

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

**“APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE  
ELEMENTOS METÁLICOS PARA LA  
CONSTRUCCIÓN DE UNA CISTERNA A NIVEL  
FREÁTICO UBICADO EN EL DISTRITO DE  
HUARMEY - ANCASH”**

**Trabajo de suficiencia profesional para optar al título  
profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**Autor:**

**JOSE MANUEL MORE TELLO**

**Asesor:**

**Mg. Lic. ALFREDO GIANCARLO FLORIANO VERDE**

**Código ORCID 0009-0004-8563-8608**

**Lima - Perú**

**2024**

## Informe de Similitud






### 12% Similitud general

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

#### Filtrado desde el informe

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

#### Fuentes principales

- 12%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

#### Marcas de integridad

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

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

## **DEDICATORIA**

Este presente trabajo es dedicado a mi abuelo Evaristo More que se encuentra en el cielo, ya que él me enseñó a no rendirme y que con esfuerzo y dedicación puedo alcanzar lo que necesito y así poder ayudar a las personas que más amo en este mundo.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darle salud y sabiduría a mis padres, quienes se forzaron en guiarme y enseñarme en este largo camino que he recorrido; les agradezco con todo mi corazón por todo lo que hicieron por mí; los amo.

### Tabla de contenido

Índice de tablas .....	6
Índice de Figuras.....	7
RESUMEN EJECUTIVO.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	23
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA .....	34
CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....	48
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS .....	58
ANEXOS .....	61

### Índice de tablas

Tabla 4.1 Costo de la excavación con elementos metálicos .....	50
Tabla 4.2 Costo de la excavación sin elementos metálicos .....	51
Tabla 4.3 Diferencia de costos de excavación de la cisterna.....	51
Tabla 4.4 Comparación de costos y cantidad de usos.....	51
Tabla 4.5 Comparación de rendimientos .....	53
Tabla 4.6 Comparación de costos de mano de obra .....	53

### Índice de Figuras

Figura 1.1	Organigrama de la Empresa.....	14
Figura 1.2	Servicios que realiza E&J Construcciones SAC.....	15
Figura 1.3	Construcción de reservorio apoyado de 1500m3 y cerco tipo uni.....	16
Figura 1.4	Construcción de Cámara de bombeo de desagüe.....	17
Figura 1.5	Construcción de Caseta de pozo PP-01.....	18
Figura 1.6	Construcción de Reservorio elevado 100m3.....	19
Figura 1.7	Construcción de Reservorio elevado 250m3.....	20
Figura 1.8	Construcción de Reservorio elevado 300m3.....	21
Figura 1.9	Construcción de Reservorio elevado 1000m3.....	22
Figura 2.1	Encofrado metálico en columnas.....	31
Figura 2.2	Apuntalamiento de encofrado metálico en columnas.....	32
Figura 3.1	Plano de planta - cisterna de la planta de lodos.....	35
Figura 3.2	Plano - corte 9-9 / cisterna de la planta de lodos.....	36
Figura 3.3	Plano - corte 8-8/ cisterna de la planta de lodos.....	37
Figura 3.4	Máquina de bombeo.....	38
Figura 3.5	Colocación de Pilares .....	38
Figura 3.6	Colocación de planchas metálicas.....	39
Figura 3.7	Colocación de pedraplén.....	39
Figura 3.8	Instalación de sumidero.....	40
Figura 3.9	Inundación de la excavación.....	41
Figura 3.10	Instalación de solado prefabricado.....	41

Figura 3.11	Finalización de colocación de solado prefabricado.....	42
Figura 3.12	Enfierrado de muro de cisterna.....	43
Figura 3.13	Encofrado metálico.....	44
Figura 3.14	Encofrado cara interna.....	44
Figura 3.15	Encofrado cara externa.....	45
Figura 3.16	Plano de detalle – altura de encofrado.....	45
Figura 3.17	Llenado de muro - 2do nivel.....	46
Figura 3.18	Llenado de muro 3er nivel.....	47
Figura 4.1	Plano de planta de cisterna con elementos metálicos.....	48
Figura 4.2	Plano de corte - cisterna con elementos metálicos.....	49
Figura 4.3	Plano de planta de cisterna sin elementos metálicos.....	49
Figura 4.4	Plano de corte - cisterna sin elementos metálicos.....	50
Figura 4.5	Instalación de elementos metálicos.....	53
Figura 4.6	Curado de muro cara vista.....	54

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo aplicará un sistema de elementos metálicos para la construcción de una cisterna a nivel freático, cuyo objetivo se centra en utilizar unos elementos metálicos para la construcción de una cisterna a nivel freático. Durante la ejecución de este proyecto se realizó un diagnóstico para poder iniciar la construcción de una cisterna a nivel freático, pero esta cisterna presentó desafíos únicos debido a la presencia constante de agua subterránea, teniendo en cuenta que a 4.0 metros de profundidad se encontraba el nivel freático, pero la construcción de la cisterna tenía que llegar hasta 6.45 metros de profundidad, lo cual se hacía difícil la construcción; para ello, se necesitaron múltiples materiales y equipos, una excavadora, elementos metálicos de alta resistencia, dos bombas de agua de 6 pulgadas y un cilindro metálico. Todo lo antes mencionado fue necesario para poder iniciar la excavación; después de haber excavado y llegar al nivel freático se colocaron los elementos metálicos con la ayuda de la excavadora alrededor donde se construirá la cisterna para así poder controlar los derrumbes; por otro lado, para controlar las inundaciones se realizó un sumidero con la ayuda del cilindro, luego se colocó la manguera de succión de la bomba en el sumidero para así poder bombear el agua. Después, de haber controlado el derrumbe y las inundaciones, se empezó a construir la cisterna. Para el encofrado de la cisterna también se utilizaron elementos metálicos de manera que la construcción sea rápida y segura. Hoy en día se presentan diversas adversidades ante un proyecto, pero gracias al acero se pueden utilizar diferentes elementos metálicos que permiten facilitar cualquier construcción.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Contextualizar la experiencia profesional

El presente estudio se realizó en la empresa E&J Construcciones More SAC. con 8 años de experiencia en el sector de construcción, especialistas en saneamiento y construcción de edificios de alta envergadura, la empresa se encuentra ubicada en el distrito de Puente Piedra, departamento de Lima. Se realizó esta investigación desempeñando el cargo de ingeniero de campo, cuidando que se cumplan criterios esenciales como la calidad, los plazos, costos y seguridad que garantizan que el proyecto cumpla con los tiempos y formas. Cabe resaltar que el ingeniero de campo desempeña el papel de primera línea de defensa cuando surgen los problemas de carácter técnico. Empleando su experiencia y conocimiento en el diagnóstico y rectificación de los obstáculos que se presenten, logrando minimizar una interrupción cualquiera que afecte el desarrollo del proyecto.

A lo largo de la experiencia profesional, estuve a cargo de la supervisión constante de los trabajadores en el campo; asimismo, vigilar de que los procedimientos y las políticas se sigan de manera adecuada. Para el levantamiento de información, se evidencian planos, fotos de campo (avances del proyecto), costos, presupuesto.

En este estudio se desarrolló la construcción de una cisterna a nivel freático utilizando elementos metálicos en excavación, bombeo de agua y encofrados de muros, y aplicando así las habilidades adquiridas en la formación académica y experiencia laboral previa.

## 1.2 Descripción de la Empresa

La empresa E&J Construcciones More SAC, con Registro Único del Contribuyente RUC 20601294045, cuyo domicilio principal está ubicado en la ciudad de Lima. Es una empresa constructora peruana que inicia sus actividades en junio de 2016, ha participado en la ejecución de proyectos de ingeniería en el sector público y privado.

### Misión

La misión de la empresa constructora peruana es ejecutar proyectos y obras de ingeniería, cumpliendo con la gestión de la calidad, seguridad y salud ocupacional y respeto al medio ambiente, logrando la mejora continua, la satisfacción de sus clientes durante y después de finalizado el proyecto. Asimismo, en la misión se enfatiza la seguridad de los colaboradores dentro de la empresa y se reconoce lo importante que es mantener el bienestar del equipo laboral. La empresa hace un compromiso en donde busca mejorar e implementar con mucha rigurosidad medidas de protección en cada fase que se desarrolle el proyecto. Se compromete también a capacitar de forma continua a los colaboradores mejor calificados. De igual manera, adopta prácticas y adopta un protocolo para asegurar el entorno de trabajo frente a los riesgos posibles.

En conclusión, la misión de la empresa no solamente se basa en construir proyectos, sino también se compromete en ofrecer un excelente nivel técnico, innovador, sostenible, con un entorno seguro para el bienestar de los trabajadores. Al combinarse estos elementos, no solo se logra satisfacer al cliente, sino también permite obtener el éxito empresarial a largo plazo en este rubro de la construcción.

## **Visión**

La visión de la empresa es lograr consolidarse como una constructora líder, con gran reconocimiento en el país por ser altamente competitiva a nivel profesional y con gran experiencia en el mercado. Cumpliendo a tiempo con todos y cada uno de sus trabajos encomendados.

Para conseguir este fin, la empresa busca contar con los mejores profesionales, asociados y también trabajadores con la suficiente experiencia y el conocimiento adecuado para destacar y proponer proyectos de gran innovación y sostenibilidad. El nuevo enfoque no solo busca alcanzar el éxito empresarial, sino también se concentra en ofrecer lo mejor al cliente para su bienestar. Todo el sistema está orientado y enfocado en entregar soluciones de carácter integral que no solo satisfagan las exigencias del cliente, sino que además busquen promover el impacto positivo en su vida y entorno.

Igualmente, se compromete con el progreso de la nación. De esta manera, la empresa logra convertirse en un punto clave para lograr el desarrollo y la mejoría de la infraestructura del país, ya que contribuye al crecimiento de la economía y busca el avance de todos los elementos que conforman la sociedad. Esto no solo consiste en ejecutar proyectos de calidad, sino en la búsqueda de propuestas de carácter sostenible con gran responsabilidad social y el fomento del empleo. La visión no solo consiste en destacar y ser excelente, sino convertirse en el referente.

## **Valores**

E&J Construcciones More SAC., realiza todas sus actividades basándose en sus valores organizacionales, los cuales son:

1. **Integridad:** Transparencia, honestidad e identidad propia.
2. **Solidaridad:** Colaborar y apoyar de manera mutua, especialmente a aquellos que lo necesitan.
3. **Calidad:** Otorgar productos de buena calidad.
4. **Trabajo en Equipo:** Realización de las actividades fomentando el método participativo y el apoyo en el entorno, de esta manera se potencia el talento de la colectividad.
5. **Liderazgo:** Inspirar en la empresa el desarrollo de los aspectos creativos, innovadores y las continuas mejoras.

## **Objetivos**

### **Objetivo estratégico general**

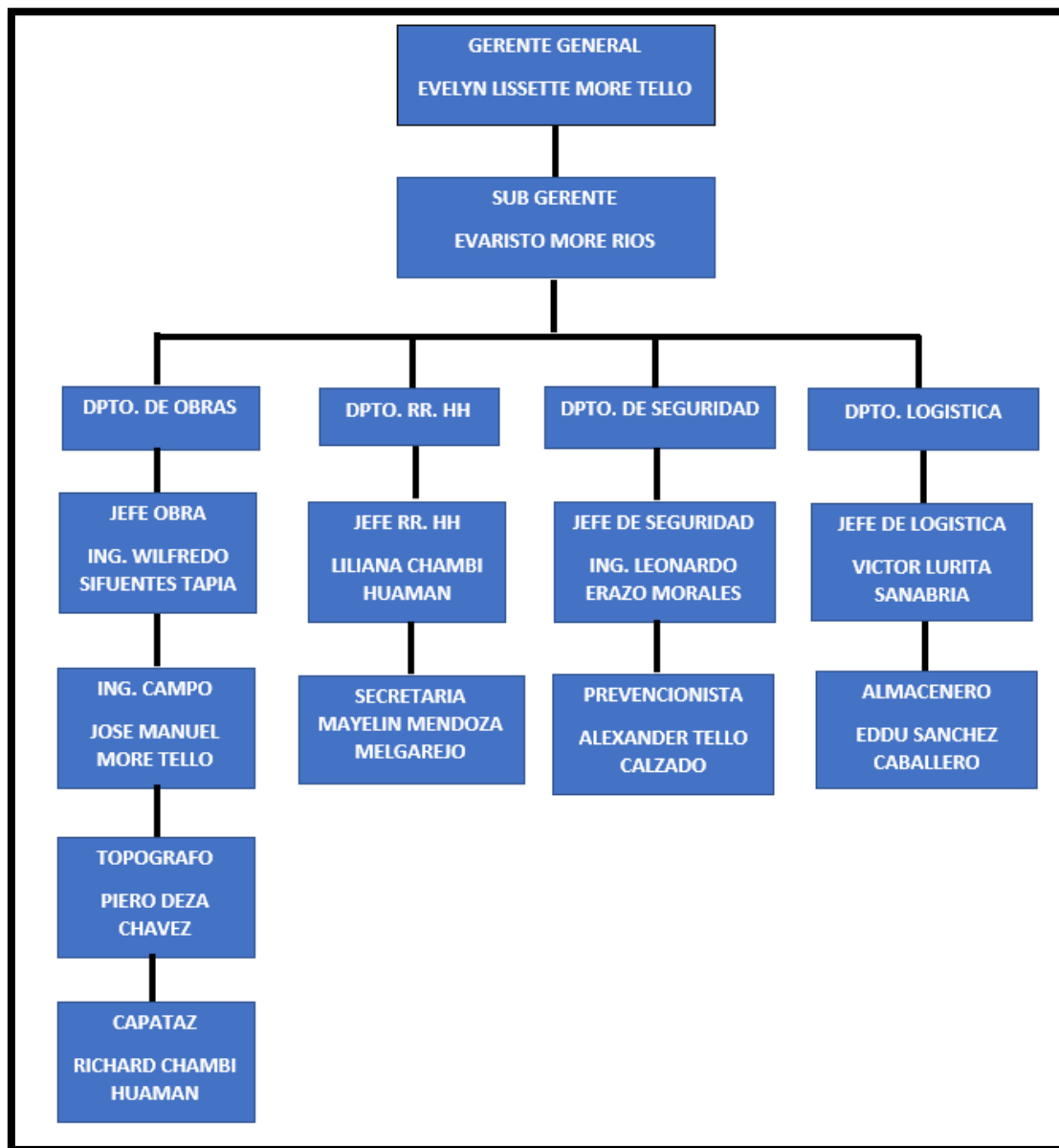
- Atraer clientes, cumpliendo con sus requisitos, aumentando su nivel de satisfacción, superando sus necesidades y expectativas con la calidad de nuestros servicios.

### **Objetivos estratégicos específicos**

- Mejorar continuamente los servicios con la ayuda de un equipo de trabajo comprometido a la obra a realizar.
- Capacitar a los colaboradores, aumentando su nivel de competencia y compromiso.
- Ser una empresa reconocida en todas sus especialidades.

### 1.3 Organigrama de la Empresa

A continuación, se mostrará el organigrama de la empresa constructora, donde se detallarán los diferentes departamentos de la empresa.



**Figura 1.1** Organigrama de la Empresa

*Fuente.* Elaborado por E&J Construcciones More SAC.

#### 1.4 Tipos de servicios

La empresa E&J Construcciones SAC., se dedica a los siguientes servicios que se evidencian en las siguientes figuras.



**Figura 1.2** Servicios que realiza E&J Construcciones SAC.

*Fuente.* Elaboración propia

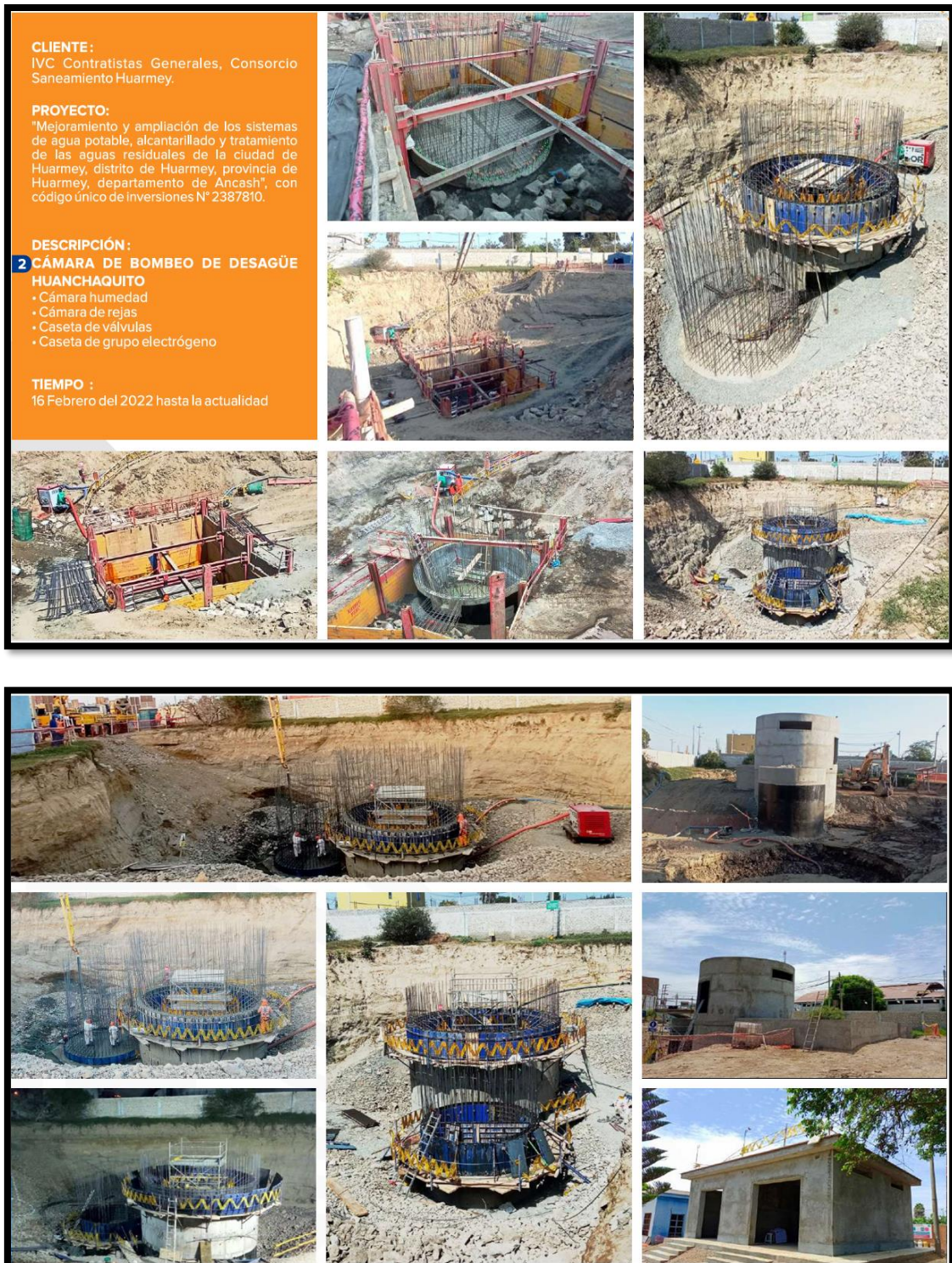
La empresa constructora tiene alta experiencia en obra y cuenta con un amplio personal calificado; además, de elevar los estándares de la construcción con prácticas innovadoras que satisfacen las necesidades y demandas de sus clientes.

A continuación, se evidencia las obras ejecutadas por la empresa E&J Construcciones More SAC.



**Figura 1.3** Construcción de reservorio apoyado de 1500m3 y cerco tipo uni.

Fuente. Elaboración propia



**Figura 1.4** Construcción de Cámara de bombeo de desagüe

Fuente. Elaboración propia



**Figura 1.5** Construcción de Caseta de pozo PP-01

Fuente. Elaboración propia



**Figura 1.6** Construcción de Reservorio elevado 100m<sup>3</sup>

Fuente. Elaboración propia



**Figura 1.7** Construcción de Reservorio elevado 250m<sup>3</sup>

Fuente. Elaboración propia

Aplicación de un sistema de elementos metálicos para la construcción de una cisterna a nivel freático ubicado en el distrito de Huarney -Ancash



Figura 1.8 Construcción de Reservorio elevado 300m<sup>3</sup>

Fuente. Elaboración propia

**CLIENTE :**  
IVC Contratista Generales

**PROYECTO:**  
Esquema Anexo 22  
Pampa de Jicamarca de Canto Grande - sectorización y ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado-districto de San Antonio de Huarochiri. Ubicación: Distrito de San Antonio de Huarochiri.

**Descripción:**

- Reservoirio de rebombeo proyectado RRP-15 V=1000m<sup>3</sup>, con caseta y cerco perimétrico
- Reservoirio de rebombeo proyectado RRP-17 V=500m<sup>3</sup>, con caseta y cerco perimétrico
- Reservoirio de rebombeo proyectado RRP-19 V=250m<sup>3</sup>, con caseta y cerco perimétrico
- Reservoirio de rebombeo proyectado RRP-20 V=200m<sup>3</sup>, con caseta y cerco perimétrico
- Reservoirio de rebombeo proyectado RRP-21 V=150m<sup>3</sup>, con caseta y cerco perimétrico
- Reservoirio de rebombeo proyectado RRP-22 V=300m<sup>3</sup>, con caseta y cerco perimétrico

**TIEMPO :**  
04 de Junio del 2019 hasta Abril del 2021



**Figura 1.9** Construcción de Reservoirio elevado 1000m<sup>3</sup>

Fuente. Elaboración propia

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Actualmente, a nivel mundial, las tecnologías avanzan de forma continua y acelerada; en el mundo de la construcción, estos cambios también repercuten y al mismo tiempo, junto al aumento poblacional, favorecen el crecimiento de las zonas urbanas de una manera acelerada; por ello, ante esta necesidad de habitabilidad, nuevas tecnologías en la construcción se van desarrollando y se van reinventando todos los días en diferentes zonas del mundo. Por otra parte, el aspecto económico y los tiempos en la construcción se van volviendo puntos clave, debido a que ellos permiten controlar el monto y el plazo que se establece para entregar las obras en las entidades públicas o privadas.

### 2.1 Antecedentes

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

En cuanto a los antecedentes internacionales, se tiene a Wenfeng et al (2022) en su artículo sobre el efecto del nivel freático sobre la capacidad de carga de una fundación superficial. Tuvo como propósito evaluar las características físico-mecánicas del suelo dentro del área de la central hidroeléctrica Xianonanhai; de igual manera se analizaron las características de la fundación superficial y su capacidad portante frente a un cimiento. Se hizo un análisis del impacto de la profundidad en el aumento de los niveles freáticos en el cimiento y se propuso un método que permita obtener la profundidad crítica de inmersión de las aguas subterráneas en el depósito.

Pindo, Orces y León (2017), el objetivo de la investigación consistió en el diseño estructural haciendo uso de un encofrado de metal para un proyecto de hormigonado del túnel, el cual presentaba una longitud de 23 m. Además, se usó una sección abovedada de 21.15 m de longitud en su perímetro bajo los conceptos de modulación y análisis en sus

elementos. Se obtuvo como conclusión que, en los arqueos, los puntos críticos arrojaron un resultado menor a 5 mm. Por ende, la estructura no es inconstante y se encuentra dentro del rango de los 19 parámetros que son permitidos. Durante la fase de optimización se redujeron 4 toneladas de la versión original, considerándose solo elementos lineales que en porcentaje equivalen a 19% del peso total de la estructura.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

Para el presente trabajo de suficiencia profesional se emplearon conocimientos adquiridos en la universidad, así como también la revisión de documentos como revistas, libros de consulta y otros trabajos de investigación que se aplicaron en la empresa E&J Construcciones More SAC.

A lo largo de mi experiencia laboral, se hizo uso del conocimiento adquirido en la práctica y que se relaciona con aplicaciones de un sistema de elementos metálicos en las construcciones, con la finalidad de mejorar la eficiencia y eficacia con relación al costo que esto demanda y que puede ser optimizado tanto entre los equipos como al personal que trabaja en la obra.

Para efecto de sostener el trabajo de suficiencia profesional, se encontraron estudios previos nacionales:

En un estudio reciente Tarqui y Tejada (2023) en su investigación sobre comparación del uso de encofrado metálico y convencional para mejorar la productividad. El resultado que se obtuvo señala que los encofrados metálicos logran acelerar el proceso constructivo referente a las vigas y columnas, obteniendo gran resultado de calidad si se compara con el sistema convencional. Se concluyó que los encofrados metálicos son

evidentemente más costosos que los encofrados convencionales, sin embargo, con el tiempo su uso presenta mayores ventajas debido a su capacidad de reutilización. De igual manera, el encofrado de metal presenta características más favorables con relación al medio ambiente, esto significa mayor resistencia y durabilidad y no permite un uso descontrolado ni que se generen agentes de contaminación de forma excesiva.

Saldívar (2022) en su investigación sobre diseño de los sistemas de encofrado en una edificación. Concluyendo que los encofrados metálicos presentan mayor eficiencia respecto a los temas de costos, debido a su factor de optimización en el equipo y el personal que labora en su desarrollo. Además, el tiempo en que la obra es ejecutada también se reduce y permite por tal motivo un mejor acabado. Asimismo, para este tipo de encofrado se reduce la mano de obra, debido a que el sistema viene con una modulación tanto vertical como horizontal, facilitando su uso y optimizando la fuerza laboral.

Arapa y Maldonado (2019) en su investigación, tuvieron como objetivo encontrar el rendimiento, calidad y costo de los elementos estructurales. Se concluyó que para poder aplicar de forma correcta el encofrado metálico según las especificaciones técnicas, se deben tomar en cuenta principalmente los factores climáticos, ya que presentan gran diversidad según la zona donde se realizará el proyecto.

Urruchi (2018) en su investigación sobre Evaluación de la variación del nivel freático y su influencia en la salinización de las aguas subterráneas. Tuvo como finalidad la evaluación de la variación del nivel freático y cómo este repercute en la salinización del agua; de igual manera evaluar la determinación de la velocidad de descenso de este nivel y además establecer la vida útil de los pozos. Como conclusión, se obtuvo que el descenso del nivel no es un factor determinante para la salinización del acuífero.

Oribe (2015) tuvo como finalidad hacer uso del encofrado metálico debido a que son poco aplicados a nivel nacional a pesar de sus notorias ventajas, además que ofrecen soluciones prácticas y permiten que las partidas de construcción, sobre todo de estructuras verticales en concreto armado, puedan ser agilizadas. Concluyó que al aplicar el encofrado metálico se pueden reducir los costos de forma considerable en comparación al encofrado tradicional. De igual manera, se comprobó que los acabados son de mejor calidad. Como resultado de su aplicación, se estima que el gasto del proyecto evaluado se reducirá en un 30% y el tiempo para ejecutarse la obra también será reducido.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Importancia de la mecánica de suelos en la Ingeniería Civil**

La mecánica de suelos se refiere a aquella disciplina encargada de aplicar leyes de la mecánica y la hidráulica en temas relacionados con los estudios del suelo, tanto en su aspecto estructural, de propiedades físicas y sus comportamientos frente a las deformaciones y resistencias para garantizar la estabilidad y durabilidad de una estructura. Asimismo, analiza la firmeza del suelo, las deformaciones y flujos de agua que viajan al interior y exterior de la masa, y evalúa de forma permanente su uso posible como un material en la construcción.

Toda obra que se haya edificado por la Ingeniería Civil es sostenida sobre una base de corteza terrestre; por tal motivo, es de vital importancia considerar antes de realizar cualquier edificación un análisis previo de los parámetros del suelo que garanticen su permanencia y sobre todo su integridad frente a cualquier peligro de carácter sísmico.

El estudio de la mecánica del suelo es importante debido a que si sobrepasa el

límite de la capacidad de resistencia del suelo sucederán deformaciones considerables y esto producirá un mayor esfuerzo en la estructura generando fisuras, grietas o el desplomo de la edificación misma produciendo su inutilización.

### **2.1.2 Aguas en el Suelo**

El suelo se refiere a una materia que presenta una composición de sus partículas con poros que se conectan unas a otras; se logra conformar una red de gran complejidad y donde se logran comunicar con la superficie mediante grietas y fisuras que se presentan en la masa; por ello, que el agua cuando cae sobre los suelos una parte se escurre y la otra logra filtrarse por acción gravitatoria en estos canales complejos mencionados.

La composición del suelo se constituye en parte por una materia sólida, otra parte está conformada por líquidos y finalmente también se encuentra conformada por gases. Sin embargo, si se logra descender de la superficie hacia su interior, se empezará a encontrar mayor cantidad de agua hasta un punto donde el aire es reemplazado enteramente por moléculas de agua; este punto es denominado Nivel Freático.

#### **Nivel Freático**

Nivel freático se refiere al nivel superior de agua que se presenta en el acuífero o de igual manera, es el lugar donde las presiones del agua y la atmósfera son equivalentes.

Se entiende por nivel freático el nivel superior de una zona freática sometida a una presión atmosférica se le denomina nivel freático. Es posible encontrar este nivel en distintas profundidades y eso va a depender de los factores geológicos y climáticos que abarcan desde unos cuantos centímetros de profundidad hasta incluso decenas de metros bajo tierra. Mayormente cambia la profundidad de acuerdo a las características

meteorológicas de las cuales depende la recarga del acuífero. Contrariamente a la horizontalidad de los mares, el nivel freático presenta una irregularidad con pendientes decrecientes desde un nivel superior a uno inferior.

La realización de excavaciones por debajo de los niveles freáticos es una práctica común en la ingeniería civil; por ello se pueden presentar problemas cuando los suelos son muy permeables debido a que tienen mayor facilidad de llenarse de agua y generar velocidades de aguas freáticas que arrastran materiales del suelo hacia las excavaciones logrando ensuciarlas y contaminarlas.

Existen muchas maneras para abatir los niveles freáticos, dentro de la más común se encuentra la realización de zanjas colectoras durante las excavaciones. En estas se bombea agua hacia otras partes fuera de la zona de trabajo. Estos volúmenes de agua que se bombean son relativamente grandes, ya que estos niveles siempre buscan estar constantes y eso genera un incremento en el costo de la obra.

Otra manera común para abatir los niveles freáticos consiste en la realización de varios pozos que se ubican alrededor de la excavación; estos permitirán retirar el agua y por ende que el nivel freático baje en determinados puntos establecidos de tal manera que sea abatido.

Además de lo mencionado, se puede pensar en la impermeabilización en donde se seca todo el contenido de la excavación; para ello se debe considerar los niveles de presión que ejercerán las paredes alrededor tanto de manera lateral como inferior, ya que esto puede conducir al colapso de la excavación por efecto del levantamiento o el colapso de los muros que lo contienen. Existen otras maneras adicionales para abatir el nivel freático,

pero estas deben ser analizadas tomando en consideración todas las variables que se presenten en el momento de la obra.

### 2.1.3 Encofrado

Los encofrados se refieren a aquellos elementos que permiten moldear cualquier estructura hecha en concreto. Pueden ser recuperables cuando van rotando según las necesidades del proyecto o encofrados perdidos cuando es atrapado en el concreto al momento del vaciado respectivo.

El diseño de los encofrados metálicos consiste en la realización de paneles según los patrones de una modulación estructural. Ya con el diseño realizado, se buscará emplear la mínima cantidad de paneles, debido a que se pueden reutilizar. Alguno de los pocos inconvenientes que podemos encontrar en esta clase de encofrados es que las medidas por lo general son estándar y es necesario acomodarlas a las diversas longitudes que presentan las estructuras.

Un encofrado es un modelo, ya sea temporal o permanente, según se requiera su uso y que se emplea para dar forma al concreto en superficies grandes en estructuras sencillas. Asimismo, se puede definir como aquella actividad crítica durante la ejecución de la obra, estas pueden ser de madera o de acero. La función de los encofrados consiste en soportar las cargas durante la fase de vaciado y fraguado de las estructuras.

- Encofrados horizontales: Se denominan así a aquellos que se forman durante el vaciado y que forman parte de él. Encontramos aquí a las vigas, losas y otros elementos como los puntales que soportan cargas fuertes.
- Encofrados verticales: Se refieren a encofrados que son usados con la

finalidad de construir pilares o muros, ya sean rectos o curvos in situ, ya sea para edificaciones u otro tipo de construcción de carácter civil.

### **Encofrado metálico**

Los encofrados metálicos son aquellas conformadas por conjunto de paneles metálicos que se encuentran unidos a bastidores, los cuales se encargan que la forma se conserve y que sean resistentes cuando se intenten flexionarse. Este tipo de encofrados ha aportado muchas soluciones, consiguiendo altos rendimientos y gran durabilidad. Por lo general son modulares, fáciles en su manejo y que garantizan una superficie pareja.

### **Características del encofrado metálico**

El encofrado metálico se caracteriza por ser versátil, presenta las siguientes características y funciones: Su tamaño es de 1 m<sup>2</sup> y pesa un aproximado de 35 kg, esto permite un buen manejo en la obra, ya que un solo operario puede manipularla con cierta facilidad tanto a los paneles como a sus demás accesorios en el momento de realizar el encofrado.

### **Encofrado Metálico en columnas**

Es frecuente que las columnas con sección transversal aparezcan en grandes cantidades; por ello, los marcos deben enviarse rápidamente al otro punto con muy poco esfuerzo de recolección para que sea más eficiente. Para ello se han creado además disposiciones de encofrado que permiten satisfacer las demandas más exigentes planteadas en la frecuencia, la consistencia o el borde de la esquina afilada.



**Figura 2.1** *Encofrado metálico en columnas*

*Fuente.* <https://grupocasalima.com/blog/construccion/que-es-el-encofrado-de-unacolumna/>

### **Armado de encofrado metálico**

El armado de encofrado metálico corresponde a la localización de ejes o parámetros de los elementos que participarán en la construcción y en el traslado de estos a caballetes que se sitúan en el extremo de las longitudes.

Cuando ya se hayan colocado en su lugar, los hilos son tensados y servirán como referencia para que se coloquen los encofrados. Las referencias deben ser trazadas en ambas direcciones.

### **Colocación de puntales metálicos**

Estos puntales son los que más se usan y que se les puede pintar o galvanizar. Se encuentran ordenados por un límite de carga (500 – 3000 kg) y un nivel de funcionamiento que presenta un alcance entre 2 y 6 metros. El acero facilita establecer el límite de las cargas evidente y útil, consolidándose como un material seguro (controla la

oxidación del material). Son viables con marco de encofrado recuperable usado en obra de estructura o en edificaciones comunes., trabajan mayormente en el desarrollo de la realización de columnas tanto para lograr el alcance de su carga y su altura. De igual manera, son utilizadas por lo general como elemento de apuntalamiento en restauraciones de edificios.



**Figura 2.2** *Apuntalamiento de encofrado metálico en columnas*

*Fuente.* <https://anma.com.pe/producto/encofrado-metalico-importado-para-columna/>

### ***Encofrados Verticales***

Permanecen sujetos a la exposición de fallas en el molde gracias a la presión que se ejerce en la parte inferior. Se practica más en el desarrollo de columnas. Cuando ya se cuenta con el diseño de este encofrado, se puede calcular la cantidad de material para la realización del molde tomando en consideración el sistema de encofrado que se desea usar y las divisiones de los refuerzos analizados con anterioridad; luego de ello se cuantificará el precio y se podrá escoger el de mayor rendimiento según el plan.

## 2.1.4 Ventajas y desventajas del encofrado metálico

### Ventajas

- Cada componente sirve para definir al elemento según la forma proyectada y si por alguna razón no se puede aprovechar, se puede cambiar en otro elemento en casos excepcionales.
- Presenta mayor facilidad de trabajo y permite controlar mejor el tiempo al desarrollar el encofrado y desencofrado.
- Mayor aceleración y accesibilidad cuando se realiza la operación de encofrado, desencofrado y aplomado.
- Permite realizar acabados lisos gracias a la ventaja de los parámetros.
- Permite realizar las uniones de forma fácil y práctica debido a un cerrojo que presenta el bulón y una cuña imperdible entre ellas.

### Desventajas

- Elevado costo de adquisición
- Dificultad en la adaptación debido a medidas estándar.
- Presenta escasa exclusividad en cuanto a forma y adaptabilidad.
- Produce grietas cuando se realiza el vaciado siempre que se mueva la armadura en ese momento.
- Requiere usar aditivos, ya que absorbe poca humedad.

### **CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

En el año 2018 ingresé a laborar a la empresa E&J Construcciones More S.A.C. especialistas en construcción, realizando el trabajo de asistente de obra y realizando el trabajo de metrados.

La labor principal que desempeñé en el puesto asignado consistió en coordinar directamente con el residente en la obra, ayudando en la supervisión y además dirigiendo cada aspecto del proceso de la construcción de los proyectos.

En el 2021, asumí la función de ingeniero de producción, cargo que desempeñé hasta la actualidad. En este puesto de trabajo, las labores se enfocan en supervisar la producción que estaba prevista día a día se vaya ejecutando la obra, realizar presupuestos, supervisión, revisión y actualización de los procedimientos, realizó seguimiento del plan de implantación de la obra, todo ello con la finalidad de conseguir a tiempo que se realicen las entregas y que la construcción cumpla con un alto estándar de calidad.

#### **3.1 Desarrollo del proyecto**

El proyecto Mejoramiento y aplicación de agua potable, alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales se encuentra ubicado en la ciudad de Huarney, departamento de Ancash, Perú, y fue ejecutado por la empresa E&J Construcciones More S.A.C. El proyecto consistió en la construcción de un reservorio de 1500 cubos, la caseta del reservorio y el cerco perimétrico tipo I, en el que se llevaron a cabo diversas etapas de trabajo. Este proyecto fue parte de una serie de obras llevadas a cabo en el distrito de Huarney.

El objetivo principal del proyecto fue construir una cisterna para el almacenamiento de agua, siguiendo las especificaciones técnicas y medidas

proporcionadas en los planos y garantizando el cumplimiento de los estándares de calidad requeridos.

### Ingeniería

La etapa de ingeniería comenzó con el trazo del terreno para posteriormente realizar la excavación, donde se excavó a una profundidad de 4 metros, llegando hasta el nivel freático. Una vez que se llegó al nivel freático, se presentó como problema el derrumbe de la tierra que se encontraba en los laterales. Por ello, se tuvo que aplicar un sistema de elementos metálicos llamados entibados metálicos, que normalmente son usados en la construcción de líneas de aguas o desagüe. A continuación, se muestran los planos de estructura de la cisterna-planta de lodos.

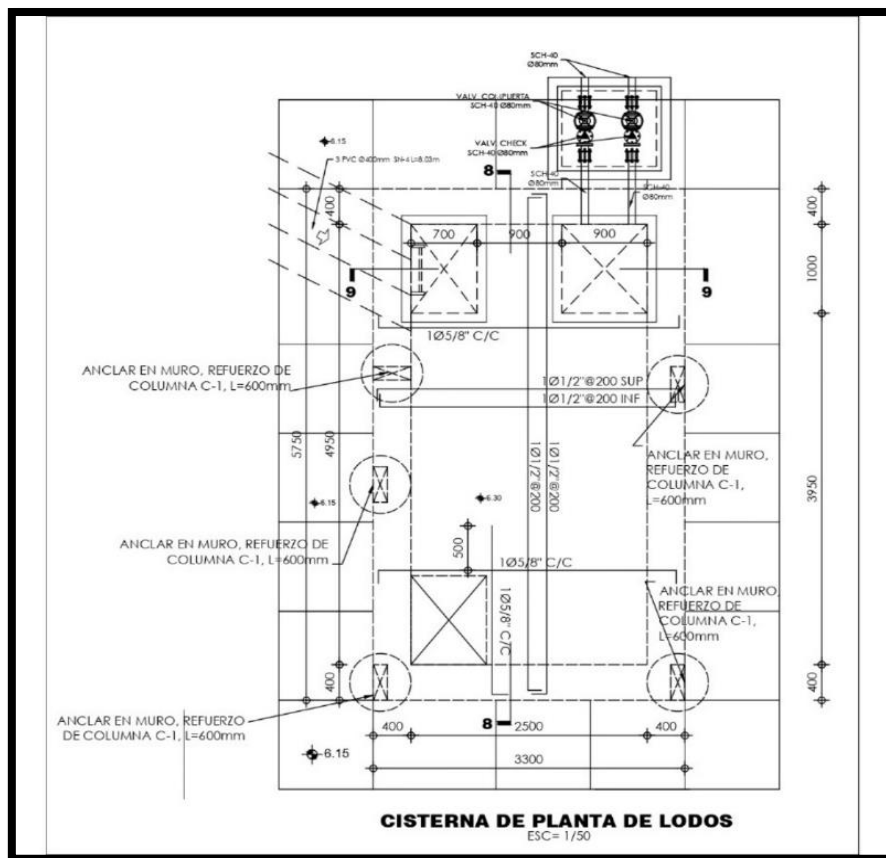


Figura 3.1 Plano de planta - cisterna de la planta de lodos

Fuente. Elaboración propia

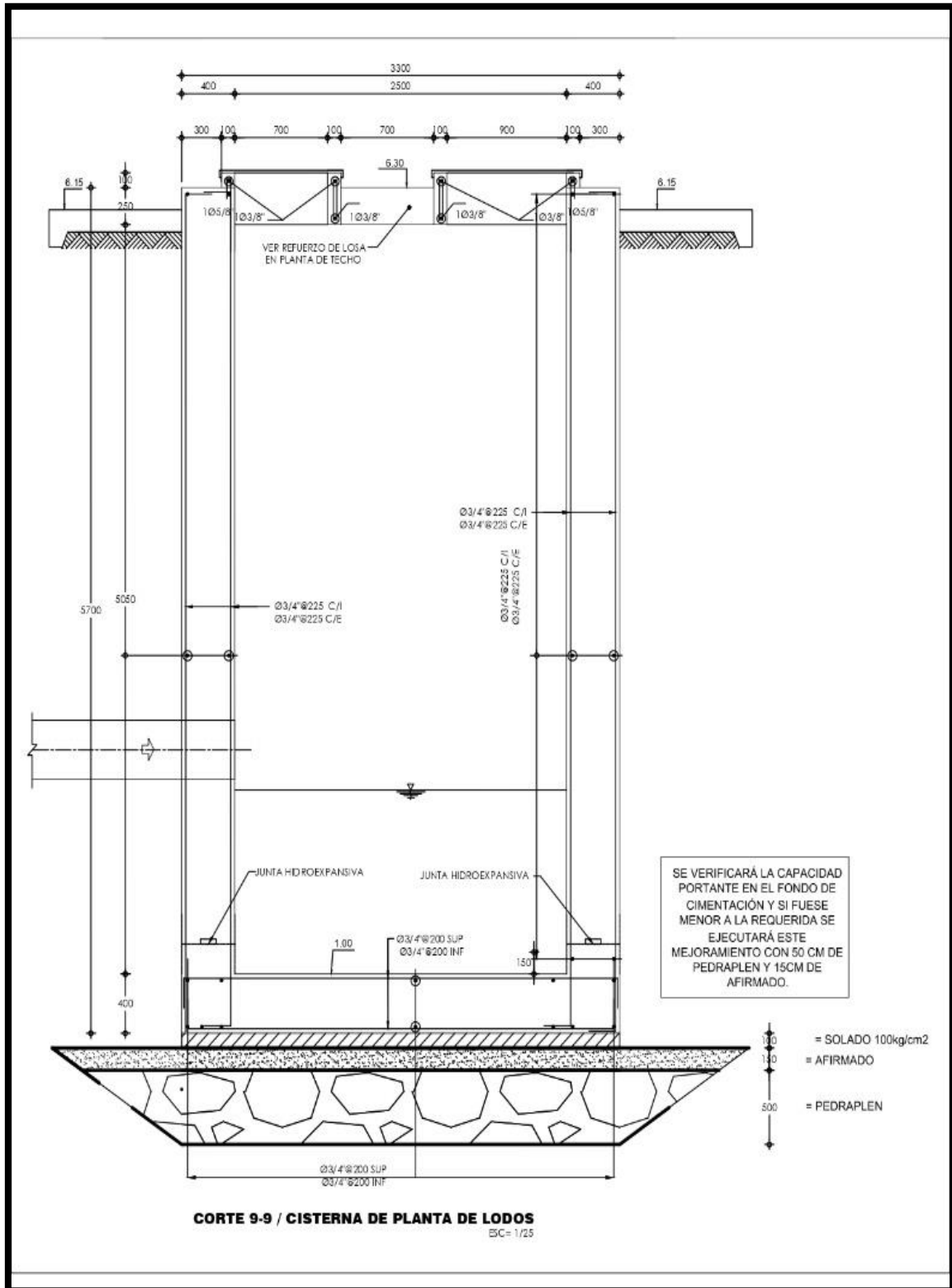
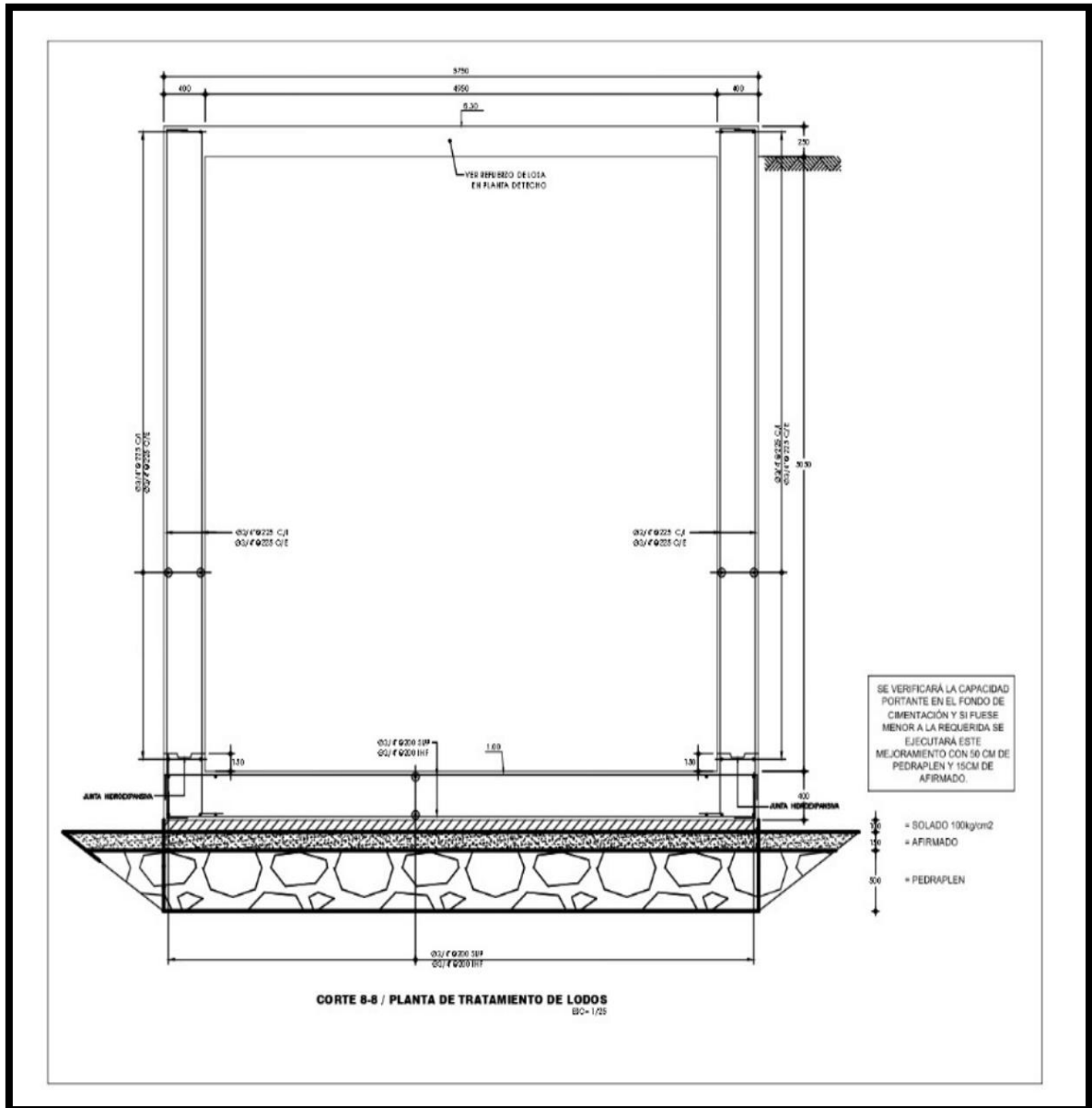


Figura 3.2 Plano - corte 9-9 / cisterna de la planta de lodos

Fuente. Elaboración propia



**Figura 3.3** Plano - corte 8-8/ cisterna de la planta de lodos

*Fuente.* Elaboración propia

Para poder trabajar en el área excavada, se empleó una bomba. En la Figura 3.4 se observa, una máquina de bombeo modelo OR Industrial, con esta máquina se expulsó el agua subterránea hacia el río de Huarmey.



**Figura 3.4** Máquina de bombeo

*Fuente.* Elaboración propia

Para la instalación de los entibados metálicos, se utilizó pilares metálicos, los mismos que se colocaron en cuatro puntos (esquinas de la cisterna); de igual manera se continuó con el izamiento de los paneles, los que encajaban en las ranuras.



**Figura 3.5** Colocación de Pilares

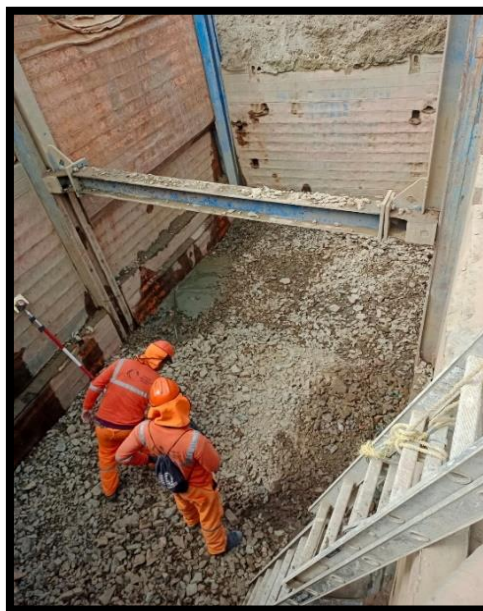
*Fuente.* Elaboración propia



**Figura 3.6** *Colocación de planchas metálicas*

*Fuente.* Elaboración propia

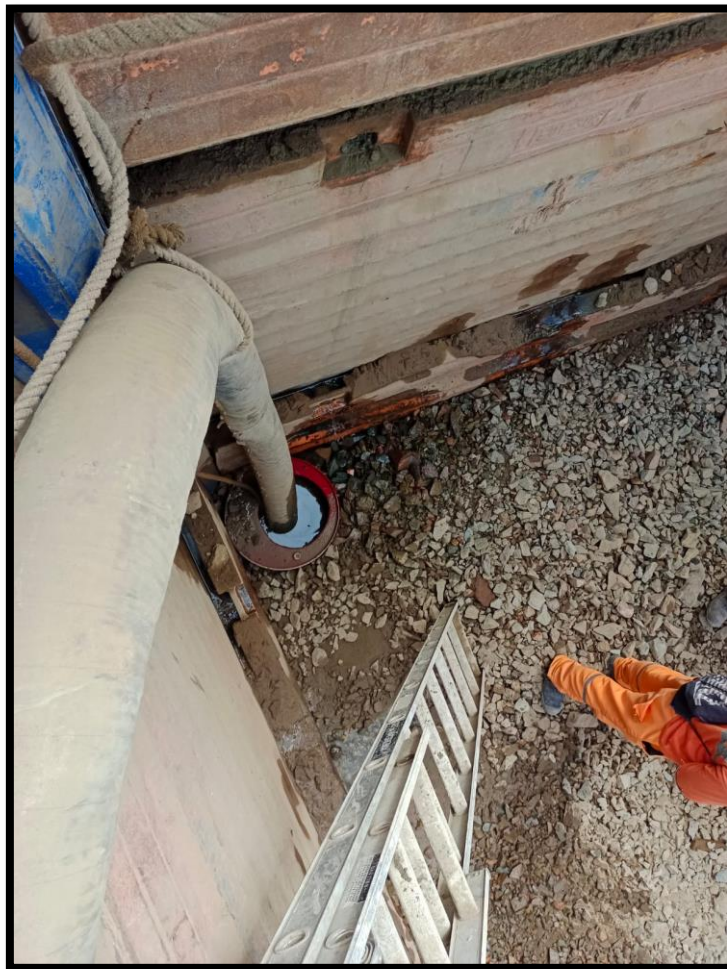
Luego de la instalación de pilares y placas metálicas, se continuó con la excavación hasta llegar a la profundidad de 6.45 m. De igual manera, se colocó un pedraplén (capa de piedra de 50 cm de altura), esto con la finalidad de mejorar la capacidad portante del terreno.



**Figura 3.7** *Colocación de pedraplén*

*Fuente.* Elaboración propia

Asimismo, se colocó un sumidero en el punto más bajo de la excavación, con el propósito de bombear el agua constantemente mediante una manguera de 6 pulgadas de material de jebe. Para la realización del sumidero se utilizó un cilindro metálico en el cual se realizaron perforaciones de 2 pulgadas en todo el contorno del cilindro, de esta manera el agua ingresaba al cilindro y desde ahí se bombeaba el agua constantemente, de esta manera se controlaban las inundaciones (Ver figura 3.8).



**Figura 3.8** *Instalación de sumidero*

*Fuente.* Elaboración propia

Después de haber controlado el derrumbe, la máquina de bombeo comenzó a presentar fallas; por ello, se comenzó a inundar la excavación (Ver figura 3.9).



**Figura 3.9** *Inundación de la excavación*

*Fuente.* Elaboración propia

Ante la persistente inundación, se colocó un solado prefabricado de concreto armado de ancho 3.30 m y 5.75 m. Largo y 1.00 m de altura (Ver figura 3.10)



**Solado Prefabricado**

**Figura 3.10** *Instalación de solado prefabricado*

*Fuente.* Elaboración propia

En la figura 3.11, se observa que el solado prefabricado tenía forma de batea, dejando un espacio de 0.25 m entre las planchas metálicas y el solado. Dicho solado se realizó con la finalidad de brindarle mayor seguridad ante una posible inundación; en caso de que la máquina de bombeo fallara, el solado prefabricado protegía la zapata de la cisterna. Una vez colocado el solado prefabricado, se realizó la impermeabilización para evitar filtraciones de agua.



**Figura 3.11** Finalización de colocación de solado prefabricado

*Fuente.* Elaboración propia

Se continuó con el armado de la zapata, siguiendo con lo indicado en el plano de estructura, colocando fierro de  $\frac{3}{4}$  tanto en zapata y en muros (Ver figura 3.12).

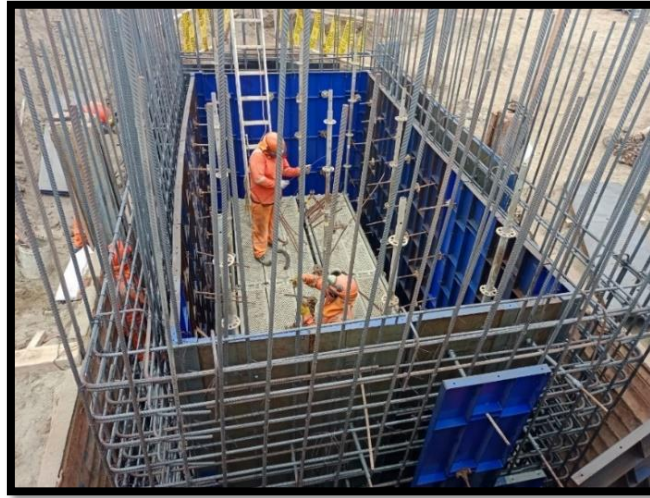


**Figura 3.12** Enfierrado de muro de cisterna

*Fuente.* Elaboración propia

Como segunda etapa, se realizó el encofrado de muros utilizando también elementos metálicos, dicha dimensión es de 0.60 m x 2.40 m. Se colocaron paneles consecutivamente alrededor del enfierrado del muro, respetando recubrimientos del acero. Los paneles metálicos brindan mayor facilidad en el armado del encofrado y seguridad ante posibles desplomes; a su vez brindan un muro cara vista como acabado.

Para el encofrado del muro de la cara interna se utilizó alambre número 8 y 16, espárragos, bolillas, madera y telescópicos. Para la unión de los paneles se amarró con alambre número 16; asimismo, para asegurar los paneles a la malla, se utilizó alambre número 8. De igual manera, para el encofrado de la cara externa se añadieron las bolillas y los espárragos; de esta manera se unieron ambas caras (Ver figura 3.13)



**Figura 3.13** *Encofrado metálico*

*Fuente.* Elaboración propia

Para alinear al encofrado se utilizó la madera de forma horizontal con la ayuda de los espárragos presionando en ambas caras; luego para apuntalar se utilizó el telescópico en la parte interna del muro, dando así arriostramiento y seguridad del encofrado de la cisterna.



**Figura 3.14** *Encofrado cara interna*

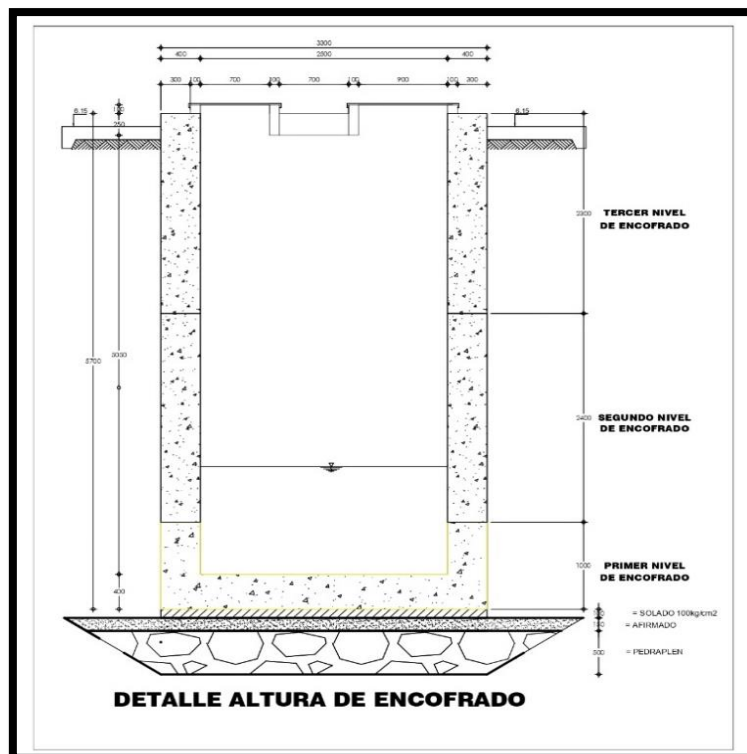
*Fuente.* Elaboración propia



**Figura 3.15** *Encofrado cara externa*

*Fuente.* Elaboración propia

Este proceso se realizó en tres niveles, debido a la altura (5.70 m) que tenía el muro de la cisterna, el primer nivel tuvo una altura de 1.00 m, el segundo nivel una altura de 2.40 m, y finalmente el tercer nivel tuvo 2.30 m (ver figura 3.16)



**Figura 3.16** *Plano de detalle – altura de encofrado*

*Fuente.* Elaboración propia



**Figura 3.17** *Llenado de muro - 2do nivel*

*Fuente. Elaboración propia*



**Figura 3.18** *Llenado de muro 3er nivel*

*Fuente. Elaboración propia*

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

A continuación, se describirán los resultados obtenidos mediante la aplicación de elementos metálicos.

La colocación de planchas metálicas redujo el área de excavación, de manera que al colocar dichas planchas se trabajó en un área de 35.26 m<sup>2</sup> (ver figura 4.1 y 4.2); en caso no se hubiera considerado este elemento metálico, se tendría que haber trabajado en un área de 209.47 m<sup>2</sup> (ver figura 4.3 y 4.4).

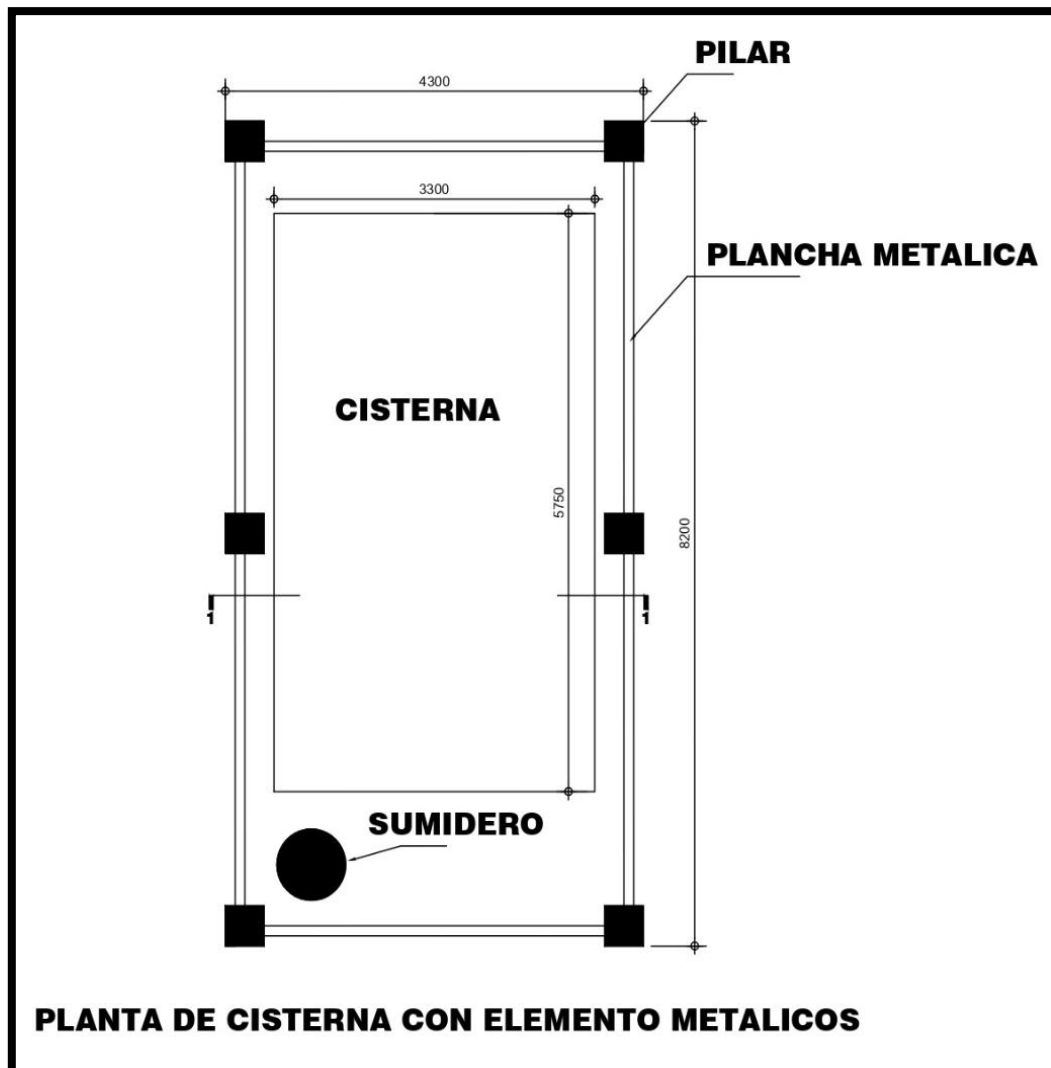
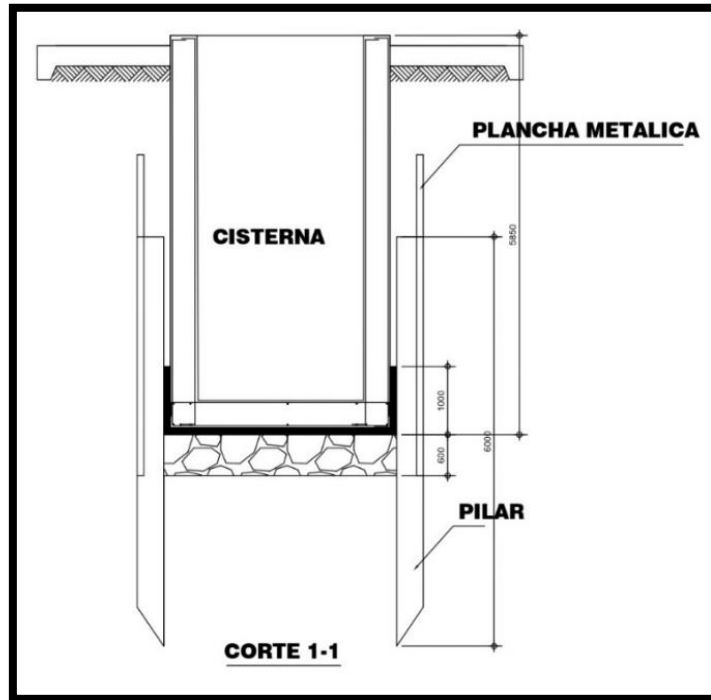
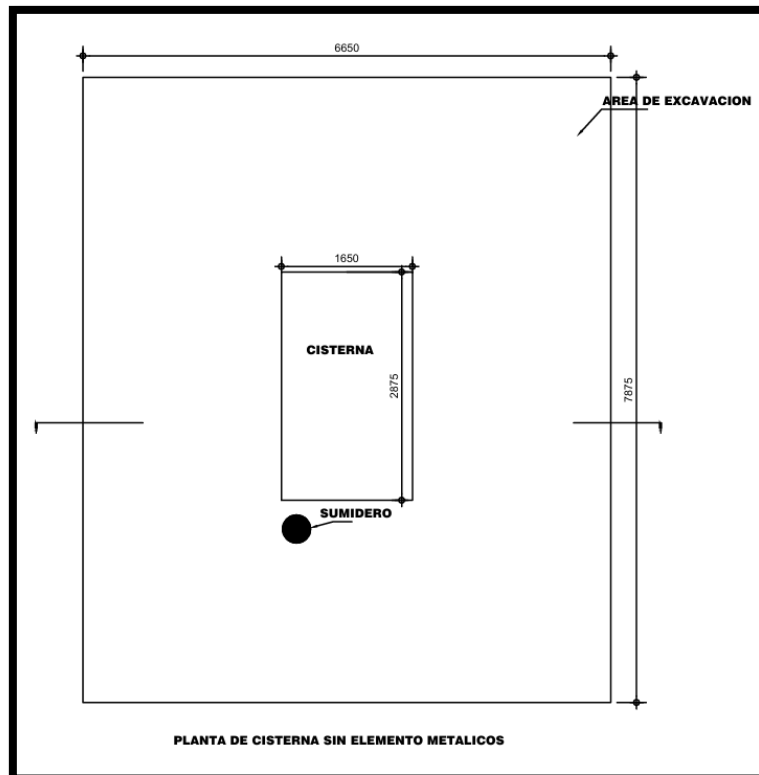


Figura 4.1 Plano de planta de cisterna con elementos metálicos

Fuente. Elaboración propia



*Figura 4.2 Plano de corte - cisterna con elementos metálicos*  
*Fuente. Elaboración propia*



*Figura 4.3 Plano de planta de cisterna sin elementos metálicos*  
*Fuente. Elaboración propia*

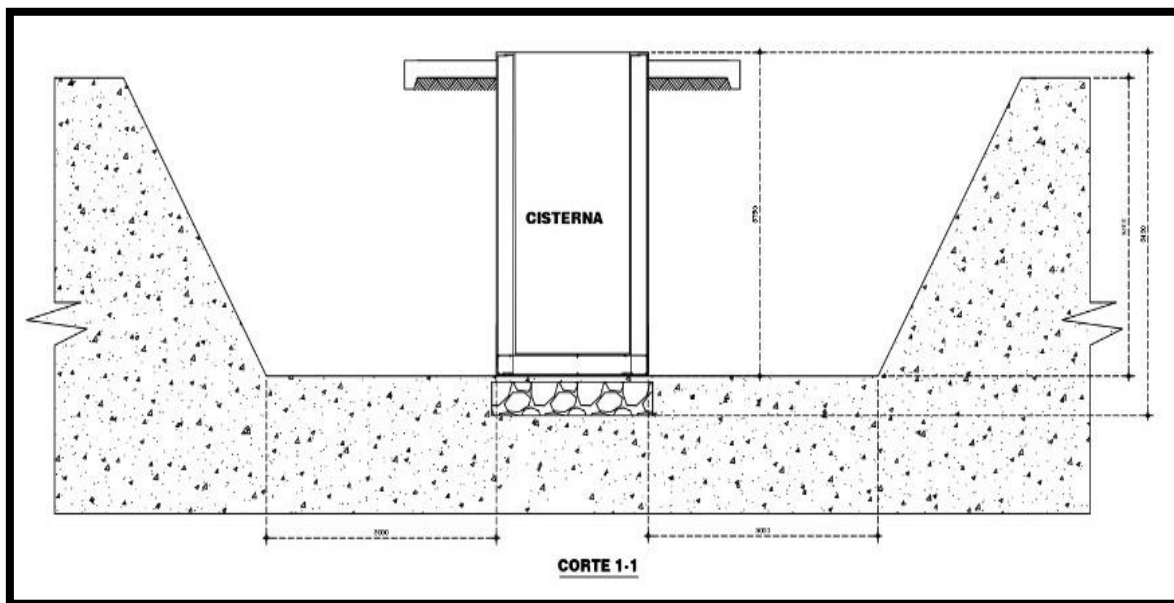


Figura 4.4 Plano de corte - cisterna sin elementos metálicos

Fuente. Elaboración propia

La colocación de elementos metálicos optimizó los costos de excavación, de manera que con elementos metálicos se trabajó 227.42 m<sup>3</sup> (ver tabla 4.1) y en caso no se hubiera realizado con elementos metálicos, se hubiera trabajado 1351.11 m<sup>3</sup> (ver Tabla 4.2).

Tabla 4.1 Costo de la excavación con elementos metálicos

PRECIOS DE LA EXCAVACION DE LA CISTERNA EMPLEANDO LOS ELEMENTOS METALICOS					
01.04.03.02.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
01.04.03.02.02.01	Excavaciones con maquinaria en terreno bajo agua	m <sup>3</sup>	227.42	45.78	10,411.29
01.04.03.02.02.02	Refine, nivelación y compactación en terreno normal	m <sup>2</sup>	35.78	16.35	585.00
01.04.03.02.02.03	Relleno compactado con material de préstamo seleccionado (incl. provisión)	m <sup>3</sup>	150.78	24.56	3,703.16
01.04.03.02.02.05	Eliminación de Material excedente D=15KM	m <sup>3</sup>	150.78	23.78	3,585.55
01.04.03.02.02.07	Alquiler de los elementos metalicos	glb	1.00	20000	20,000.00
				<b>TOTAL</b>	<b>S/ 38,285.00</b>

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 4.2** Costo de la excavación sin elementos metálicos

PRECIOS DE LA EXCAVACION DE LA CISTERNA SIN EMPLEAR LOS ELEMENTOS METALICOS					
01.04.03.02.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
01.04.03.02.02.01	Excavaciones con maquinaria en terreno bajo agua	m3	1,351.11	45.78	61,853.82
01.04.03.02.02.02	Refine, nivelación y compactación en terreno normal	m2	35.78	16.35	585.00
01.04.03.02.02.03	Relleno compactado con material de préstamo seleccionado (incl. provisión)	m3	847.36	24.56	20,811.16
01.04.03.02.02.05	Eliminación de Material excedente D=15KM	m3	847.36	23.78	20,150.22
				<b>TOTAL</b>	<b>S/ 103,400.20</b>

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 4.3** Diferencia de costos de excavación de la cisterna

DIFERENCIA DE PRECIOS EN LA EXCAVACION DE LA CISTERNA	
PRECIOS DE LA EXCAVACION DE LA CISTERNA SIN EMPLEAR LOS ELEMENTOS METALICOS	S/ 103,400.20
PRECIOS DE LA EXCAVACION DE LA CISTERNA EMPLEANDO LOS ELEMENTOS METALICOS	S/ 38,285.00
<b>DINERO AHORRADO</b>	<b>S/ 65,115.21</b>

Fuente. Elaboración propia

A continuación, se realizó un cuadro comparativo de paneles metálicos y paneles de madera, si bien es cierto, el costo de paneles metálicos es un poco más elevado, pero la diferencia está en la cantidad de veces que se puede usar. Los paneles metálicos se pueden usar 16 veces más que los paneles de madera (ver Tabla 4.4).

**Tabla 4.4** Comparación de costos y cantidad de usos

PANELES METALICOS				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.0	PANEL METALICO DE 0.6m X 2.40m	48	480	23040
2.0	PANEL METALICO DE 0.3m X 2.40m	2	240	480
3.0	PANEL METALICO DE 0.35m X 2.40m	2	260	520
4.0	PANEL METALICO DE 0.10m X 2.40m	2	90	180
5.0	PANEL METALICO DE 0.15m X 2.40m	2	120	240
			<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/ 24,460.00</b>
LOS PANELES METALICOS TIENEN 20 USOS				
PANEL DE MADERA				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.0	PANEL METALICO DE 0.6m X 2.40m	48	210	10080
2.0	PANEL METALICO DE 0.3m X 2.40m	2	105	210
3.0	PANEL METALICO DE 0.35m X 2.40m	2	120	240
4.0	PANEL METALICO DE 0.10m X 2.40m	2	45	90
5.0	PANEL METALICO DE 0.15m X 2.40m	2	55	110
			<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/ 10,730.00</b>
LOS PANELES DE MADERA TIENEN 4 USOS				

*Fuente.* Elaboración propia

Asimismo, se realizó un cuadro comparativo sobre los rendimientos en el encofrado de la cisterna 367.23 m<sup>2</sup> (ver Tabla 4.5), se evidencia que el encofrado con paneles metálicos se terminó en 13 días, a diferencia del encofrado de madera que se hubiera trabajado 6 días más.

**Tabla 4.5 Comparación de rendimientos**

SE ENCOFRADO EN LA CISTERNA 367.23 m <sup>2</sup>			
COMPARACION DE RENDIMIENTOS			
RENDIMIENTO DE ENCOFRADO CON PANELES METALICOS		RENDIMIENTO DE ENCOFRADO CON PANELES DE MADERA	
DESCRIPCION	CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD
OPERARIO	2	OPERARIO	2
AYUDANTE	3	AYUDANTE	3
RENDIMIENTO	30m <sup>2</sup> diarios	RENDIMIENTO	20m <sup>2</sup> diarios
COMPARACION DE TIEMPOS			
CON LOS ENCOFRADOS METALICOS SE TERMINARIA DE ENCOFRAR EN 13 DIAS		CON LOS ENCOFRADOS DE MADERA SE TERMINARIA DE ENCOFRAR EN 19 DIAS	

Fuente. Elaboración propia

De igual manera, se realizó un cuadro comparativo de costos de manos de obra en el encofrado, donde se evidencia que el encofrado metálico tiene un costo menor en mano de obra en comparación con el encofrado de madera (ver Tabla 4.6).

**Tabla 4.6 Comparación de costos de mano de obra**

COMPARACION DE COSTOS DE MANO DE OBRA			
ENCOFRADOS METALICOS			
DESCRIPCION	PRECIO DE JORNAL	CANTIDAD DE OBREROS	TOTAL
OPERARIO	180	2	360
AYUDANTE	130	3	390
COSTO DIARIO			750
DIAS TRABAJADOS		13 DIAS	
COSTO TOTAL			S/ 9,750.00
ENCOFRADOS DE MADERA			
DESCRIPCION	PRECIO DE JORNAL	CANTIDAD DE OBREROS	TOTAL
OPERARIO	180	2	360
AYUDANTE	130	3	390
COSTO DIARIO			750
DIAS TRABAJADOS		19 DIAS	
COSTO TOTAL			S/ 14,250.00

Fuente. Elaboración propia

Por otra parte, la colocación de pilares metálicos brindó seguridad al personal que iba a realizar la construcción de la cisterna, lo que quiere decir que el personal pudo trabajar con la seguridad de que no se produzcan derrumbes y este a su vez ocasiona accidentes graves (ver figura 4.5).



**Figura 4.5** *Instalación de elementos metálicos*

*Fuente.* Elaboración propia

La colocación del sumidero permitió que se pueda trabajar en el área excavada, reduciendo así el riesgo de inundaciones, lo cual hubiera afectado los materiales, haciendo que estos se oxiden.

La colocación de elementos metálicos en el encofrado permitió facilitar el avance

de muros y a su vez le brindó un mejor acabado al muro, teniendo como resultado un muro cara vista (ver figura 4.6)



**Figura 4.6** Curado de Muro cara vista

*Fuente.* Elaboración propia

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- En conclusión, en el presente trabajo se logró analizar la aplicación de elementos metálicos utilizados en la construcción de una cisterna a nivel freático donde se aplicaron elementos verticales y horizontales.
- Se concluye que el uso de planchas metálicas permite que el área excavada sea menor, de igual manera que el encofrado metálico reduce los costos de mano de obra y el tiempo de construcción. Por ello, se puede determinar que el uso de los elementos metálicos presenta mayor eficiencia y eficacia, sobre todo en la relación a los costos, debido a su nivel de optimización de recursos que incluye tanto el personal como los equipos que se utilizan, además, el tiempo de realización de la obra se reduce de manera considerable y se obtiene mejores acabados.
- El uso de entibados metálicos ha permitido prevenir situaciones de riesgo, impidiendo así que los trabajadores estén expuestos ante posibles eventos desastrosos (desprendimiento de tierra, asfixia, golpes); por ello, los elementos metálicos garantizan un buen nivel de seguridad durante la ejecución del proyecto y de esta forma asegura la productividad y seguridad de los operarios.
- El uso del sumidero metálico permite poder trabajar a nivel freático, este elemento metálico ayudó a que se controlen las posibles inundaciones que se puedan presentar durante la construcción.

## Recomendaciones

- Es de suma importancia que para el desarrollo de un proyecto se cuente con un especialista en sistemas metálicos y así se pueda decidir qué tipo de encofrado usar de acuerdo a las necesidades del proyecto.
- Se recomienda trabajar con sistemas de elementos metálicos en obras, el uso del encofrado metálico, debido a su gran versatilidad y eficiencia que muestra en el desarrollo del proyecto, ya que permite optimizar el rendimiento de las actividades (excavación, encofrado); reduciendo así costos y tiempos en obra, esto resulta más económico a largo plazo.
- Se recomienda el uso de sumideros metálicos en proyectos similares donde se trabaje a nivel freático, este elemento metálico permite que se pueda trabajar con normalidad sin tener que lidiar con inundaciones, que atrasen la actividad y pongan en riesgo a los trabajadores.
- Sin embargo, antes de usar cualquier elemento metálico en la obra es necesario capacitarse con empresas que realizan encofrados, debido a que no todas presentan el mismo sistema y es necesario evaluar qué sistema es el más apropiado para el proyecto que está en ejecución.
- Actualmente, en el país se está estableciendo el uso de elementos metálicos; se debe identificar los riesgos y garantizar que las operaciones se lleven a cabo de manera eficiente y segura.

## REFERENCIAS

- Aguilar, J., Barreto, U. y Berrio, L. (2022). Encofrados de madera y metálicos en muros de corte y su desempeño respecto al número de usos y costo. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 27 (119) pp. 89-98.  
<https://ve.scielo.org/pdf/uct/v27n119/2542-3401-uct-27-119-89.pdf>
- Alva, J., Huamán, C. y Bustamante, A. (2000). Estudio de Microzonificación Sísmica de Huaraz. pp. 12 – 13
- Arapa, V. y Maldonado, F. (2019). *Análisis de la eficiencia del empleo de encofrado metálico y madera en la construcción de edificios de la ciudad de Cusco*. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Escuela Profesional de Ingeniería Civil.  
<http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/3751>
- Carranza, I. y Ponce, A. (2017). Estudio de Zonificación Geotécnica en el Sector III del Centro Poblado El Milagro para el Diseño de Cimentaciones Superficiales. Pp. 15 – 17
- Caselles, E., Pitarch, C. y Caselles, V. (2012). Determinación del nivel freático del agua subterránea de una isla mediante imágenes del altímetro ASTER. Valencia: *Revista de Teledetección*.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7389578>
- Construmática (2017). Metaportal de arquitectura, ingeniería y construcción, Encofrados. <https://www.construmatica.com/construpedia/Encofrado>
- Martínez, C., Díaz, J. y Duque, R. (2019). Diseño del encofrado para muros usando encofrados modulares. *Revista ITM*.

<https://revistas.itm.edu.co/index.php/tecnologicas/article/view/1509>

- Moguel, C. et al. (2018). Modelación estocástica del nivel freático en pozos de la ciudad de Mérida, Yucatán, México. Yucatán, México. Revista Ingeniería, 22 (2). pp. 25-35. <https://www.redalyc.org/journal/467/46758579003/html/>
- Oribe, Y. (2014). Análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrados metálicos y convencionales en la construcción de edificios en la Ciudad de Lima (Tesis de Grado). Universidad Privada Antenor Orrego, Perú. [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/628/REP\\_ING.CI\\_VIL\\_YOSEP.ORIBE\\_AN%c3%81LISIS.COSTOS.EFICIENCIA.EMPLEO.EN COFRADOS.MET%c3%81LICOS.CONVENCIONALES.CONSTRUCCI%c3%93N.EDIFICIOS.LIMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/628/REP_ING.CI_VIL_YOSEP.ORIBE_AN%c3%81LISIS.COSTOS.EFICIENCIA.EMPLEO.EN COFRADOS.MET%c3%81LICOS.CONVENCIONALES.CONSTRUCCI%c3%93N.EDIFICIOS.LIMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Pachés, M. (s/f). El agua en el suelo: fuerzas de retención. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/121154/Pach%C3%A9s%20%20El%20agua%20en%20el%20suelo.%20Fuerzas%20de%20retenci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pindo J., Orces E. y León J. (2017). Diseño estructural de encofrado metálico para túnel de vía Alóag – Tandapi - Guayaquil, Escuela Profesional de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/37684>
- Saldivar, J. (2022). Diseño de los sistemas de encofrado en una edificación multifamiliar “Today”, San Isidro, Lima – 2021. (Tesis de titulación) Universidad Cesar Vallejo, Lima – Perú.

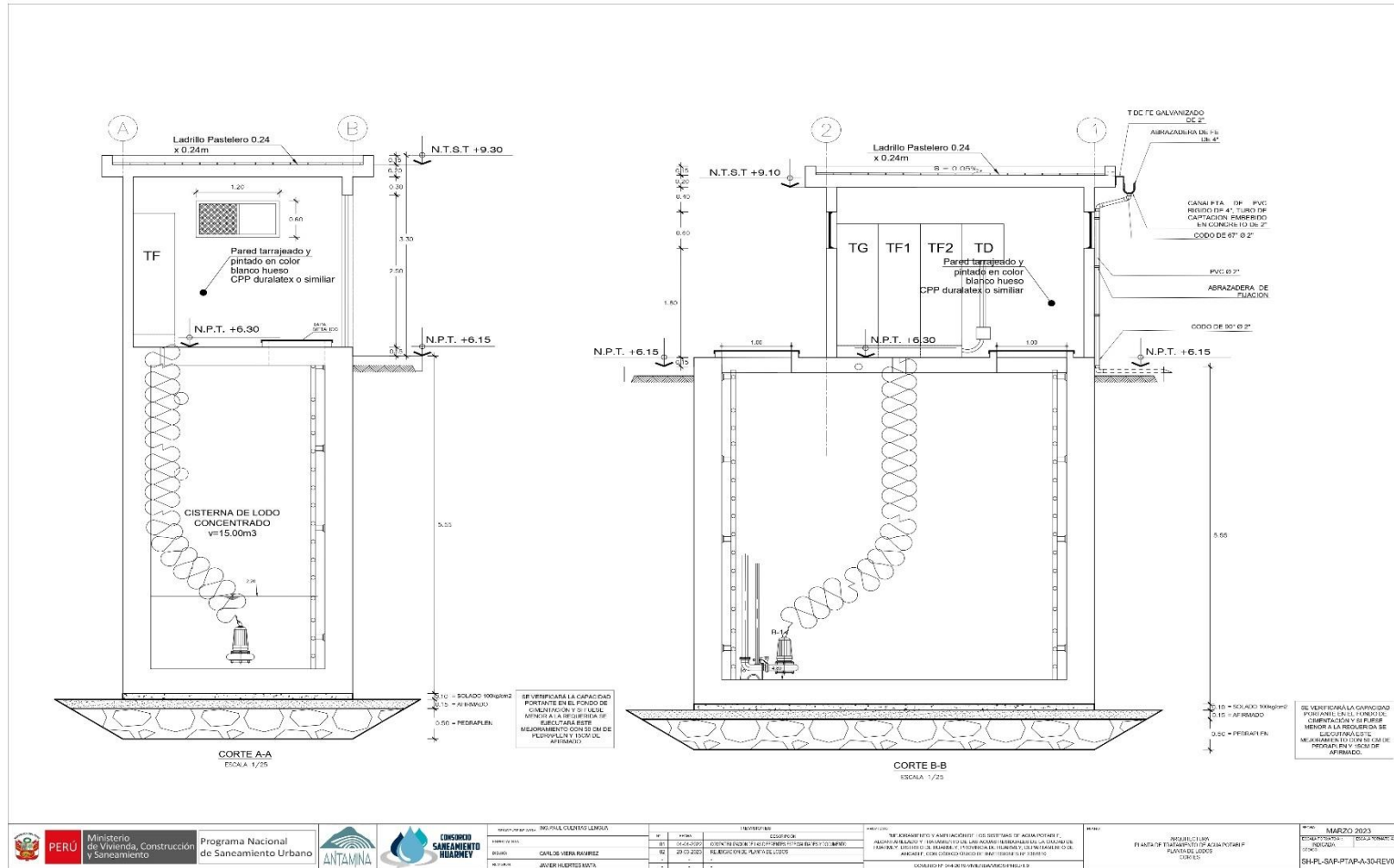
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/104668/Saldivar\\_GJL%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/104668/Saldivar_GJL%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Tarqui, D. y Tejada, E. (2023). Comparación del uso de encofrado metálico y convencional para mejorar la productividad en el bloque “B” de la I.E. Nuestros Héroes de la Guerra del Pacífico, Tacna 2022. (Tesis de titulación). Universidad Privada de Tacna.  
<https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/2697/TarquiCaban-a-Tejada-Pare.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Urruchi, H. (2018). Evaluación de la variación del nivel freático y su influencia en la salinización de las aguas subterráneas en las pampas de Villacurí – Ica. (Tesis de titulación) Universidad Nacional Del Callao.  
[https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/3528/Urruchi\\_tesis\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/3528/Urruchi_tesis_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Wenfeng, C., Quinchao, L., y Erlei, W. (2022). El efecto del nivel freático sobre la capacidad de carga de una fundacion superficial. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. Obtenido de  
[https://www.researchgate.net/publication/361615516\\_The\\_Effect\\_of\\_the\\_Water\\_Table\\_on\\_the\\_Bearing\\_Capacity\\_of\\_a\\_Shallow\\_Foundation/link/62c894263bbe636e0c4bd2c1/download](https://www.researchgate.net/publication/361615516_The_Effect_of_the_Water_Table_on_the_Bearing_Capacity_of_a_Shallow_Foundation/link/62c894263bbe636e0c4bd2c1/download)



Aplicación de un sistema de elementos metálicos para  
la construcción de una cisterna a nivel freático ubicado  
en el distrito de Huarmey -Ancash

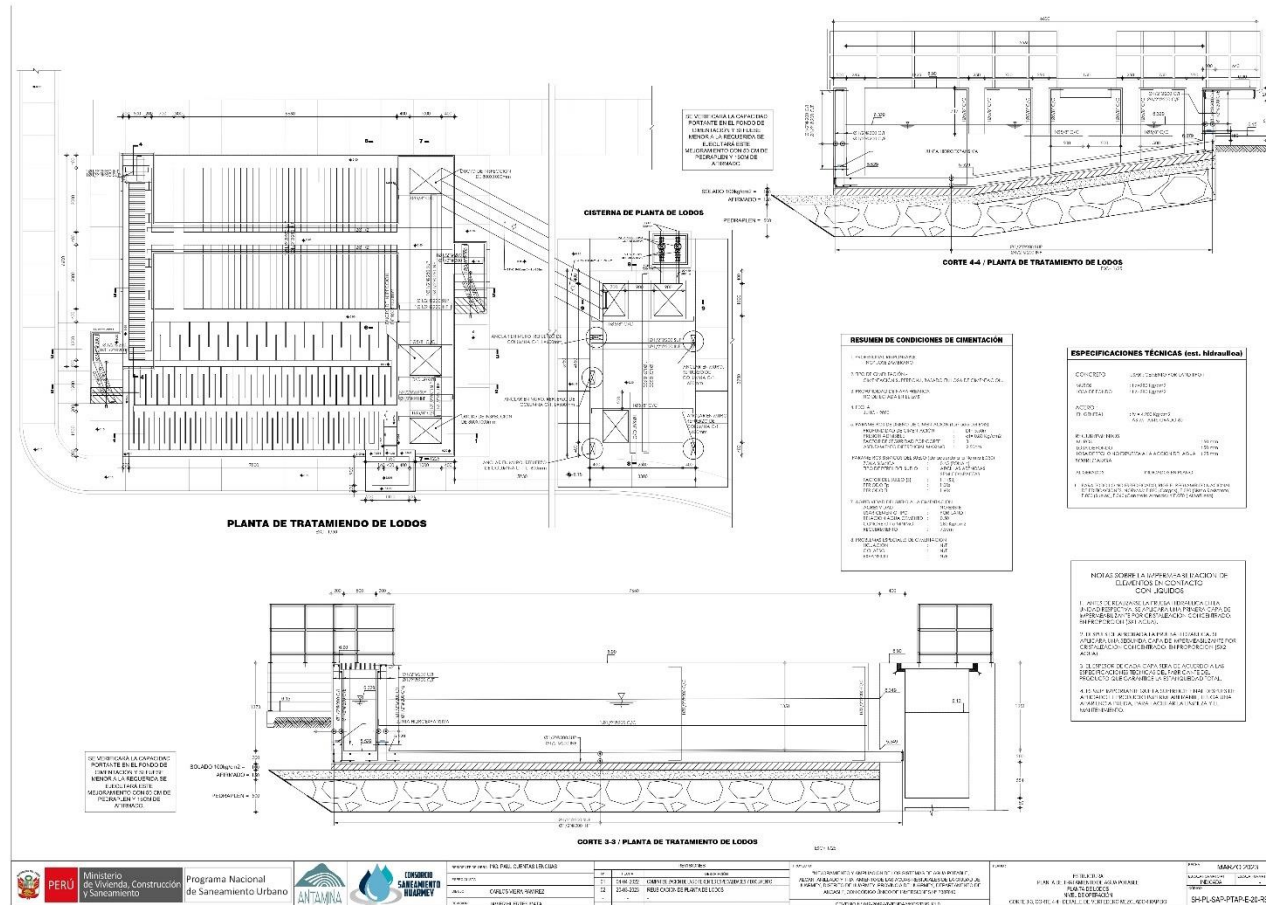
ANEXO N° 2. Plano de corte - Planta de tratamiento de agua potable - – planta de lodos



<p>PERÚ Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento</p>	<p>Programa Nacional de Saneamiento Urbano</p>	<p>ANTAMINA</p>	<p>MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUARMEY</p>	<p>PROYECTO: OBRAS DE SANEAMIENTO URBANO EN EL DISTRITO DE HUARMEY</p>	<p>FECHA: 20 DE JUNIO DE 2023</p>	<p>PROYECTISTA: INGENIERO CIVIL Y ARQUITECTO (C) JOSUE RAMIRO VILLALBA</p>	<p>REVISOR: INGENIERO CIVIL Y ARQUITECTO (C) JOSE RAMIRO VILLALBA</p>	<p>FECHA: 20 DE JUNIO DE 2023</p>	<p>PROYECTO: OBRAS DE SANEAMIENTO URBANO EN EL DISTRITO DE HUARMEY</p>	<p>FECHA: 20 DE JUNIO DE 2023</p>	<p>PROYECTO: OBRAS DE SANEAMIENTO URBANO EN EL DISTRITO DE HUARMEY</p>
				<p>PROYECTO: OBRAS DE SANEAMIENTO URBANO EN EL DISTRITO DE HUARMEY</p>							

Aplicación de un sistema de elementos metálicos para la construcción de una cisterna a nivel freático ubicada en el distrito de Huarmey -Ancash

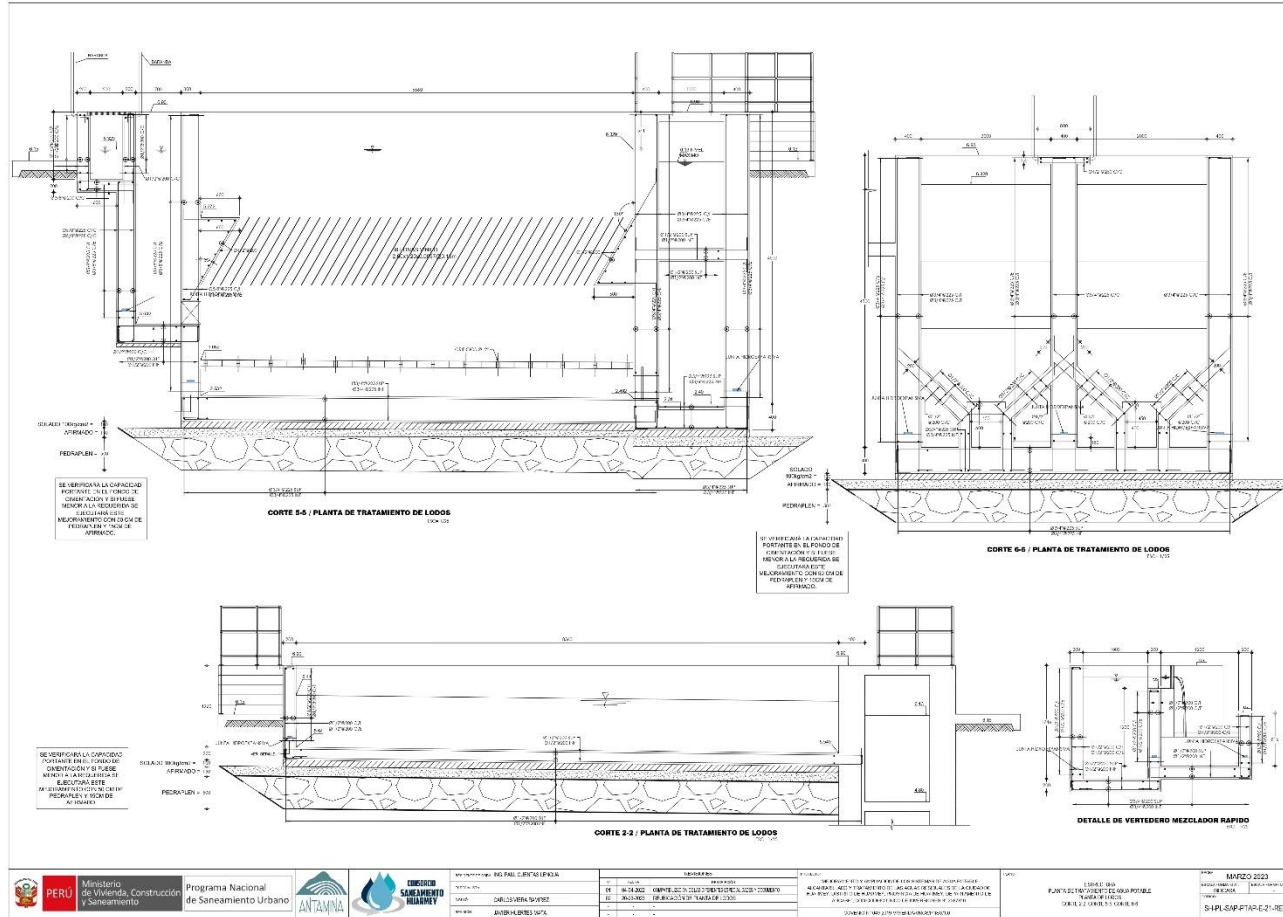
ANEXO N° 3. Estructura - Planta de tratamiento de agua potable – planta de lodos



	MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMIENTO URBANO ANTA GOBIERNO REGIONAL HUARMEY	INSTITUCIÓN EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA	EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA	EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA	EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA
	PERÚ MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMIENTO URBANO ANTA GOBIERNO REGIONAL HUARMEY	EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA	EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA	EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA	EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA EMPRESA EJECUTORA

Aplicación de un sistema de elementos metálicos para  
la construcción de una cisterna a nivel freático ubicado  
en el distrito de Huarney -Ancash

ANEXO N° 4. Cortes - Planta de tratamiento de agua potable – planta de lodos



	INSTITUCIÓN: ICA, P. N. SANEAMIENTO URBANO TÍTULO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE VOLUMEN: 01 HOJA: 01 DE 01	DESCRIPCIÓN: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LOCALIZACIÓN: DISTRITO DE HUARNEY, PROVINCIA DE HUARAY, DEPARTAMENTO DE ANCASH	AUTOR: INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO	FECHA: 2023	PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LOCALIZACIÓN: DISTRITO DE HUARNEY, PROVINCIA DE HUARAY, DEPARTAMENTO DE ANCASH	ESCALA: 1:50 1:50 1:50	PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LOCALIZACIÓN: DISTRITO DE HUARNEY, PROVINCIA DE HUARAY, DEPARTAMENTO DE ANCASH	FECHA: 2023
	INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO	INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO	INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO	INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO	INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO	INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO	INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO	INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO INGENIERO CIVIL: JUAN CARLOS MORENO TELLO





ANEXO N° 5. Presupuesto cisterna



**E&J**  
CONSTRUCCIONES  
MORE SAC

📍 Mz O1 lote 01 A.H. l aderas de Chillón Lima - Lima - Puente Piedra  
☎ 982 059 061 • 991 785 359 • 989 467 359  
✉ Eyj.construccionmore@gmail.com

<b>CLIENTE:</b>	CONSORCIO SEANEAMIENTO HUARMEY
<b>PROYECTO:</b>	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE HUARMEY, DISTRITO DE HUARMEY, PROVINCIA DE HUARMEY, DEPARTAMENTO DE ANCASH", CON CÓDIGO ÚNICO DE INVERSIONES N° 2387810
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE HUARMEY - ANCASH

PRESUPUESTO DE CISTERNA					
01.04.03	CISTERNA DE PLANTA DE LODOS	UND	METRADO	P.U	TOTAL
01.04.03.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
01.04.03.01.01	Trazo y replanteo inicial del proyecto, p/reservorio-cisterna o sim c/Est.total	und	1.00	1500	1,500.00
01.04.03.01.02	Replanteo final de la obra, p/reservorio y/o cisterna o sim con estación total	und	1.00	1500	1,500.00
01.04.03.01.03	Cerco opaco con manta de polipropileno ó madera h= 2,10 m para límite de obra	m	86.40	25	2,160.00
01.04.03.01.04	Movilización y desmovilización de maquinarias y equipos	glb	2.00	7500	15,000.00
01.04.03.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
01.04.03.02.02.01	Excavaciones con maquinaria en terreno bajo agua	m3	1,351.11	45.78	61,853.82
01.04.03.02.02.02	Refine, nivelación y compactación en terreno normal	m2	35.78	16.35	585.00
01.04.03.02.02.03	Relleno compactado con material de préstamo seleccionado (incl. provisión)	m3	847.36	24.56	20,811.16
01.04.03.02.02.05	Eliminación de Material excedente D=15KM	m3	847.36	23.78	20,150.22
01.04.03.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				
01.04.03.02.03.01	Concreto fc 100 kg/cm2 para solados y/o sub bases (Cemento P-V o HS)	m3	3.97	405.36	1,609.28
01.04.03.03.04	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				
01.04.03.02.04.01	<b>LOSA DE CIMENTACION</b>				
01.04.03.02.04.01	Concreto fc 280 kg/cm2 para losas de fondo-piso (Cemento P-V o HS)	m3	7.92	578.07	4,578.31
01.04.03.02.04.01	Encofrado (incl. habilitación de madera) para losas de fondo-piso	m2	17.82	53.94	961.21
01.04.03.02.04.01	Acero estruc. trabajado p/losa de fondo-piso (costo prom. incl. desperdicios)	kg	2,599.58	6.06	15,753.45
01.04.03.02.04.02	<b>COLUMNAS</b>				
01.04.03.02.04.02	Concreto fc 280 kg/cm2 para columnas (Cemento P-V)	m3	3.60	578.07	2,081.05
01.04.03.02.04.02	Encofrado (incl. habilitación de madera) para columna	m2	27.36	58.63	1,604.12
01.04.03.02.04.02	Acero estruc. trabajado para columnas (costo prom. incl. desperdicios)	kg	856.35	6.06	5,189.48
01.04.03.02.04.03	<b>MURO REFORZADOS</b>				
01.04.03.02.04.03	Concreto fc 280 kg/cm2 para muros reforzados (Cemento P-V o HS)	m3	47.36	578.07	27,377.40
01.04.03.02.04.03	Encofrado (incl. habilitación de madera) para muro cilíndrico de cuba	m2	239.94	60.63	14,547.56
01.04.03.02.04.03	Acero estruc. trabajado p/muro reforzado (costo prom. incl. desperdicios)	kg	2,683.25	6.06	16,260.50
01.04.03.02.04.04	<b>VIGAS</b>				
01.04.03.02.04.04	Concreto fc 280 kg/cm2 para vigas circulares (Cemento P-V)	m3	1.44	578.07	832.42
01.04.03.02.04.04	Encofrado (incl. habilitación de madera) para vigas circulares	m2	12.41	61.12	758.50
01.04.03.02.04.04	Acero estruc. trabajado para vigas (costo prom. incl. desperdicios)	kg	253.32	1.20	303.98
01.04.03.02.04.05	<b>LOSA MACIZA</b>				
01.04.03.02.04.05	Concreto fc 280 kg/cm2 para losas macizas (Cemento P-I)	m3	8.32	578.07	4,809.54
01.04.03.02.04.05	Encofrado para losa maciza (incl. habilitación de madera)	m2	24.81	78.63	1,950.81
01.04.03.02.04.05	Acero estruc. trabajado p/losas macizas (costo prom. incl. desperdicios)	kg	1,612.55	6.06	9,772.05
01.04.03.02.05	<b>REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>				
01.04.03.02.05.01	Tarrajeo con impermeabilizante de losa de fondo-piso, camara e=20mm C:A 1:3 (Cemento P-V)	m2	38.42	40.31	1,548.71
01.04.03.02.05.02	Tarrajeo con impermeabilizante de muros en camaras e=20mm C:A 1:3 (cemento P-V)	m2	83.57	40.31	3,368.71
01.04.03.02.05.03	Tarrajeo con impermeabilizante de cielo raso en camara e=20mm C:A 1:3 (cemento P-I)	m2	8.60	45.49	391.21
01.04.03.02.05.04	Cielo rasos incluye vigas empotradas con mortero de 1:4 x 1,5 cm	m2	45.68	36.27	1,656.81
01.04.03.02.06	<b>VARIOS</b>				
01.04.03.02.06.01	Escalera de tubo acero inox. c/parantes de 2" por peldaños 3/4"	m	3.25	403.48	1,311.31
01.04.03.02.06.02	Marco y tapa de fibra de vidrio s/especific. y planos, incl. Accesorios para seguridad.	und	1.00	200	200.00
01.04.03.02.06.03	Prueba de calidad del concreto (prueba a la compresión)	und	6.00	250	1,500.00
01.04.03.02.06.04	Aditivo desmoldador para encofrados tipo caravista	m2	239.38	7.36	1,761.84
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>S/ 243,688.46</b>
<b>GASTOS GENERALES Y UTILIDADES 7%</b>					<b>17,058.19</b>
<b>SUB TOTAL</b>					<b>260,746.66</b>
<b>IGV 18%</b>					<b>46,934.40</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>					<b>S/ 307,681.05</b>