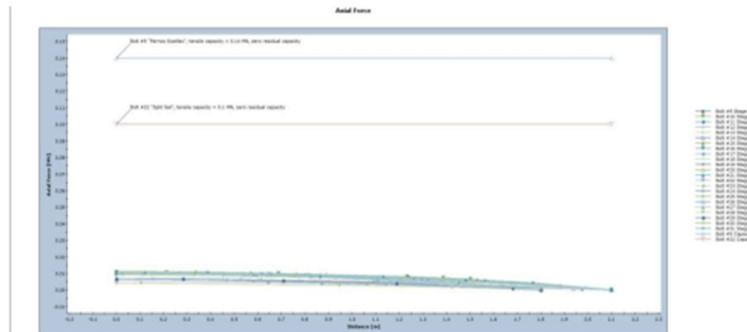
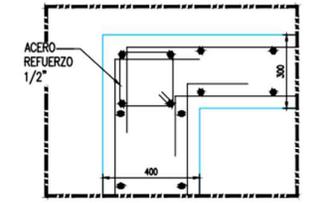
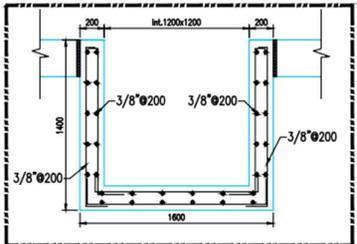
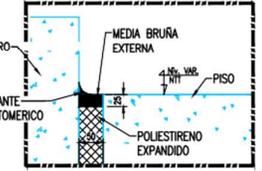
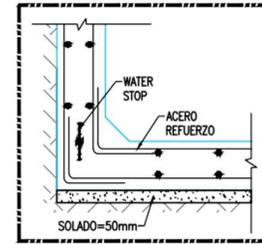
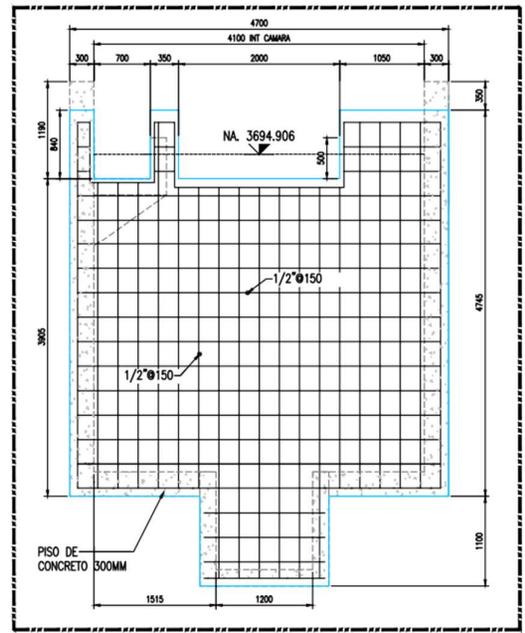
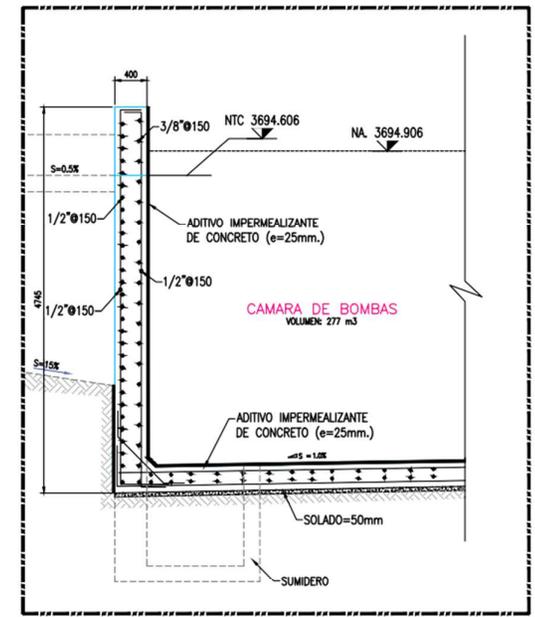
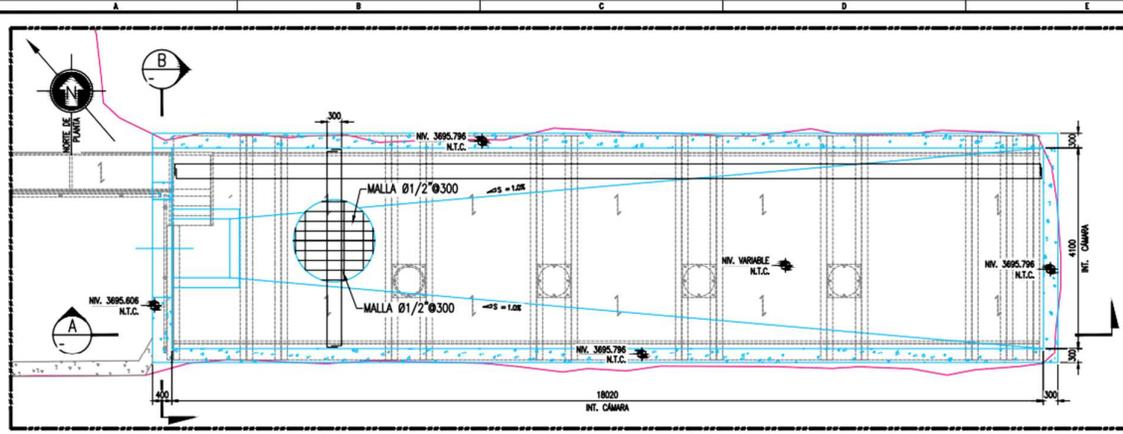


Figura 08 Esfuerzos axiales en los anclajes por debajo de la resistencia residual de los pernos

Conclusiones:

- El sostenimiento usado como refuerzo en la cámara 200 consiste en Shotcrete 2" (FM) + Malla + Pernos Swellex de 6 pies y 7 pies + Shotcrete 2" (SF)
- Los Factores de Seguridad en los elementos de sostenimiento usados como refuerzo en la cámara 200 son mayores a 1.8.
- El factor de resistencia en la cámara 200 se encuentra entre 1.26 a 1.58 después de su reforzamiento.
- Los anclajes (pernos swellex) se encuentran en una zona sin problemas de perturbación.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO SIMPLE:
- SOLADO DE CONCRETO f'c=100 Kg/cm²
- CONCRETO OCULADO Ck= 1:10+30MP T.M.8"

CONCRETO ARMADO:
- ZAPATA DE MURO f'c=210 Kg/cm²
- ELEVACION DE MURO f'c=280 Kg/cm²

ACERO:
- ACERO CORRUGADO (GRADO 60) fy=4200 Kg/cm²

RECUBRIMIENTOS LIBRES MÍNIMOS:
- MURO 7.5 cm.

ELEVACION DE MURO:
- CAPA INTERIOR 7.5 cm.
- CAPA EXTERIOR 5 cm.

LONGITUDES MÍNIMAS DE ANCLAJE Y TRASLAPE DE BARRAS:

PIERO (Pulg.)	ANCLAJE (cm.)	TRASLAPE (cm.)
3/8"	30	45
1/2"	35	55
5/8"	40	70
3/4"	50	90
1"	90	135

EDIFICACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN:
- AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION (ASC 350-10)
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI 318-14)
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL (2013)
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (2006)

JUNTA WATER STOP:
- PERFL T (TIPO: 0-32, VER ESPECIFICACIONES)

DATOS CONSIDERADOS PARA EL DISEÑO

PESO ESPECIFICO DEL MATERIAL DE EMPLE 200 Kg/m³
 ANGULO DE FRICCION INTERNA DEL MATERIAL DE EMPLE 45°
 COEFICIENTE DE SEGURIDAD AL VOLTEO 2.0
 COEFICIENTE DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO 1.5
 RESULTANTE DE LAS CARGAS DENTRO DEL TERCIO CENTRAL DE LA ZAPATA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE JUNTA WATER STOP

COMPOSICION QUIMICA:
 DENSIDAD: 1.4 g/cm³ (±0.1 g/cm³)
 TEMPERATURA DE SERVICIO: -15 °C - 55 °C
 RESISTENCIA A LA TRACCION: > 12.5 MPa
 ALARGAMIENTO A LA ROTURA: > 300%
 RESISTENCIA AL DESGARRO: > 500 N/mm
 DUREZA SHORE A: 70±2

CLORURO DE POLIMILDO PLASTIFICADO
 TEMPERATURA DE SOLDAR: 190 °C - 200 °C
 SOLDADO EN FRIO A 0 °C: SIN ALEACIONES
 ANCHO DE BANDA: 300 mm
 LARGO DE ROLLO: 20 000 m

HKM Ingenieros S.A.C.

NOMBRE	FIRMA	FECHA	PROYECTO
PROYECTISTA	P.A.	08-07-19	INGENIERÍA BÁSICA Y DETALLE DE BOMBO NIVEL 1300 AL NIVEL 1200 ANDAYCHAGUA
REVISOR	C.K.	08-07-19	
JEFE DISCIPLINA	C.K.	08-07-19	
JEFE INGENIERIA	B.V.	08-07-19	
ORTEL PROYECTO	B.V.	08-07-19	
CLIENTE	O.A.	08-07-19	PLANO ESTANDAR DE MURO PRESA EN POZA NIVEL 1300
ESCALA: INDICA	B.V.	08-07-19	CONTEO: 19002-0000-41D-000
Y PLANO:	B.V.	08-07-19	

Nº PLANO CLIENTE: DW-002GP001A-150-01-001
 LÁMINA Nº: 1 DE 1
 REV: 1

