

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE JAÉN**

**ESTIMACIÓN DEL TIEMPO Y COSTO QUE GENERA EL CONSTRUIR  
MUROS ANCLADOS EN SUELOS ARCILLOSOS TOMANDO COMO  
REFERENCIA LA CONSTRUCCIÓN DEL HOSPITAL DE SAN IGNACIO,  
DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2022**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**Autores:**

**Bach. Yinmar Jhonatan Ramirez Abad**

**Bach. Lucero Estefhany Caballero Chinchay**

**Asesor:**

**Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo**

**Línea de investigación:**

**LI\_IC\_03 Gestión organizacional de proyectos.**

**JAÉN – PERÚ, SEPTIEMBRE, 2023**

NOMBRE DEL TRABAJO

**INFORME FINAL DE TESIS\_turnitin.pdf**

AUTOR

**Yinmar Jhonatan y Lucero Estef Ramirez  
Abad y Caballero Chinchay**

RECUENTO DE PALABRAS

**24433 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**102147 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**141 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**6.3MB**

FECHA DE ENTREGA

**Sep 27, 2023 6:44 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Sep 27, 2023 6:46 PM GMT-5**

● **8% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
  
Dr. Christian Zayed Apaza Parra  
RESPONSABLE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de creación N°29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD



## FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 25 de setiembre del año 2023, siendo las 18:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del jurado:

Presidente : Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón.

Secretario : Mg. Marcos Antonio Gonzales Santisteban.

Vocal : Mg. Willam Suarez Peña, para evaluar la sustentación del **Informe Final**:

( ) Trabajo de Investigación.

( **X** ) Tesis.

( ) Trabajo de Suficiencia Profesional.

Titulado: "ESTIMACIÓN DEL TIEMPO Y COSTO QUE GENERA EL CONSTRUIR MUROS ANCLADOS EN SUELOS ARCILLOSOS TOMANDO COMO REFERENCIA LA CONSTRUCCIÓN DEL HOSPITAL DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2022"

Presentado por los Bachilleres: Yinmar Jhonatan Ramirez Abad y Lucero Estefhany Caballero Chinchay, de la Escuela Profesional de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el jurado acuerda:

( **X** ) Aprobar ( ) Desaprobar ( **X** ) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

- |                |            |        |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | ( )    |
| b) Muy bueno   | 16,17      | ( )    |
| c) Bueno       | 14,15      | ( 14 ) |
| d) Regular     | 13         | ( )    |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | ( )    |

Siendo las 19:00 horas del mismo día, el jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Mg. BILLY ALEXIS CAYATOPA CALDERÓN  
PRESIDENTE

Mg. MARCOS ANTONIO GONZALES SANTISTEBAN  
SECRETARIO

Mg. WILLAM SUAREZ PEÑA  
VOCAL

# ÍNDICE

INDICE DE CONTENIDO	II
INDICE DE TABLAS	V
INDICE DE FIGURAS	VII
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Situación Problemática	1
1.2. Formulación del problema	3
1.3. Justificación	3
1.4. Antecedentes de la investigación.	4
1.5. Objetivos	13
II. MATERIAL Y MÉTODOS	14
2.1. Objeto de estudio.	14
2.2. Ubicación del proyecto	14
2.3. Población	16
2.4. Muestra	16
2.5. Muestreo	17
2.6. Métodos.	17
2.7. Técnicas	18
2.8. Procedimientos	18
III. RESULTADOS	37

3.1.	Tiempo de construcción de muros anclados	38
3.2.	Análisis comparativo de las metodologías de programación	57
3.3.	Costo de construcción de los muros anclados	59
3.4.	Análisis comparativo del costo de Ejecución.	73
IV.	DISCUSIÓN	87
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
	AGRADECIMIENTO	96
	DEDICATORIA	97
	ANEXOS	98

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lista de las partidas a analizar el rendimiento de mano de obra.	20
Tabla 2. Coeficiente de aporte de mano de Obra en la partida de excavación para banquetas y perfilado en muros anclados.	21
Tabla 3. Coeficiente de aporte de mano de Obra en la partida Acarreo y eliminación del material de excavación masiva.	22
Tabla 4. Coeficiente de aporte de mano de Obra en la partida Concreto premezclado $f'c=100 \text{ kg}+40\%PG$ para falsa zapata.	23
Tabla 5. Coeficiente de aporte de mano de Obra en la partida Encofrado y Desencofrado metálica para Falsa Zapata.	24
Tabla 6. Coeficiente de aporte de mano de Obra en la partida Concreto premezclado $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ en muros.	25
Tabla 7. Coeficiente de aporte de mano de Obra en la partida Encofrado y desencofrado metálico en muros.	26
Tabla 8. Coeficiente de aporte de mano de Obra en la partida Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ en muros.	27
Tabla 9. Días de ejecución	34
Tabla 10. Áreas de cada Sector	42
Tabla 11. Tren de Avance de Actividades	44
Tabla 12. Tiempo de ejecución de acuerdo a la sectorización.	46
Tabla 13. Tiempo de cada actividad por paño	49
Tabla 14. Cuadrillas de cada actividad por paño.	52
Tabla 15. Velocidades del cronograma real de cada actividad por sector	54
Tabla 16. Tren de Avance de Actividades concordante con la programación de Líneas balance.	55
Tabla 17. Comparación técnica de los métodos de programación.	57

Tabla 18. Análisis de precio Unitario de la partida Movilización y desmovilización de equipos especializados.	59
Tabla 19. Análisis de Precio Unitario de la Partida Excavación de Banquetas y Perfilado para Muros Anclados.	60
Tabla 20. Análisis de Precio Unitario de la Partida Acarreo y Eliminación de Material de Excavación.	60
Tabla 21. Análisis de Precio Unitario de la Concreto premezclado $f'c=100 \text{ kg}+40\%PG$ para falsa zapata.	61
Tabla 22. Análisis de Precio Unitario de la Partida Encofrado y Desencofrado metálico para Falsa Zapata.	62
Tabla 23. Análisis de Precio Unitario de la Partida Concreto premezclado $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ en muros.	63
Tabla 24. Análisis de Precio Unitario de la Partida Encofrado y Desencofrado metálico en muros.	64
Tabla 25. Análisis de Precio Unitario de la Partida Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ en muros.	65
Tabla 26. Análisis de Precio Unitario de la Partida Perforación Proyectada	65
Tabla 27. Análisis de Precio Unitario de la Partida Suministro, Anclaje y Tensado para Muros Anclados.	66
Tabla 28. Gastos generales variables.	67
Tabla 29. Presupuesto según ejecución en obra de los muros anclados.	68
Tabla 30. Costo por paño.	70
Tabla 31. Costo Total de los Anclajes Utilizados en la Construcción del Hospital de San Ignacio	72
Tabla 32. Costo Total de Ejecución de Anclajes	72
Tabla 33. Presupuesto de muros anclados a nivel de expediente.	73

Tabla 34. Presupuesto de muros anclados Edificio Camelias	74
Tabla 35. Incidencia de las Partidas con Respecto al Presupuesto en la ejecución de muros anclados	75
Tabla 36. Análisis de Precio Unitario de la Partida Concreto premezclado F'c=280 Kg/cm <sup>2</sup> en muros – Real ejecutado.	7
Tabla 37. Análisis de Precio Unitario de la Partida Concreto F'c=280 Kg/cm <sup>2</sup> en muros - Expediente.	77
Tabla 38. Comparativo de las cuadrillas utilizadas en los análisis de precio unitarios para la partida de concreto.	79
Tabla 39. Análisis de Precio Unitario de la Partida Encofrado y Desencofrado metálico en muros – Real ejecutado.	80
Tabla 40. Análisis de precio unitario de la partida Encofrado y desencofrado en muros Expediente.	80
Tabla 41. Comparativo de las cuadrillas utilizadas en los análisis de precio unitarios para la partida de Encofrado.	82
Tabla 42. Análisis de precio unitario de la partida Acero Fy=4200 Kg/cm <sup>2</sup> en Muros Real ejecutado.	84
Tabla 43. Análisis de precio unitario de la partida Acero Fy=4200 Kg/cm <sup>2</sup> en Muros Expediente.	84

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zonificación en Bloques de la Construcción del Hospital de San Ignacio	14
Figura 2. Zona de estudio	15
Figura 3. Vista panorámica de la construcción del hospital de San Ignacio	16
Figura 4. Muestra de estudio	17
Figura 5. Flujograma del proceso constructivo de los muros anclados.	19
Figura 6. Representación gráfica del procedimiento constructivo de los muros anclados.	19
Figura 7. Secuencia de trabajo para la metodología Last Planner System.	35
Figura 8. Secuencia de trabajo para la metodología Líneas de Balance.	35
Figura 9. Resumen de los rendimientos reales	37
Figura 10. Diagrama de Gantt.	38
Figura 11. Sectorización para la Construcción de Muros Anclados (Vista en Planta).	41
Figura 12. Sectorización para la Construcción de Muros Anclados (vista en perfil).	42
Figura 13. Secuencia de Panelado de Ejecución de Muros Anclados y Berma de Seguridad.	43
Figura 14. Estructura desglosable de trabajo del Proyecto	47
Figura 15. Estructura Fraccionada de localización de la ejecución de los muros Anclados.	48
Figura 16. Programación Real con LDB.	53
Figura 17. Análisis comparativo del tiempo de ejecución	57
Figura 18. Porcentaje de incidencia de partidas para la ejecución de los muros anclado.	69
Figura 19. Proyección de Anclajes con Redes y Estructuras Existentes.	71
Figura 20. Porcentaje de incidencia de las partidas con respecto al presupuesto a nivel de expediente.	67
Figura 21. Porcentaje de incidencia de partidas en muros anclados Edificio Camelias.	75

Figura 22. Análisis comparativo del porcentaje de incidencia de las partidas en la ejecución de los muros anclados.	76
Figura 23. Análisis de precio unitario de la Concreto en muro-Edificio camelias.	78
Figura 24. Comparativo para la partida de Concreto con respecto al monto.	79
Figura 25. Comparativo para la partida de Concreto con respecto al rendimiento.	79
Figura 26. Análisis de precio unitario de la partida Encofrado y desencofrado en muros Edificio camelias.	81
Figura 27. Comparativo para la partida de encofrado (Tipo de encofrado – monto).	82
Figura 28. Comparativo para la partida de encofrado con respecto al rendimiento.	82
Figura 29. Comparativo del precio por m2 según el material usado para la partida de encofrado	83
Figura 30. Análisis comparativo del costo de compra según el tipo de encofrado y su variabilidad en el tiempo.	83
Figura 31. Análisis de precio unitario de la partida Acero $F_y=4200$ Kg/cm <sup>2</sup> en Muros - Edificio camelias.	85
Figura 32. Comparativo para la partida de Acero con respecto a Monto – Rendimiento.	85
Figura 33. Comparativo para la partida de Acero con respecto al Rendimiento.	86

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo estimar el tiempo y costo que genera el construir muros anclados en suelos arcillosos tomando como referencia la construcción del hospital de San Ignacio. El desarrollo de la investigación se basó en utilizar las metodologías Last Planner System, Líneas de balance y tradicional. El tipo de investigación es descriptiva con un enfoque cuantitativo. Se obtuvo como resultado respecto a la variable tiempo que la metodología Last Planner System optimizó el tiempo de ejecución inicial en un 17%, mientras que al emplear la metodología de Líneas de balance se optimizó en 12.5%, además se determinó que el ratio real de la partida de acero es de 0.067 hh/kg, en encofrado 0.1 hh/m<sup>2</sup> y en concreto premezclado 2.286 hh/m<sup>3</sup>. Así mismo, también se obtuvo que el costo por paño de muro anclado en suelos arcillosos es de S/. 15,813.81 y el precio por metro lineal de anclaje ejecutado es de s/. 490.22. De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que la utilización de muros anclados supone una alternativa económicamente atractiva y que con aplicación de metodologías de planificación se optimiza los tiempos de ejecución.

**Palabras claves:** muros anclados, tiempo, costo, suelos arcillosos, Last Planner, líneas balance.

## **ABSTRACT**

The objective of the research was to estimate the time and cost generated by the construction of anchored walls in clay soils, taking as a reference the construction of the San Ignacio hospital. The development of the research was based on the use of the Last Planner System, Balance Lines and traditional methodologies. The type of research to be carried out is descriptive with a quantitative approach. It was obtained as a result regarding the time variable that the Last Planner System methodology optimized the initial execution time by 17%, while using the Balance Lines methodology optimized it by 12.5%. It was also determined that the real ratio of the steel batch is 0.067 hh/kg, in formwork 0.1 hh/m<sup>2</sup> and in ready-mixed concrete 2.286 hh/m<sup>3</sup>. Likewise, it was also obtained that the cost per wall panel anchored in clay soils is S/. 15,813.81 and the price per linear meter of anchorage executed is S/. 490.22. According to the results obtained, it is concluded that the use of anchored walls is an economically attractive alternative and that with the application of planning methodologies the execution times are optimized.

Key words: anchored walls, time, cost, clay soils, Last Planner, balance lines.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Situación Problemática

A nivel internacional, a lo largo de los años, tanto en Europa como en Estados Unidos, se ha podido comprobar que en muchos casos la utilización de muros anclados supone una alternativa económicamente atractiva y optimiza el tiempo de construcción (Valdez, 2011). Asimismo es importante mencionar que la falta de una metodología apropiada de control y seguimiento de desarrollo de proyectos civiles ha provocado pérdidas anuales en todo el mundo, convirtiendo a la industria de la construcción en uno de los sectores productivos más ineficientes al ser comparados con sectores como la industria automovilística (Project Management Institute de los Estados Unidos, 2017) y la existencia de problemas que presenta en la gestión de proyectos refieren que la mayoría de proyectos se retrasan hasta un 98% en el costo, así como los plazos en obra se incrementan en 115%, dentro de los problemas identificados tenemos: la mala planificación detallada que impide identificar los atrasos, deficiente gestión de riesgos, calidad de la obra provocando atrasos y sobrecostos al final del proyecto (Alimarket 2020).

A nivel Nacional, en el Perú se inicia a construir muros anclados, con la ejecución del proyecto Club Regatas en Lima, y también se implementó en la construcción del Hotel Oro Verde en Larcomar, entre otros proyectos (Cunza, 2020). Por otro lado, en el País se están ejecutando obras de gran envergadura, las mismas que presentan muchos problemas por incumplir con los plazos, generando la disconformidad de la entidad que licito estos proyectos (Campos & Guadaña, 2019), además el país tiene una economía dinámica y una capital que crece agigantadamente, lo cual ha lleva a desarrollar proyectos inmobiliarios que

satisfagan las nuevas demandas. Es por ello que, para reducir tiempo y costo, han implementado metodologías que reducen el tiempo de ejecución y, por lo tanto, incrementar la productividad en obra que los ayudan a cumplir con sus objetivos (Miranda et al, 2020).

En lo que respecta a nivel Regional – Local, los problemas del sector construcción son muy comunes, en las provincias de Perú no se aplica los nuevos sistemas de planificación, gestión, a comparación de la capital Lima, pues los proyectos se ejecutan de una manera muy artesanal, no existe interés para mejorar los procesos constructivos, por eso se habla de la entrega de las obras a destiempo, baja productividad, pérdidas de tiempo y materiales (Rojas, 2019). Asimismo en la provincia de San Ignacio aún no se desarrollan muchos proyectos de gran envergadura que impliquen la construcción de edificios de gran altura y de profundidades considerables, pero el desarrollo y crecimiento demográfico en el que nos encontramos pronto hará que se comience a proyectar un desarrollo en el crecimiento vertical de obras de construcción para obtener más espacios de usos, esto no solo implica la construcción hacia arriba, sino que la construcción bajo cota cero cobra gran importancia, lo que nos conlleva a buscar maneras de realizar las excavaciones de manera segura y eficiente, actualmente el sistema con muros anclados es el más usado, pero en la provincia de San Ignacio, aún no están familiarizados con la construcción de este tipo de estructuras, por lo tanto su uso en la construcción del hospital de San Ignacio marca el inicio.

Por ello es que se plantea realizar una estimación del tiempo y costo que genera el construir muros anclados tomando como referencia la construcción del hospital de San Ignacio; acompañado del uso de metodologías de programación de

obra como son: Last Planner System y Líneas de Balance, para determinar los beneficios de su uso. Esta investigación servirá como referencia para la construcción de proyectos futuros, que presenten condiciones similares a las planteadas en esta investigación y puedan evaluar que tan conveniente es su uso tanto a nivel de tiempo de ejecución como económicamente.

Finalmente es importante mencionar que las empresas de construcción buscan ejecutar las obras con rapidez, ofreciendo calidad al cliente y efectuando la menor cantidad de gastos posibles. Para lograrlo es importante realizar una planificación adecuada evaluando las posibles restricciones y anticipándose a ellas. Para poder anticipar y agilizar el desarrollo de la obra sin demoras, también es importante administrar los costos de manera efectiva, lo que implica llevar a cabo una planificación precisa del flujo de ingresos y egresos, así como tener en cuenta las cantidades adecuadas de materiales para la obra.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el tiempo y costo que genera el construir muros anclados en suelos arcillosos tomando como referencia la construcción del hospital de San Ignacio, Departamento de Cajamarca?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Justificación Metodológica**

La presente investigación se justifica metodológicamente porque en la Provincia de San Ignacio no existen investigaciones similares, así mismo aún no hay precedentes de ejecución de obras con muros anclados, por lo tanto, permitirá iniciar una base de datos confiables en la

estimación del tiempo que demora el ejecutar la construcción de los mismo y establecer un presupuesto referencial que refleje el costo aproximado que significa el construir este tipo de obras, proporcionando una base sólida en futuros análisis.

### **1.3.2. Justificación Social**

Se justifica la investigación a nivel social, en el aporte a la mejora de calidad de vida y la seguridad de las personas en las edificaciones, teniendo un buen estudio de propuesta se logra obtener un presupuesto que cumpla con todos los estándares de calidad y seguridad, evitando realizar estimaciones que no cumplan con las normas y estándares vigentes, siendo los objetivos principales la satisfacción del cliente, es preciso recalcar que el cliente final son las personas que darán uso al centro hospitalario.

### **1.3.3. Justificación académica**

Se justifica a nivel académico, porque permitirá aplicar procedimientos y metodologías basadas en la experiencia real y práctica, para fortalecer los conocimientos teóricos y prácticos de la Ingeniería Civil.

## **1.4. Antecedentes de la investigación.**

### **1.4.1. Internacionales**

Calderón (2023), en su trabajo de titulación denominado DISEÑO DE UN SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN DE UN TALUD, EN EL BARRIO "ESPEJO" DE LA PARROQUIA CHILLOGALLO, CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA plantea como uno de sus objetivos realizar una comparación de uso de los muros anclados y claveteados. El tipo de

investigación es descriptiva y explicativa, el investigador concluye que el costo por un metro cubico de muro anclado es \$1,683.63 y el presupuesto referencial arroja un monto de \$ 5,050.89, demostrando que existen otras opciones económicamente viables que la ejecución de muros anclados. Aporta a nuestra investigación con respecto a la variable económica.

Cabrera (2021), en su investigación COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN DE TENSADO EN OBRAS GEOTÉCNICAS EN LA EMPRESA GEOFUNDACIONES DEL PERÚ plantea como uno de sus objetivos cumplir con los tiempos estimados de los contratos realizando la programación semanal, ajustándolas a cualquier novedad y avance de obra. La metodología aplicada es del tipo experimental, en su investigación concluye que la programación semanal se vio alterada y aplazada debido a retrasos en el vaciado de los muros, haciendo que se tenga que reprogramar fechas y elementos a tensar, pero independientemente de ello se cumplió satisfactoriamente los tiempos de obra por parte de Geofundaciones del Perú S.A.C. El aporte con nuestra investigación sirve como precedente para al momento de realizar la planificación se tenga presente la partida del vertido de concreto en los muros.

Cori (2021), en su tesis denominada ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE MUROS ANCLADOS Y MUROS MÉNSULA PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES BAJO LA ACCIÓN DE SISMO, plantea como objetivo comparar la efectividad de ambas alternativas, adoptando criterios técnicos, económicos, aplicabilidad, disponibilidad de material, y

su posterior selección de la mejor alternativa. Concluye que a través de un análisis cualitativo que involucra, disponibilidad de maquinaria, mano de obra y durabilidad se observa que ambos métodos tienen las mismas condiciones de requerimiento y accesibilidad, por otra parte se tiene del análisis cuantitativo que para parámetros como presupuesto de infraestructura en muros anclados es de 28,322.11 Bs y 51, 757.84 Bs para los muros ménsula y el tiempo de ejecución de 18 días y 30 días respectivamente, demostrando que la mejor alternativa son los muros anclados.

González & Sierra (2021), en su trabajo de pregrado titulado COMPORTAMIENTO DE LOS DISTINTOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA DOS SÓTANOS EN EL SUELO LACUSTRE DE BOGOTÁ, plantea como objetivo estimar los tiempos y costos necesarios para llevar a cabo la implementación de los sistemas constructivos: Top-Down, muros excavados anclados, y viga cinturón, para ello, se utilizará el software Project para realizar la estimación del tiempo, y para los costos, se realizará un análisis de precios unitarios. Se concluye que los muros anclados resultan ser favorables en la ciudad de Bogotá para la ejecución de sótanos porque reducen costos y tiempo de construcción sin comprometer la calidad, pero, se debe determinar que las características del suelo sean las adecuadas.

Rodríguez (2021), en su investigación denominada APLICACIÓN HERRAMIENTAS PMI Y LEAN CONSTRUCTION PARA CONTROL DE OBRAS. JARDINES INFANTILES. LOCALIDAD KENNEDY, BOGOTÁ,

plantea como objetivo desarrollar en obra el sistema de control “Last Planner”, para realizar el seguimiento al cronograma de actividades. Este investigador concluye que factores como las condiciones climáticas, actividades imprevistas y del personal hicieron que el rendimiento no fuera lo suficiente como para cumplir con el porcentaje de avance en algunas actividades, sin embargo, la herramienta “Last Planner”, permitió planear acertadamente. Además, se comprueba que el uso de metodologías puede evitar retrasos o costos superávit, anticipando obstáculos que se puedan presentar y mejorando semana a semana el ritmo de ejecución, con el fin de llevar a cabo el proyecto sin demoras. Esta investigación nos brinda un antecedente con respecto a la variable Tiempo.

Tapia (2019), en su tesis denominada COMPARACIÓN ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN MURO PANTALA CON ANCLAJE Y MURO PANTALLA SIN ANCLAJE plantea como uno de los objetivos comparar las ventajas que ofrece el sistema de los muros pantalla y determinar los casos posibles en donde se puedan aplicar el empleo o no de anclajes. Plantea una metodología del tipo descriptiva, asimismo concluye que el costo de construcción del muro pantalla con un nivel de anclaje por cada 1.2 m de muro es 23,327.39 Bs, resultando más económico que la construcción de un muro pantalla en voladizo con 28,878.22 Bs. Esta investigación es un aporte con respecto a la variable costo.

#### 1.4.2. Nacionales.

Baca (2021), en su investigación denominada IMPLEMENTACIÓN DE ALTERNATIVAS CONSTRUCTIVAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PLAZO Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS ANCLADOS EN EL PROYECTO RESIDENCIAL MADRE SELVA, plantea como objetivo aplicar la metodología Lean Construction para poder optimizar el costo de la mano de obra, como mejorar los índices de productividad y sincerar el costo de hora hombre en las partidas que involucran la construcción de muros anclados. Los investigadores concluyen que en el cronograma de hitos se programó que los muros anclados finalizaban el 19 de febrero, pero finalizó con 4 días de anticipación. Esto sucedió con ayuda de las herramientas de control de plazo de Last Planner System, este control se reflejó en el cumplimiento satisfactorio de las programaciones semanales. Su aporte con respecto a nuestra investigación es con la variable tiempo.

Bonilla et al (2021), en su proyecto de investigación para obtener el título de Ingeniero Civil titulado INTEGRACIÓN DE LOS METODOS LAST PLANNER® SYSTEM Y EARNED VALUE MANAGEMENT EN LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS ANCLADOS CON EL MÉTODO "PACHAMANCA", CASO DEL "EDIFICIO MULTIFAMILIAR LIRI", DISTRITO DE PUEBLO LIBRE, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA, tiene como objetivo Determinar los beneficios de aplicar los métodos Earned Value Management (EVM) y Last Planner® System (LPS) en la construcción de muros anclados con el método "pachamanca".

Aplicaron el estudio en la construcción de muros anclados con el método pachamanca y concluyeron que se ha optimizado el tiempo de trabajo de 98 días a 80 días, es decir 18 días de reducción del plazo para la culminación de la ejecución del proyecto.

Contreras (2021), en su tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil denominada “FACTIBILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICA DE LA CONSTRUCCIÓN DE MURO ANCLADO Y MURO DIAFRAGMA COMO SISTEMA DE CONTENCIÓN EN OBRAS CIVILES SOMETIDAS A CARGA VERTICAL TOMANDO COMO REFERENCIA AL EDIFICIO INSIGNIA DE LA USIL”, plantea como objetivo Evaluar el desempeño técnico del muro anclado y el diafragma rígido y a su vez determinar las ventajas y desventajas económicas del sistema de muro anclado y muro de diafragma. Se concluye que construir un muro anclado es más prolongado que la construcción del muro diafragma, una de las ventajas de los muros anclados con respecto a los muros diafragma es que los gastos por concepto de generalidades y atención al recurso son inferiores, sin embargo, en cuanto al costo por ejecución de las partidas técnicas, el muro diafragma presenta ventaja sobre el muro anclado. Por lo tanto, esta investigación nos sirve de guía para poder llevar a cabo nuestra investigación.

Paredes y torres (2020), en su investigación académica Investigación & Desarrollo “PROGRAMACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DEL TERCER ANILLO DE MUROS ANCLADOS DE UNA EDIFICACIÓN APLICANDO EL MÉTODO DE LÍNEAS DE BALANCE”, plantea como

objetivo elaborar un análisis adecuado del tiempo promedio de cada actividad para identificar restricciones y reducir los errores durante la programación de la construcción del proyecto, con el fin de minimizar sobretiempos y sobrecostos en la ejecución del proyecto, utilizando el método de líneas de Balance, cuyo resultado mejoró la gestión en el tiempo y por consecuencia minimizo el costo, ya que se implementó el control del avance por porcentaje de las actividades de la partida de muros anclados. Por lo tanto, esta investigación nos aporta el conocimiento para poder llevar a cabo nuestro proyecto de investigación y así garantizar un funcionamiento eficiente y sostenible.

Rivera (2020), en su trabajo de investigación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil denominado APLICACIÓN DE LA TEORÍA DEL ÚLTIMO PLANIFICADOR EN UNA OBRA DE EXCAVACIÓN MASIVA Y MUROS PANTALLA, plantea como objetivo demostrar que aplicando la metodología del último planificador (Last Planner), se puede mejorar la productividad en una obra de Muros anclados. La investigación del tipo aplicada, no experimental, con un enfoque cuantitativo. Se concluye que al proteger la programación mediante el uso del Tren de Avance y durante la ejecución del proyecto con el Lookahead se logró culminar el proyecto 07 días antes del plazo de 120 días; además, se logró “ganar” 04 días por los feriados que no fueron considerados en la programación inicial, con lo cual se ha generado en total una optimización en el tiempo de 11 días. Por lo tanto, esta investigación nos sirve como precedente con respecto a la variable tiempo.

Huaylla y Rojas (2019), en su tesis OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE ANCLAJES MEDIANTE LA TÉCNICA DE ELEMENTOS FINITOS EN EXCAVACIONES PROFUNDAS PARA EDIFICACIONES EN LIMA, plantea como objetivo encontrar el porcentaje de ahorro total al optimizar la longitud de bulbo del diseño inicial de anclajes. Se concluye que el precio unitario por metro lineal de cada anclaje es S/. 335.90 soles, además se demostró que al aplicar la técnica de elementos finitos en el diseño de los muros anclado se disminuye la longitud del bulbo de anclaje con respecto a la longitud inicial que se tenía diseñada. Esto se refleja también en la disminución de costo total del diseño de anclajes entregados. Esta investigación nos brinda un aporte con respecto a la variable tiempo.

Flores et al. (2019), en su investigación MEJORA EN LA CONFIABILIDAD DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LOS MUROS ANCLADOS EN EDIFICACIONES EN TERRENOS ENTRE 400 M2 Y 1000M2, plantea como objetivo principal Analizar, proponer y documentar un método constructivo para la construcción de muros anclados, el cual tendrá una mejor confiabilidad, evitando retrasos. Los investigadores concluyen que el costo real por paño de medidas 3.50 m x 5.00 m en las partidas de concreto y encofrado es de S/3,515.70, y que al aplicar el procedimiento constructivo convencional se ejecutan 2.5 paños diarios, pero si aplican las mejoras planteadas en esta investigación se ejecutarían 4 paños diarios. Por lo tanto, este precedente nos brinda un aporte con respecto a la variable tiempo.

### 1.4.3. Locales.

Altamirano (2023), en su investigación denominada PLANIFICACIÓN CON HERRAMIENTAS LAST PLANNER SYSTEM PARA LA EJECUCIÓN DE INFRAESTRUCTURA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN – CAJAMARCA plantea como objetivo planificar el uso de herramientas Last Planner System para la ejecución de infraestructura en la Universidad Nacional de Jaén – Cajamarca. El tipo de investigación a efectuarse es descriptivo y el diseño de estudio es documental, la investigadora concluye que, con la aplicación de las herramientas planificadas, se logró resultados significativos; permitiendo optimizar los tiempos y mejorar la productividad en los procesos constructivos.

Cruzado (2022), en su investigación denominada PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO HOSPITAL SANTA MARÍA CUTERVO NIVEL II – CAJAMARCA CON LA HERRAMIENTA LÍNEAS DE BALANCE (LOB) plantea como objetivo Analizar la incorporación de líneas de balance dentro de la gestión de proyecto “Construcción Hospital Santa María Cutervo Nivel II – Cutervo, Cajamarca”. En su investigación concluye que la planificación con líneas de balance permite ubicar y crear un grafica de localización versus tiempo, el cual nos da una visión global del proyecto, donde se identifican los recursos, la secuencia de actividades de trabajo y el ritmo de ejecución de cada una de estas mismas actividades generando que se pueda obtener un mejor control antes y durante la ejecución del proyecto, de esta manera la programación con líneas balance logro optimizar la velocidad y el ritmo de trabajo en un

alto porcentaje; ya que, se eliminaron las actividades que generaban retrasos en las actividades críticas así como la nueva distribución de punto de inicio y fin de trabajo.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. General**

Estimar el tiempo y costo que genera el construir muros anclados en suelos arcillosos tomando como referencia la construcción del hospital de San Ignacio, departamento de Cajamarca, 2022

### **1.5.2. Específicos**

- Estimar el tiempo de construcción de muros anclados en suelo arcillosos, tomando como referencia la construcción del hospital de San Ignacio, aplicando la metodología de programación tradicional, Last Planner System y Líneas de Balance.
- Comparar las metodologías de programación Last Planner System y Líneas de Balance.
- Calcular el costo para construir muros anclados en suelo arcillosos, tomando como referencia la construcción del hospital de San Ignacio.
- Comparar el costo para construir muros anclados en suelos arcillosos según expediente técnico, ejecución en obra y expedientes similares.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

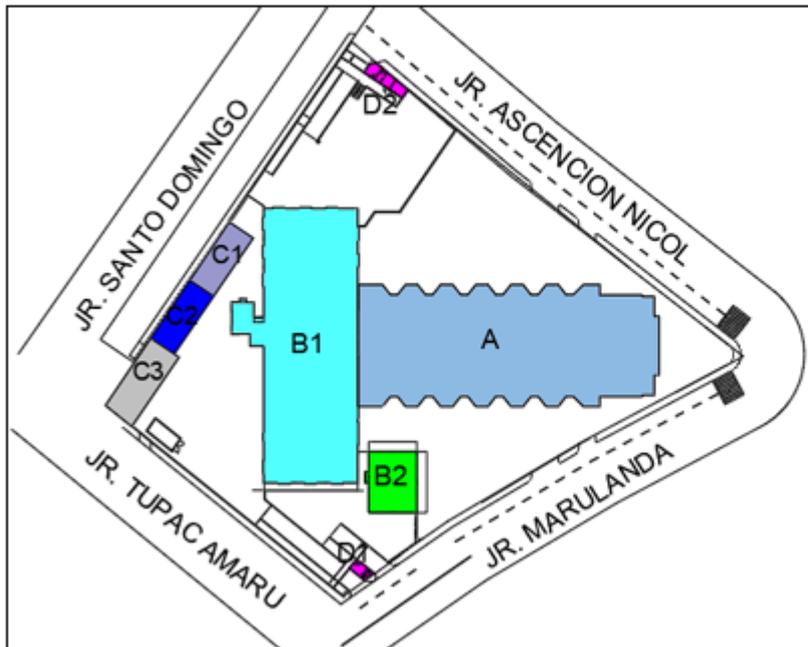
### 2.1. Objeto de estudio.

Esta investigación se realizó considerando la Construcción del Hospital de San Ignacio como objeto de estudio.

La construcción del Hospital esta subdividida en 8 bloques (Bloque B1, B2, A1, A2, C1, C2, C3 y Casetas) y la zona del tanque de petróleo, lo cual se puede apreciar la siguiente imagen:

**Figura 1**

*Zonificación en Bloques de la Construcción del Hospital de San Ignacio*



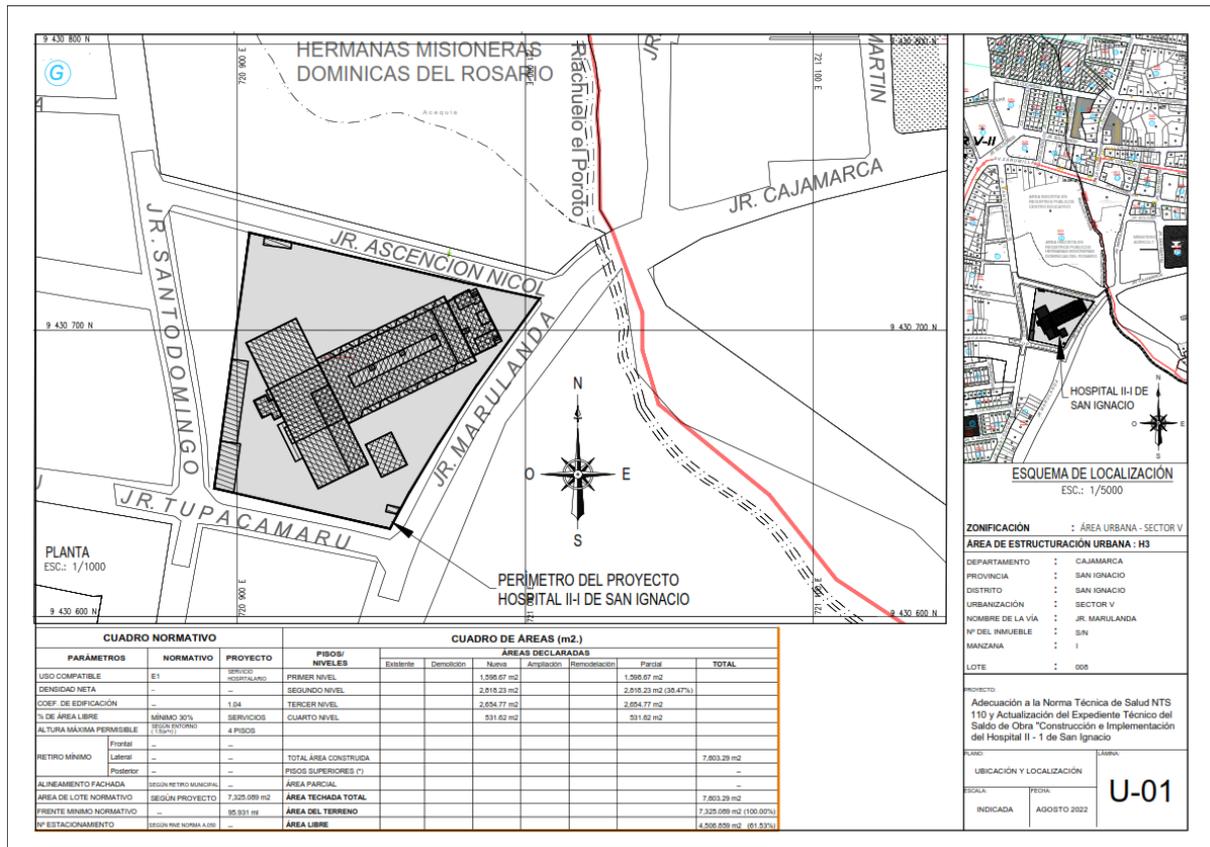
Fuente: Memoria descriptiva, Expediente técnico "construcción del Hospital de San Ignacio".

### 2.2. Ubicación del proyecto

La investigación se llevó a cabo tomando como referencia la construcción del Hospital de San Ignacio. El área destinada para la construcción del hospital San Ignacio, se ubica frente al Cuartel del ejército, a dos cuadras de la Plaza principal de la Ciudad, en la provincia y distrito de San Ignacio, departamento de Cajamarca. En el anexo 1 se presenta el plano de ubicación y localización.

**Figura 2**

**Zona de Estudio**



Fuente: Elaboración propia, de la ubicación del proyecto

Según el estudio topográfico realizado, muestra a continuación los límites y medidas del perímetro:

- **POR DELANTE:** Jr. Marulanda, con una longitud de 96.11 m. tramos A-B-C-D.
- **POR LA DERECHA:** Con Jr. Ascencio Nicol, haciendo longitud de 103.43 m. tramos D-E-F.
- **POR LA IZQUIERDA:** Jr. Tupac Amaru, con una longitud de 62.69 m. tramo G-A.
- **POR LA PARTE POSTERIOR:** Jr. Santo Domingo, haciendo una longitud de 90.24 m, tramo F-G.

El terreno delimitado descrito anteriormente tiene un área total de:

ÁREA : 7,304.44 m<sup>2</sup>

PERÍMETRO : 352.47 m

### Figura 3

*Vista Panorámica de la Construcción del Hospital de San Ignacio*



Fuente: Elaboración propia

### 2.3. Población

Esta investigación tuvo como población al hospital de San Ignacio, ubicado en la Provincia de San Ignacio, Departamento de Cajamarca.

### 2.4. Muestra

Se aplicó el muestreo no probabilístico por conveniencia.

Kinnear y Taylor (1998) describieron que, los elementos poblacionales que se tomarán en cuenta en la muestra podrán ser autoseleccionados por ser de fácil acceso y están bajo criterio del investigador de campo (p. 405).

Para nuestra investigación, la muestra estará ubicada en la zona del bloque C debido a que en esta zona se presenta la mayor altura (6.30 m).



### **2.6.1.2. Según su alcance**

Esta investigación es de tipo descriptiva, nuestro objeto de estudio se describe utilizando el método analítico.

### **2.6.1.3. Según su diseño**

Es una investigación no experimental, porque para poder llevar a cabo nuestra investigación analizamos la realidad tal cual es, sin modificarla.

### **2.6.1.4. Según su enfoque**

Es una investigación cuantitativa, ya que recopila y evalúa información numérica sobre las variables, utilizando magnitudes que se cuantifican, con el objetivo de comprobar la hipótesis planteada.

## **2.7. Técnicas**

**2.7.1. Observación:** Nos permitió hacer apreciaciones de manera visual de la construcción del hospital, se tomó los apuntes necesarios para obtener los rendimientos de mano de obra reales necesarios a fin de elaborar nuestra programación y determinar el tiempo de ejecución, asimismo, también eran necesarios para elaborar los análisis de precios unitarios.

**2.7.2. Análisis de Documentos:** Se realizó la revisión bibliográfica como: tesis, libros, revistas, artículos de investigación, planos de estructura de la edificación y las normas técnicas vigentes en nuestro país.

## **2.8. Procedimientos**

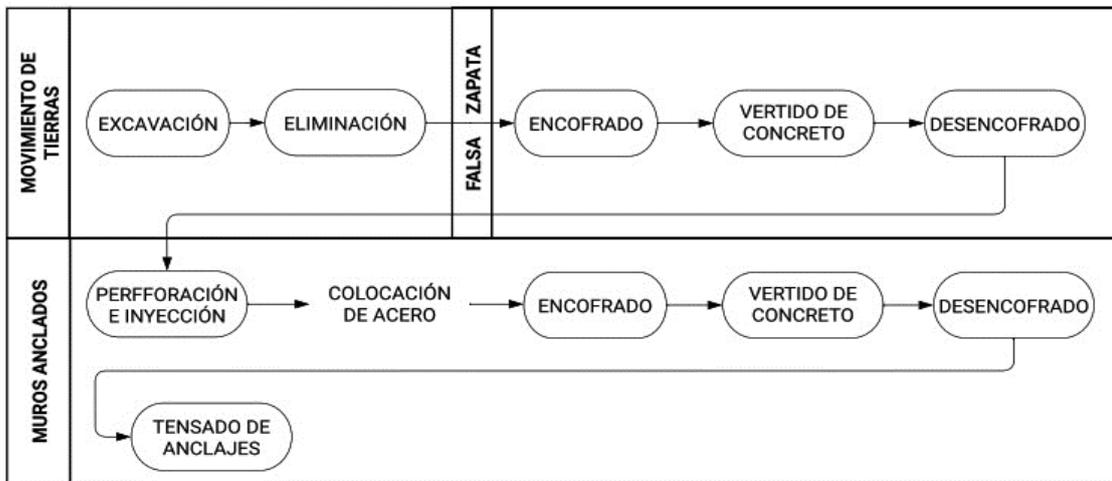
### **2.8.1. Etapa 1: Definir el proceso de construcción de los muros anclados.**

En esta etapa se definió el proceso de construcción de los muros anclados para poder realizar una correcta programación de obra. Por tanto, a partir de lo ejecutado en campo y la información brindada por la empresa

subcontratista especialista en la construcción de muros anclados, se especifica las siguientes etapas que se emplearon en la construcción de los muros anclados:

**Figura 5**

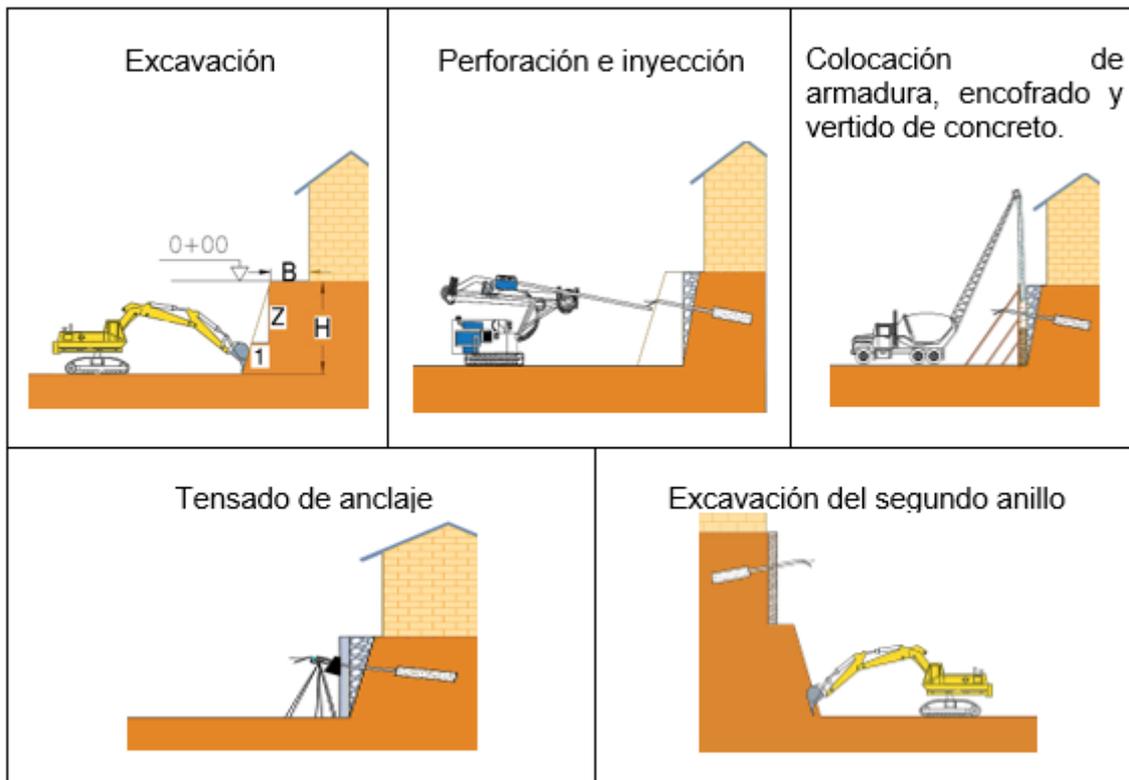
*Flujograma del proceso constructivo de los muros anclados.*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6**

*Representación gráfica del procedimiento constructivo de los muros anclados.*



Fuente: elaboración propia.

## 2.8.2. Etapa 2: Análisis de los rendimientos en Obra.

En esta etapa se recolectaron mediante las visitas realizadas a obra los datos de los avances reales de cada una de las partidas que comprende la ejecución de los muros anclados para determinar el rendimiento de mano obra, a excepción de las partidas de los anclajes en muros con sistemas mecánico porque fueron ejecutadas mediante Subcontrato, para estas partidas se tomaron los rendimientos brindados por la empresa subcontratista.

**Tabla 1**

*Lista de las partidas a analizar el rendimiento de mano de obra.*

ITEM	PARTIDAS	UND
<b>02</b>	<b>Estructuras</b>	
<b>02.01.</b>	<b>Movimiento de tierras</b>	
02.01.01	Excavación de banquetas y perfilado para muros anclados	m3
02.01.02	Acarreo y eliminación de material de excavación	m3
<b>02.02.</b>	<b>Obras de Concreto Simple</b>	
<b>02.02.01</b>	<b>Falsa Zapata</b>	
02.02.01.01	Concreto $f'c=100$ kg+40%PG para falsa zapata	m2
02.02.01.02	Encofrado y desencofrado para falsa zapata	m3
<b>02.03.</b>	<b>Obras de Concreto Armado</b>	
<b>02.03.01</b>	<b>Muros de concreto, tabiques de concreto y placas</b>	
02.03.01.01.	Concreto $F'c=280$ Kg/cm2 en muros de contención	m3
02.03.01.02.	Encofrado y desencofrado en muros de contención	m2
02.03.01.03.	Acero de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm2 en muros de contención	kg

Fuente: Elaboración Propia.

### 2.8.2.1. Coeficiente de Aporte de Mano de obra

**Tabla 2**

*Coeficiente de aporte de mano de Obra en la partida de excavación para banquetas y perfilado en muros anclados.*

Partida: Excavación de banquetas y perfilado para muros anclados							
Muestra	Cuadrilla		Área Total (m3)	Tiempo empleado (Horas)	Rendimiento Excavación (m3)	Coeficiente de aporte para Mano de obra	
	Operador Eq. pesado	Peón				Operador Eq. pesado	Peón
AN 1.1-5	1	1	230	8.00	230.00	0.035	0.035
AN 1.2-4	1	1	162	6.00	162.00	0.037	0.037
AN 1.7-11	1	1	135	5.00	135.00	0.037	0.037
					Promedio	0.036	0.036

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 2 muestra los datos obtenidos en obra con respecto a la partida excavación de banquetas y perfilado para muros anclados, a partir de la información recopilada se calculó el coeficiente de aporte para mano de obra, resultando que el coeficiente promedio para un operador de equipo pesado de 0.036 y para peón 0.036, además de ello, el coeficiente de producción diaria es la suma de los coeficientes de aporte de mano de obra, por lo tanto, el coeficiente de producción diaria de esta partida es 0.07.

**Tabla 3**

*Coefficiente de aporte de mano de Obra en la partida Acarreo y eliminación del material de excavación masiva.*

Partida: Acarreo y eliminación del material de Excavación Masiva										
Muestra	Cuadrilla		Área Total (m3)	Tiempo empleado (Horas)	Rendimiento		Coeficiente de aporte para Mano de obra			
	Operador Eq. pesado	Peón			Acarreo (m3)	Eliminación (m3)	Acarreo		Eliminación	
			Operador Eq. pesado	Peón			Operador Eq. pesado	Peón		
AN 1.1-5	3	2	300	8.00	300	285	0.027	0.027	0.056	0.028
AN 1.2-4	3	2	295	8.00	295	280	0.027	0.027	0.057	0.029
AN 1.7-11	3	2	260	7.00	260	245	0.027	0.027	0.057	0.029
					Promedio		0.027	0.027	0.057	0.028

Fuente: Elaboración propia

La tabla 3 muestra los datos recopilados en obra con respecto a la partida Acarreo y eliminación del material de excavación masiva, a partir de la información recopilada se calculó el coeficiente de aporte para mano de obra, resultando que el coeficiente promedio para un operador de equipo pesado es de 0.027 y para peón 0.027, además de ello, el coeficiente de producción diaria resulta de la suma de los coeficientes de aporte de mano de obra, por lo tanto, el coeficiente de producción diaria de esta partida para acarreo es de 0.054 y para eliminación 0.085.

**Tabla 4**

*Coefficiente de aporte de mano de Obra en la partida Concreto premezclado  $f_c=100$  kg+40%PG para falsa zapata.*

Partida: Concreto premezclado $f_c=100$ kg+40%PG para falsa zapata										
Muestra	Cuadrilla				Rend (m3)	Tiempo (Horas)	Coeficiente de aporte para Mano de obra			
	Operador Eq. Liviano	Operario	Oficial	Peón			Operador Eq. Liviano	Operario	oficial	peón
AN 1.1-5	1	2	1	4	18.00	5.00	0.278	0.556	0.278	1.111
AN 1.2-4	1	2	1	4	21.00	6.00	0.286	0.571	0.286	1.143
AN 1.7-11	1	2	1	4	20.00	5.50	0.275	0.550	0.275	1.100
AN 1.6-8	1	2	1	4	25.00	7.00	0.280	0.560	0.280	1.120
						Promedio	0.280	0.559	0.280	1.118

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 4 muestra datos recopilados en obra para la partida Concreto premezclado  $f_c=100$  kg+40%PG para falsa zapata, a partir de la información recopilada se calculó el coeficiente de aporte para mano de obra, resultando que el coeficiente promedio en la actividad de vertido de concreto para un operador de equipo liviano es de 0.280, de un operario 0.559, de un oficial 0.280 y de un peón 1.118, además, el coeficiente de producción diaria resulta de la suma de los coeficientes de aporte de mano de obra, por lo tanto, el coeficiente de producción diaria de esta partida es 2.237.

**Tabla 5**

*Coefficiente de aporte de mano de Obra en la partida Encofrado y Desencofrado metálico para Falsa Zapata.*

Partida: Encofrado y Desencofrado metálico para Falsa Zapata											
Muestra	Cuadrilla			Área Total (m2)	Tiempo empleado (Horas)	Rendimiento		Coeficiente de aporte para Mano de obra			
	Operario	Oficial	Peón			Encofrado (m2)	Desencofrado (m2)	Encofrado		Desencofrado	
								Operario	oficial	Oficia	Peón
AN 1.1-3	1	2	2	19.67	8.60	19.67	49.16	0.437	0.437	0.175	0.350
AN 1.2-4	1	2	2	18.00	7.70	18.00	36.90	0.428	0.428	0.209	0.417
AN 1.5-9	1	2	2	11.42	5.00	11.42	23.41	0.438	0.438	0.214	0.427
AN 1.6-8	1	2	2	19.00	8.25	19.00	38.95	0.434	0.434	0.212	0.424
						Promedio		0.434	0.434	0.202	0.405

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 5 muestra datos recopilados en obra para la partida encofrado y desencofrado metálico para falsa zapata, a partir de la información recopilada se calculó el coeficiente de aporte para mano de obra, resultando que el coeficiente promedio en la actividad de encofrado para un operario es de 0.434 y de un oficial 0.434, mientras que, para la actividad de desencofrado para un oficial es de 0.202 y de un peón 0.405, además, el coeficiente de producción diaria resulta de la suma de los coeficientes de aporte de mano de obra, por lo tanto, el coeficiente de producción diaria para encofrado es 0.868 y para desencofrado 0.607.

**Tabla 6**

*Coeficiente de aporte de mano de Obra en la partida Concreto premezclado F'c = 280 Kg/cm<sup>2</sup> en muros.*

Partida: Concreto premezclado F'c = 280 Kg/cm <sup>2</sup> en muros.															
Muestra	Cuadrilla				Dimensiones (m)				Volumen Total (m <sup>3</sup> )	Tiempo (Horas)	Rendimiento Vaciado(m <sup>3</sup> )	Coeficiente de aporte para Mano de obra			
	Operador Eq. Liviano	Operario	oficial	peón	Largo (m)	Altura (m)	Espesor	N° Elementos				Operador Eq. Liviano	Operario	Oficial	Peón
AN 1.1-5	1	2	1	4	2.80	3.20	0.40	2	7.53	2.30	7.53	0.306	0.611	0.306	1.222
AN 1.2-4	1	2	1	4	2.80	3.20	0.40	3	11.29	3.00	11.29	0.266	0.531	0.266	1.063
AN 1.7-1	1	2	1	4	2.80	3.20	0.40	2	7.53	2.20	7.53	0.292	0.585	0.292	1.169
AN 1.6-8	1	2	1	4	2.58	3.10	0.40	3	10.08	2.90	10.08	0.288	0.576	0.288	1.151
					Promedio							0.288	0.576	0.288	1.151

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 6, se muestra los datos obtenidos en obra con respecto a la partida Concreto premezclado F'c = 280 Kg/cm<sup>2</sup> en muros, a partir de la información recopilada se calculó el coeficiente de aporte para mano de obra, obteniéndose como resultado que el coeficiente promedio en la actividad de vertido de concreto para la categoría de operador de equipo liviano es de 0.288, operario 0.576, oficial 0.288 y peón 1.151, además, el coeficiente de producción diaria resulta de la suma de los coeficientes de aporte de mano de obra, por lo tanto, el coeficiente de producción diaria para esta partida es 2.303.

**Tabla 7**

*Coefficiente de aporte de mano de Obra en la partida Encofrado y desencofrado metálico en muros.*

Partida: Encofrado y desencofrado metálico en muros.															
Muestra	Cuadrilla			Dimensiones (m)				Área Total (m <sup>2</sup> )	Tiempo empleado (Horas)	Rendimiento		Coeficiente de aporte para Mano de obra			
	Operario	Oficial	Peón	Largo (m)	Altura (m)	Espesor	N° Elementos			Encofrado (m <sup>2</sup> )	Desencofrado (m <sup>2</sup> )	Encofrado		desencofrado	
								Operario	oficial			Oficial	peón		
AN 1.1-3	1	2	2	2.80	3.20	0.40	3.00	18.00	8.50	18.00	27.00	0.4722	0.4722	0.3148	0.6296
AN 1.2-4	1	2	2	2.80	3.20	0.40	1.00	10.00	5.00	10.00	15.00	0.5000	0.5000	0.3333	0.6667
AN 1.5-9	1	2	2	2.80	3.20	0.40	2.00	17.50	8.50	17.50	26.25	0.4857	0.4857	0.3238	0.6476
AN 1.6-8	1	2	2	2.58	3.10	0.40	1.00	8.00	4.00	8.00	12.00	0.5000	0.5000	0.3333	0.6667
	Promedio											0.489	0.489	0.326	0.653

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 7, muestra los datos obtenidos en obra con respecto a la partida Encofrado y desencofrado metálico en muros, a partir de la información recopilada se calculó el coeficiente de aporte para mano de obra, resultando que el coeficiente promedio en la actividad de encofrado para un operario es de 0.489 y de un oficial 0.489, mientras que, para la actividad de desencofrado para un oficial es de 0.326 y de un peón 0.653, además, el coeficiente de producción diaria resulta de la suma de los coeficientes de aporte de mano de obra, por lo tanto, el coeficiente de producción diaria para encofrado es 0.979 y para desencofrado 0.979.

**Tabla 8**

*Coefficiente de aporte de mano de Obra en la partida Acero de refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  en muros.*

Partida: Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ en muros														
Muestra	Cuadrilla		Dimensiones del muro (m)			Metrado realizado (Kg)	Tiempo (Horas)	Rendimiento		Coeficiente de aporte para Mano de obra				
	Operario	oficial	Largo (m)	Altura (m)	Espesor			Habilitación (kg)	Colocación (Kg)	Habilitación		Colocación		
										Operario	Oficial	Operario	Oficial	
AN 1.1-5	2	2	2.80	3.20	0.40	232.00	8.00	232	232	0.034	0.034	0.034	0.034	
AN 1.2-4	2	2	2.80	3.20	0.40	235.00	8.00	235	235	0.034	0.034	0.034	0.034	
AN 1.7-11	2	2	2.80	3.20	0.40	238.00	8.00	238	238	0.034	0.034	0.034	0.034	
AN 1.6-8	2	2	2.58	3.10	0.40	236.00	8.00	236	236	0.034	0.034	0.034	0.034	
			Promedio								0.034	0.034	0.034	0.034

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8, se muestra los datos obtenidos en obra con respecto a la partida Acero de refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  en muros, a partir de la información recopilada se calculó el coeficiente de aporte para mano de obra, obteniéndose como resultado que el coeficiente promedio en la actividad de habilitación de acero para operario es de 0.034 y de oficial 0.034, mientras que para la actividad de Colocación para la categoría de operario es 0.034 y peón 0.034, además, el coeficiente de producción diaria resulta de la suma de los coeficientes de aporte de mano de obra, por lo tanto, el coeficiente de producción diaria es 0.068 en colocación y 0.068 en habilitación.

### 2.8.2.2. Cálculo de los rendimientos

Después de calcular el coeficiente de aporte de mano de obra se procede a calcular los rendimientos de mano de obra para las partidas indicadas en la tabla 1.

#### **Partida: Excavación de banquetas y perfilado para muros anclados**

Cuadrilla

- 1 operador de equipo pesado + 1 peón.

Rendimiento:

- En horas hombre:

Operador: 0.036

Peón: 0.036

Total: 0.07

Cálculo del rendimiento en m<sup>3</sup> en una jornada laboral de 8 horas.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada laboral Diaria} \times \text{N}^{\circ} \text{ de hombres}}{\text{Producción Diaria}}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{8 \times (1 + 1)}{0.07} = 220.47 \text{ m}^3/\text{día}$$

De tal manera que, el rendimiento de mano de obra en la partida Excavación de banquetas y perfilado para muros fue de 220.47 m<sup>3</sup>/día.

#### **Partida: Acarreo y Eliminación del material de excavación.**

Cuadrilla

- Acarreo de material  
1 operador de equipo pesado + 1 peón.
- Eliminación  
2 operador de equipo Pesado + 1 peón

Rendimiento:

En horas hombre:

- Acarreo de material  
Operador : 0.027  
Peón : 0.027
- Eliminación del material  
Operador : 0.057  
Peón : 0.028

Total:

- Acarreo : 0.054
- Eliminación : 0.085

Cálculo del rendimiento en m<sup>3</sup> en una jornada laboral de 8 horas.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada laboral Diaria} \times \text{N}^\circ \text{ de hombres}}{\text{Producción Diaria}}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{8 \times (3 + 2)}{0.139} = 287.77 \text{ m}^3/\text{día.}$$

De tal manera que, el rendimiento de mano de obra en la partida acarreo y eliminación del material de excavación fue de 287.77 m<sup>3</sup>/día.

**Partida: Concreto premezclado f'c=100 kg+40%PG para falsa zapata.**

Cuadrilla

- 1 operador de equipo liviano + 2 operario + 1 oficial + 4 peón.

Rendimiento:

- En horas hombre:  
Operador Eq. Liviano : 0.280  
Operario : 0.559

Oficial	: 0.280
Peón	: 1.118
Total	: 2.237

Cálculo del rendimiento en m<sup>3</sup> en una jornada laboral de 8 horas.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada laboral Diaria} \times \text{N}^\circ \text{ de hombres}}{\text{Producción Diaria}}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{8 \times (1 + 2 + 1 + 4)}{2.237} = 28.61 \text{ m}^3/\text{día}$$

De tal manera que, el rendimiento de mano de obra en la partida Concreto Premezclado F'c=100 Kg/cm<sup>2</sup> +40% PG para falsa Zapata fue de 28.61 m<sup>3</sup>/día.

**Partida: Encofrado y desencofrado metálico para falsa zapata.**

Cuadrilla

- Encofrado  
1 operario + 1 peón.
- Desencofrado  
1 oficial + 2 peón.

Rendimiento:

En horas hombre:

- Encofrado  
Operario : 0.434  
Peón : 0.434
- Desencofrado  
Operador : 0.202  
Peón : 0.405

Total:

- Encofrado : 0.868
- Desencofrado : 0.607

Cálculo del rendimiento en m<sup>2</sup> en una jornada laboral de 8 horas.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada laboral Diaria} \times \text{N}^\circ \text{ de hombres}}{\text{Producción Diaria}}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{8 \times (1 + 1)}{0.868} = 18.42 \text{ m}^2/\text{día}$$

De tal manera que, el rendimiento de mano de obra en la partida Encofrado y desencofrado metálico para falsa zapata fue de 18.42 m<sup>2</sup>/día.

**Partida: Concreto premezclado f'c = 280 Kg/cm<sup>2</sup> en muros.**

Cuadrilla

- 1 operador de equipo liviano + 2 operario + 1 oficial + 4 peón.

Rendimiento:

- En horas hombre:

Operador Eq. Liviano	: 0.281
Operario	: 0.562
Oficial	: 0.281
Peón	: 1.124
Total	: 2.248

Cálculo del rendimiento en m<sup>3</sup> en una jornada laboral de 8 horas.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada laboral Diaria} \times \text{N}^\circ \text{ de hombres}}{\text{Producción Diaria}}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{8 \times (1 + 2 + 1 + 4)}{2.237} = 28.47 \text{ m}^3/\text{día}$$

De tal manera que, el rendimiento de mano de obra en la partida de Concreto premezclado f'c = 280 Kg/cm<sup>2</sup> en muros, fue de 28.47 m<sup>3</sup>/día.

**Partida: Encofrado y desencofrado metálico en muros.**

Cuadrilla

- Encofrado  
1 operario + 1 peón.
- Desencofrado  
1 oficial + 2 peón.

Rendimiento:

En horas hombre:

- Encofrado  
Operario : 0.489  
Peón : 0.489
- Desencofrado  
Operador : 0.326  
Peón : 0.653

Total:

- Encofrado : 0.978
- Desencofrado : 0.979

Cálculo del rendimiento en m<sup>2</sup> en una jornada laboral de 8 horas.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada laboral Diaria} \times \text{N}^\circ \text{ de hombres}}{\text{Producción Diaria}}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{8 \times (1 + 1)}{0.978} = 16.34 \text{ m}^2/\text{día}$$

De tal manera que, el rendimiento de mano de obra en la partida Encofrado y desencofrado metálico en muros fue de 16.34 m<sup>2</sup>/día.

**Partida: Acero de refuerzo Fy=4200 kg/cm<sup>2</sup> en muros.**

Cuadrilla

- 3 operarios + 2 oficiales

Rendimiento:

- En horas hombre:

Operario: 0.102 HH

Oficiales: 0.068 HH

Total: 0.170 HH

Cálculo del rendimiento en kg en una jornada laboral de 8 horas.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada laboral Diaria} \times \text{N}^\circ \text{ de hombres}}{\text{Producción Diaria}}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{8 \times (3 + 2)}{0.17} = 235.23 \text{ kg/día}$$

De tal manera que, el rendimiento de mano de obra en la partida Acero de refuerzo Fy=4200 kg/cm<sup>2</sup> en muros fue de 235.23 kg/día.

### **2.8.3. Etapa 3: Elaboración de la planificación utilizando la metodología tradicional, Last Planner y líneas de Balance.**

#### **2.8.3.1. Programación con el Método tradicional**

Para poder realizar la programación tradicional, primero se calcularon los días de ejecución en base a los Metrados, rendimientos y cuadrillas, para ello se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Días de ejecución} = \frac{\text{Metrado}}{\text{Rendimiento} \times \text{cuadrillas}}$$

**Tabla 9***Días de ejecución.*

ITEM	PARTIDAS	UND	METRADO	Rend.	Cuadrillas	Días de ejecución
<b>01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD</b>					
<b>01.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>					
<b>01.01.01</b>	<b>Transporte de Maquinaria</b>					
01.01.01.01	Movilización y desmovilización de Equipo Especializado	glb	1.00	0.2	1	5
<b>02`</b>	<b>Estructuras</b>					
<b>02.01.</b>	<b>Movimiento de tierras</b>					
02.01.01	Excavación de banquetas y perfilado para muros anclados	m3	341.47	220	1	2
02.01.02	Acarreo y eliminación de material de excavación	m3	426.84	287	1	2
<b>02.02.</b>	<b>Obras de Concreto Simple</b>					
<b>02.02.01</b>	<b>Falsa Zapata</b>					
02.02.01.01	Concreto f'c=100 kg+40%PG para falsa zapata	m3	94.98	28	1	4
02.02.01.02	Encofrado y desencofrado para falsa zapata	m2	147.82	18	2	5
<b>02.03.</b>	<b>Obras de Concreto Armado</b>					
<b>02.03.01</b>	<b>Muros de concreto</b>					
02.03.01.01.	Concreto f'c=280 Kg/cm2 en muros	m3	95.61	28	1	4
02.03.01.02.	Encofrado y desencofrado en muros	m2	227.65	16	3	5
02.03.01.03.	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 en muros	kg	10,143.68	235	4	11
<b>02.03.02.</b>	<b>Anclaje en muros con sistemas mecánico</b>					
02.03.02.01	Perforación Proyectada	m	187.50	40	1	5
02.03.02.02	Suministro, anclaje y tensado de en muros	und	13.00	3	1	5

Fuente: Elaboración propia.

Partida excavación de banquetas y perfilado para muros anclados

$$\text{Días de ejecución} = \frac{341.47 \text{ m}^3}{220 \text{ m}^3/\text{día} \times 1}$$

$$\text{Días de ejecución} = 2 \text{ días}$$

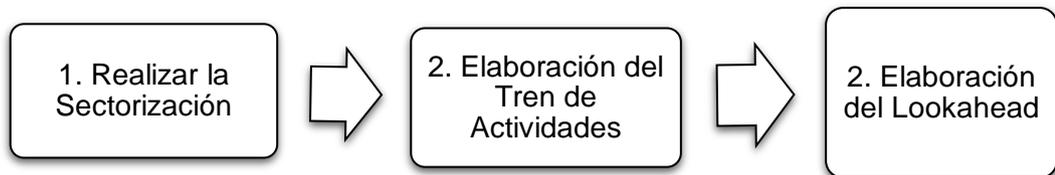
De la misma forma se calculó para el resto de las partidas.

### 2.8.3.2. Metodología Last Planner System

Para poder realizar la planificación utilizando la metodología Last Planner System se estableció la siguiente secuencia de trabajo:

**Figura 7**

*Secuencia de trabajo para la metodología Last Planner System.*



Fuente: Elaboración propia.

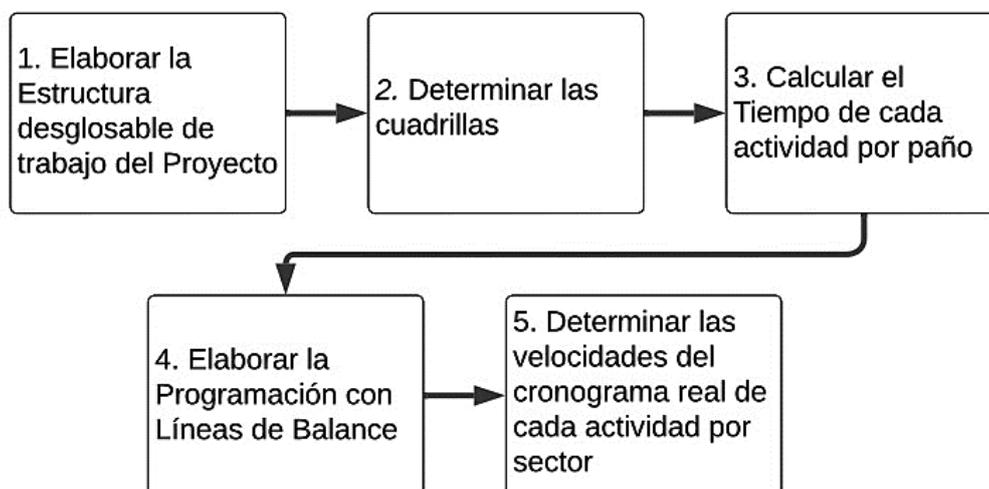
Finalmente se obtuvo la cantidad de días de construcción de los muros anclados.

### 2.8.3.3. Metodología Líneas de Balance

Con respecto a la programación empleando la metodología de Líneas de balance, la secuencia de trabajo es la siguiente:

**Figura 8**

*Secuencia de trabajo para la metodología Líneas de Balance.*



Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente que obtuvimos la programación con cada una de las metodologías planteadas, realizamos un análisis comparativo.

#### **2.8.4. Etapa 4: Elaboración del presupuesto de acuerdo a lo ejecutado en obra.**

En esta etapa, para estimar el costo de construcción de los muros anclados, se elaboró los Análisis de precios unitarios, metrados, gastos generales, y presupuesto.

Asimismo, también se calculó el costo por ml lineal de anclaje y el costo por paño (para la investigación se seleccionó el paño de mayor dimensión).

Finalmente se realizó el análisis comparativo del costo de ejecución de los muros anclados vs el costo a nivel de expediente y con proyectos similares ejecutados en suelos arcillosos.

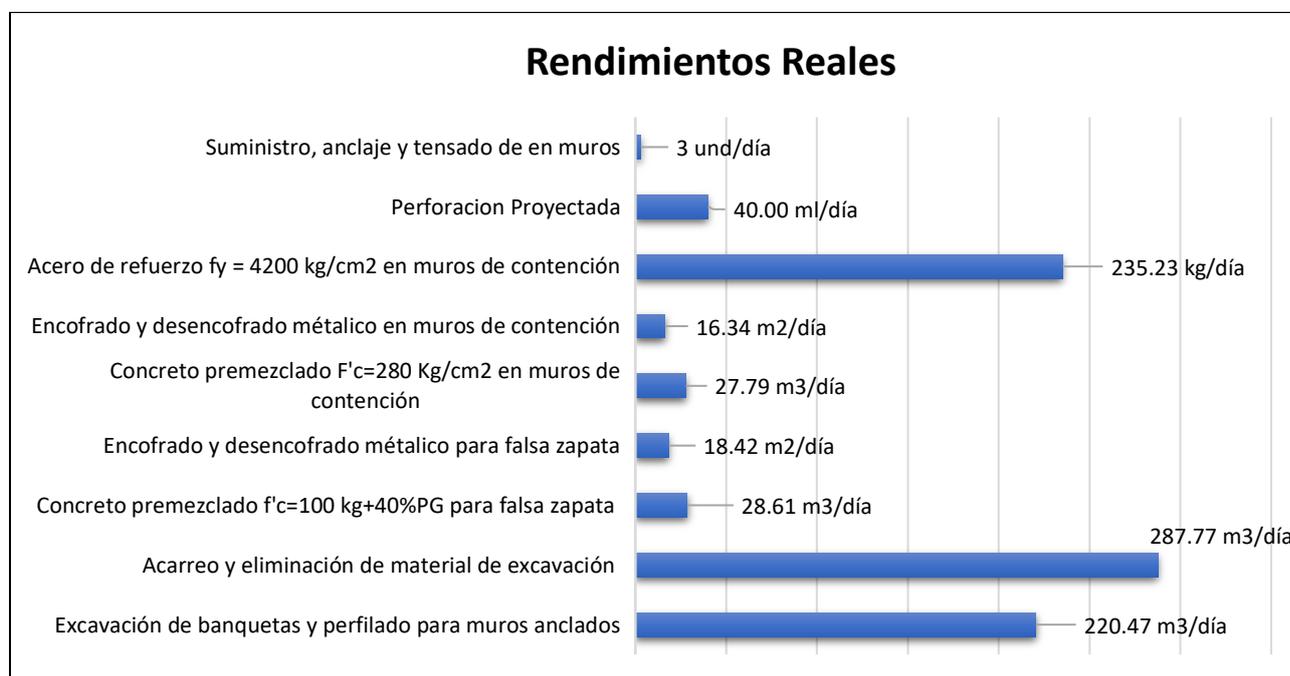
### III. RESULTADOS

En este capítulo, los hallazgos se han escrito después de haber obtenido datos en campo y procesado la información, de acuerdo con la secuencia de los objetivos planteados, teniendo como objeto de estudio la construcción del Hospital de San Ignacio.

Para el cumplimiento de estos objetivos fue necesario los datos de los rendimientos reales obtenidos en obra, es por ello que se detalla a continuación el resumen por partida de estos rendimientos:

**Figura 9**

*Resumen de los Rendimientos Reales.*



Fuente: Elaboración propia.

En la figura se puede apreciar claramente el resumen de los rendimientos que se analizaron durante la construcción de los muros anclados, salvo las dos primeras partidas porque fueron ejecutadas mediante subcontrato, pero se tomó los rendimientos proporcionados por la empresa subcontratista.



Después de realizar la programación utilizando la metodología tradicional apoyándonos del diagrama de Gantt, resulta que el tiempo de ejecución de los muros anclados es de 24 días hábiles. Además, es importante mencionar que todas las partidas son críticas porque son actividades secuenciadas.

### **3.1.2. Programación con la Metodología Last Planner System.**

#### **3.1.2.1. Proceso de Planificación y control**

Para poder llevar a cabo la planificación se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

Antes de realizar la perforación para los anclajes, se debe tomar en cuenta que el muro anclado debe tener un apoyo contra el terreno se debe realizar el relleno del talud con concreto ciclópeo y una vez endurecido el relleno de concreto ciclópeo, se procede a realizar una perforación con diamantina, para la ejecución del pase de los anclajes.

La resistencia a la compresión de diseño del bulbo es de 210 kg/cm<sup>2</sup> y esta es alcanzada en un periodo de 5 a 6 días en promedio.

Para poder iniciar la perforación para los anclajes, el concreto de la falsa zapata tiene que alcanzar una resistencia de a 75 kg/cm<sup>2</sup>, lo que generalmente es en menos de dos días.

Con respecto a la apertura de paños se deberá realizar en conformidad con la secuencia indicada en los planos de anclajes y bajo ninguna circunstancia abrir paños inferiores en un sector donde no se haya tensado el 100% de muros.

En el primer anillo se deberá ejecutar los paneles N°1 y una vez tensado se procederá con la ejecución de los paneles N°2. A partir del segundo anillo se podrá comenzar a ejecutar los paneles N°2 ó N°1, considerando siempre

las condiciones de apertura seguras: paños adyacentes en banquetta o tensados. De esta manera se podrá continuar con la secuencia de los paños.

El tensado se deberá realizar cuando la resistencia de lechada cumpla con uno de los siguientes requisitos:

- 7 días de fraguado con cementos portland tipo I.
- 4 días de fraguado con cementos portland tipo IAB.
- Resistencia a la compresión simple superior a 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Para no parar ningún frente durante la ejecución de los muros anclados la opción más factible es que el tensado se deberá realizar cuando cumpla con la resistencia a la compresión simple superior a 210 kg/cm<sup>2</sup>, este puede ser tensado con un periodo mínimo de fragua de 3 días con cargas que no superen las 70 tn.

De las consideraciones antes mencionadas, se identifica las siguientes restricciones:

El trabajo obligatorio en forma de damero. A medida que en campo vamos avanzando con el proceso constructivo, nos damos cuenta que nos vamos quedando sin frente de trabajo para avanzar con el resto de actividades.

El tiempo que necesita el concreto para que logre una resistencia de diseño de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> antes de ser tensado.

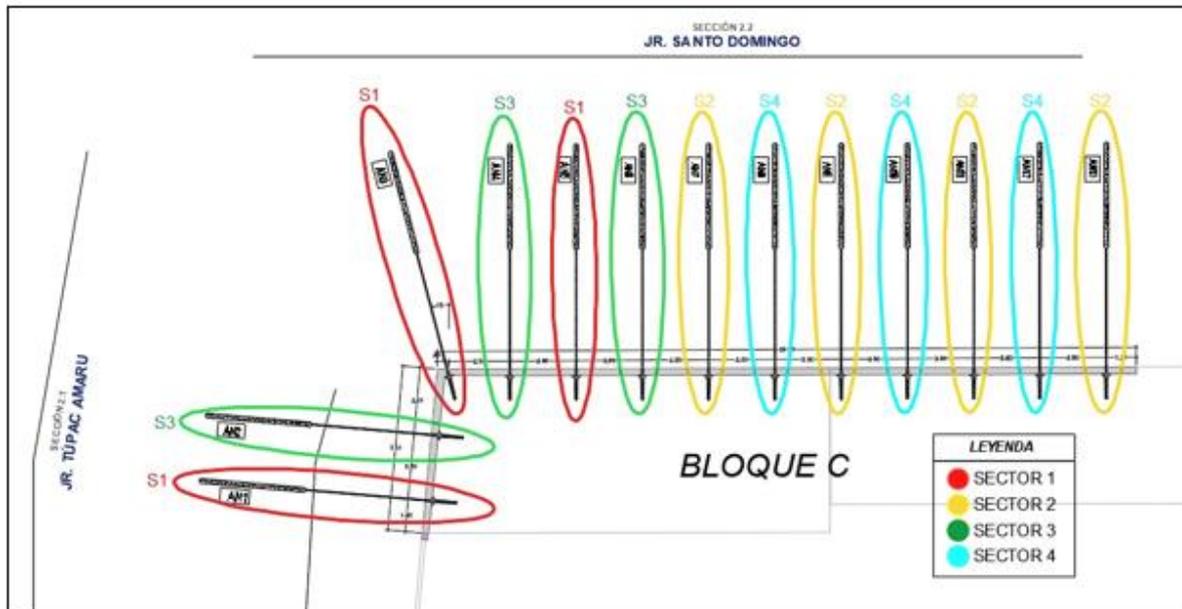
Para poder iniciar con la apertura, perfilado, encofrado, armado y vaciado de los paños o muros secundarios, es necesario que se encuentren tensados los paños adyacentes. Lo que nos genera una dependencia del tensado para ejecutar paños adyacentes.

### 3.1.2.2. Tren de actividades para la ejecución de muros anclados

Para poder elaborar el tren de actividades, primero se realizó la sectorización, que consiste en dividir el trabajo en partes manejables para garantizar que exista un balance y la mayor equidad posible en todos los sectores.

**Figura 11**

*Sectorización para la Construcción de Muros Anclados (Vista en Planta).*



*Nota.* De la imagen se puede apreciar que el anillo 01 ha sido dividido en 4 sectores, teniendo en cuenta el área, proceso constructivo y cantidad de anclajes.

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 12**

Sectorización para la Construcción de Muros Anclados (vista en perfil).



Nota. En la figura se aprecia el área de cada paño, asimismo se ha diferenciado por color cada sector de los anillos a ejecutar.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 10**

Áreas de cada Sector.

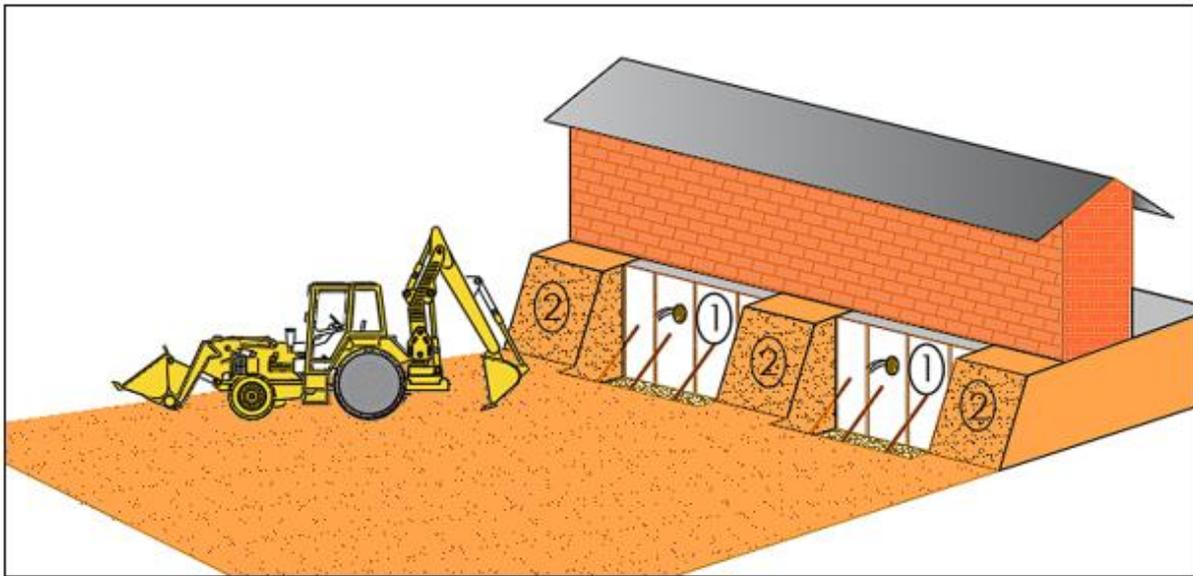
	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4
ANILLO 1	26.57 m <sup>2</sup>	35.15 m <sup>2</sup>	26.23 m <sup>2</sup>	26.88 m <sup>2</sup>
ANILLO 2	26.75 m <sup>2</sup>	34.29 m <sup>2</sup>	25.65 m <sup>2</sup>	26.22 m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia.

Para poder llevar a cabo la ejecución de los muros anclados es necesario que los paños sean construidos de manera intercalada o alternada, puesto que después de realizarse la excavación masiva, el terreno queda inestable. De esta manera se conserva la estabilidad y evitamos posibles derrumbes, este criterio se ve reflejado en la sectorización que se aplicó en la obra de estudio.

### Figura 13

*Secuencia de Panelado de Ejecución de Muros Anclados y Berma de Seguridad.*



*Nota.* En la figura se aprecia como se trabaja en paños discontinuos, con la finalidad de prevenir el volteo en el paño vaciado pero aún no tensado

Fuente: Elaboración propia.

Una vez tensados los muros primarios, se realizó la excavación, perfilado, encofrado, armado y vertido de los paños o muros secundarios, continuando con el mismo procedimiento en caso haya muros terciarios o cuaternarios. Asimismo, una vez concluidos los muros primarios, secundarios, terciarios, etc. del primer anillo tensados al 100% se comienza con la construcción de los anillos inferiores.

**Tabla 11**

*Tren de Avance de Actividades.*

Descripción de la Actividad	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4						
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4
<b>ANILLO 01</b>																												
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>																												
EXCAVACIÓN MASIVA Y ELIMINACIÓN	X							X	X																			
<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>																												
ENCOFRADO DE FALSA ZAPATA	S1	S2						S3	S4																			
VERTIDO DE CONCRETO EN FALSA ZAPATA		S1	S2						S3	S4																		
DESENCOFRADO DE FALSA ZAPATA			S1	S2						S3	S4																	
<b>MUROS ANCLADOS</b>																												
PERFORACIÓN E INYECCIÓN			S1	S2						S3	S4																	
COLOCACIÓN DE ACERO				S1	S2					S3	S4																	
VERTIDO DE CONCRETO EN MURO				S1	S2					S3	S4																	
DESENCOFRADO DE MURO					S1		S2			S3		S4																
TENSADO DEL MURO							S1	S2					S3	S4														

Descripción de la Actividad	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3						SEMANA 4							
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4
<b>ANILLO 02</b>																												
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>																												
EXCAVACIÓN MASIVA																X			X									
<b>MUROS DE CONCRETO</b>																												
COLOCACIÓN DE ACERO																	S1	S2	S3	S4								
ENCOFRADO DEL MURO																		S1	S2	S3		S4						
VERTIDO DE CONCRETO EN MURO																		S1	S2	S3		S4						
DESENCOFRADO DE MURO DE CONTENCIÓN																			S1	S2		S3	S4					

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 11, podemos observar que el plazo de ejecución es de 20 días hábiles utilizando la metodología Last Planner System, 4 días menos de lo planificado con la metodología tradicional, lo que nos da un margen de maniobra para cualquier imprevisto, debido a la variabilidad del entorno por diferentes causas de cualquier índole, sirviéndonos ante cualquier contingencia como buffer.

Asimismo, del tren de avance de actividades, logramos definir el tiempo que se demora en ejecutarse los muros anclados de cada sector, asegurando así el flujo de trabajo. En el Anexo N° 04 podemos encontrar el Lookahead para la ejecución de los muros anclados tomado como referencia la construcción del Hospital de San Ignacio.

**Tabla 12***Tiempo de ejecución de acuerdo a la sectorización.*

Actividad	Inicio	Final	Duración en días
<b>Anillo 1</b>			
<b>Sector 1 / Sector 2</b>			
Movimiento de tierras	07/11/2022		1 días
Obras de concreto simple	07/11/2022	10/11/2022	4 días
Muros anclados	09/11/2022	15/11/2022	6 días
<b>Sector 3 / Sector 4</b>			
Movimiento de tierras	15/11/2022	16/11/2022	2 días
Obras de concreto simple	15/11/2022	18/11/2022	4 días
Muros anclados	17/11/2022	22/11/2022	5 días
<b>Anillo 2</b>			
<b>Sector 1 / Sector 2</b>			
Movimiento de tierras	22/11/2022		1 días
Muros de concreto	23/11/2022	26/11/2022	4 días
<b>Sector 3 / Sector 4</b>			
Movimiento de tierras	25/11/2022		1 días
Muros de concreto	25/11/2022	29/11/2022	4 días

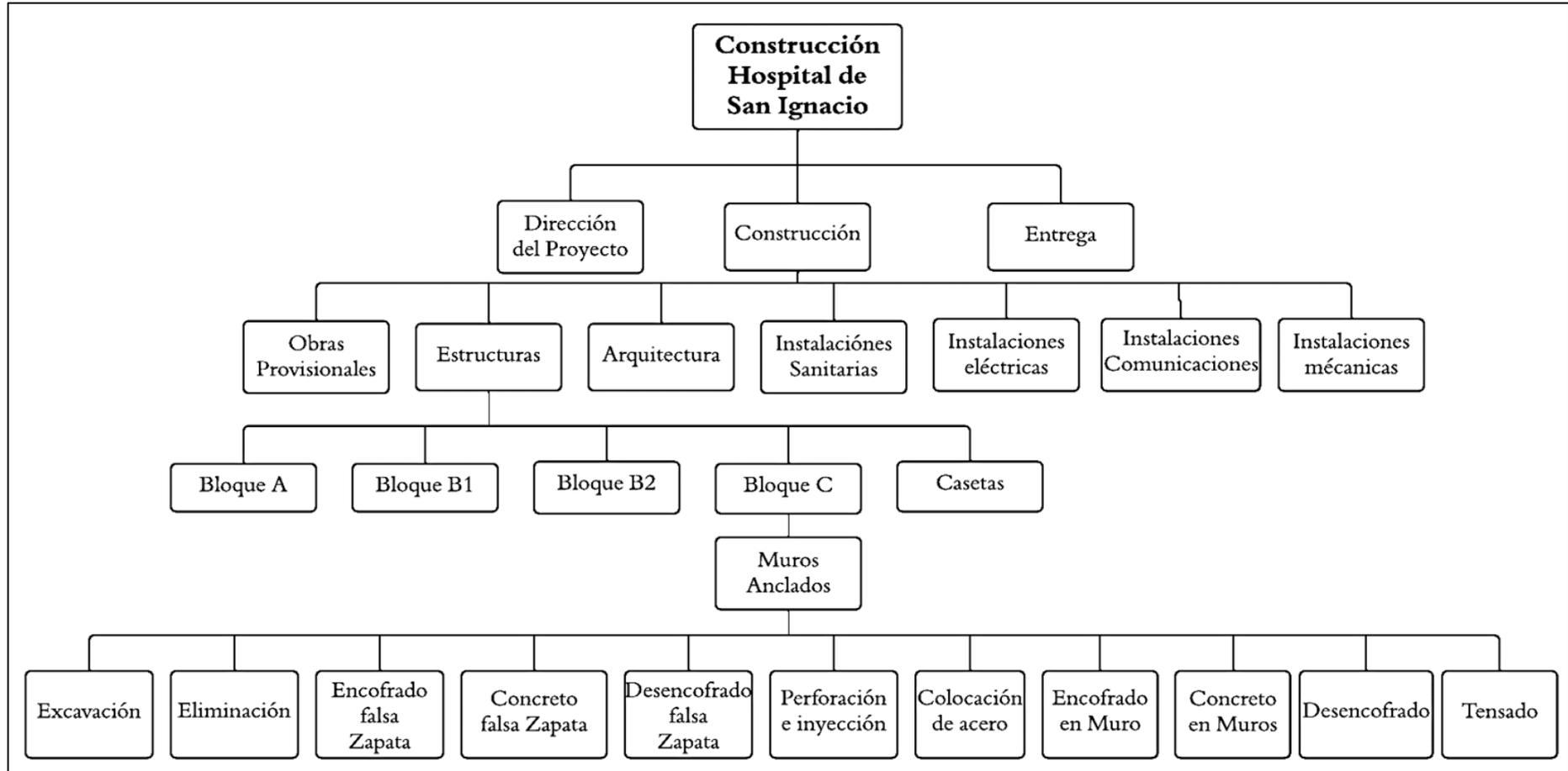
Fuente: Elaboración propia.

**3.1.3. Programación con la metodología Líneas de Balance LDB.**

Para la programación empleando esta técnica, se comienza desarrollando la estructura desglosable de trabajo (EDT), que consiste en el fraccionamiento de las partidas en partidas de primer o segundo orden, según el nivel de importancia para poder tener un mejor control de supervisión y programación del proceso de ejecución.

**Figura 14**

*Estructura desglosable de trabajo del Proyecto*



Nota. La figura muestra el fraccionamiento de las partidas en partidas de primer o segundo orden, según el nivel de importancia para poder tener un mejor control de supervisión y programación del proceso de ejecución.

Fuente: Elaboración propia.

Después de ello se realiza la estructura fraccionada de localización, con la información el EDT y con la sectorización que se puede apreciar en la figura 11, tal y como se muestra a continuación:

**Figura 15**

*Estructura Fraccionada de localización de la ejecución de los muros anclados.*

		Sector	Paño
ANILLO 01	S4		13
			12
			11
	S3		10
			9
			8
	S2		7
			6
			5
			4
	S1		3
			2
			1

		Sector	Paño
ANILLO 02	S4		13
			12
			11
	S3		10
			9
			8
	S2		7
			6
			5
			4
	S1		3
			2
			1

Nota. En la figura de detalla por anillo la distribución de sectores y la cantidad de muros anclados que conforman un anillo.

Posteriormente se obtuvo los datos de los avances reales de cada una de las partidas que comprende el anillo 01 y 02 en la ejecución de los muros anclados. Estos datos se recolectaron mediante las visitas realizadas a obra, como se visualiza en la Tabla 13:

**Tabla 13**

*Tiempo de cada actividad por paño.*

Actividad		ANILLO 01										ANILLO 02						
		Excavación	Acarreo y eliminación	Falsa zapata			Muros de concreto				Excavación	Acarreo y eliminación	Muros de concreto					
				Encofrado	Vertido Concreto	Desencofrado	Perforación e Inyección	Colocación de acero	Encofrado	Vertido Concreto			Desencofrado	Tensado	Colocación de acero	Encofrado	Vertido Concreto	Desencofrado
Fecha	Unidad	m3	m3	m2	m3	m2	ml	kg	m2	m3	m2	und	m3	m3	kg	m2	m3	m2
	Metrado	13	17	11	7	11	15	439	9	4	9	1	13	16	419	9	3	9
	Rendimiento	220	287	18	28	40	40	236	16	28	40	3	220	287	236	16	28	40
L	07/11/2022	0.50	0.50	1.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M	08/11/2022	-	-	1.70	2.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M	09/11/2022	-	-	-	2.10	1.10	2.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
J	10/11/2022	-	-	-	-	1.10	2.90	2.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V	11/11/2022	-	-	-	-	-	2.90	2.50	1.50	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-
S	12/11/2022	-	-	-	-	-	-	-	1.50	1.00	0.90	-	-	-	-	-	-	-
D	13/11/2022																	
L	14/11/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.90	-	-	-	-	-	-	-
M	15/11/2022	0.50	0.50	1.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M	16/11/2022	0.50	0.50	1.70	2.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fecha		ANILLO 01										ANILLO 02							
		Actividad		Excavación	Acarreo y eliminación	Falsa zapata			Muros de concreto				Excavación	Acarreo y eliminación	Muros de concreto				
						Encofrado	Vertido Concreto	Desencofrado	Perforación e Inyección	Colocación de acero	Encofrado	Vertido Concreto			Desencofrado	Tensado	Colocación de acero	Encofrado	Vertido Concreto
Unidad		m3	m3	m2	m3	m2	ml	kg	m2	m3	m2	und	m3	m3	kg	m2	m3	m2	
	Metrado		13	17	11	7	11	15	439	9	4	9	1	13	16	419	9	3	9
	Rendimiento		220	287	18	28	40	40	236	16	28	40	3	220	287	236	16	28	40
J	17/11/2022	-	-	-	2.10	1.10	2.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V	18/11/2022	-	-	-	-	1.10	2.90	2.50	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S	19/11/2022	-	-	-	-	-	2.90	2.50	1.50	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	20/11/2022																		
L	21/11/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	0.90	-	-	-	-	-	-	-	-
M	22/11/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.90	2.70	-	-	-	-	-	-	-
M	23/11/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.50	0.50	2.50	1.50	-	-	-
J	24/11/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.70	-	-	-	1.50	1.00	-	-
V	25/11/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.50	0.50	2.50	1.50	-	0.90	-
S	26/11/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.50	1.50	1.00	-	-
D	27/11/2022																		
L	28/11/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.50	0.50	2.50	1.50	1.00	0.90	-

Actividad		ANILLO 01										ANILLO 02						
		Excavación	Acarreo y eliminación	Falsa zapata			Muros de concreto				Excavación	Acarreo y eliminación	Muros de concreto					
				Encofrado	Vertido Concreto	Desencofrado	Perforación e Inyección	Colocación de acero	Encofrado	Vertido Concreto			Desencofrado	Tensado	Colocación de acero	Encofrado	Vertido Concreto	Desencofrado
Fecha	Unidad	m3	m3	m2	m3	m2	ml	kg	m2	m3	m2	und	m3	m3	kg	m2	m3	m2
	Metrado	13	17	11	7	11	15	439	9	4	9	1	13	16	419	9	3	9
	Rendimiento	220	287	18	28	40	40	236	16	28	40	3	220	287	236	16	28	40
M	29/11/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.50	1.00	0.90
M	30/11/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.90

Fuente: Elaboración propia.

Para calcular el tiempo de actividad de cada paño se empleó la siguiente formula:

$$T = \frac{M \times 8}{R}$$

Donde:

T: tiempo

M: Metrado

R: Rendimiento

8 horas es la jornada laboral

**Tabla 14**

*Cuadrillas de cada actividad por paño.*

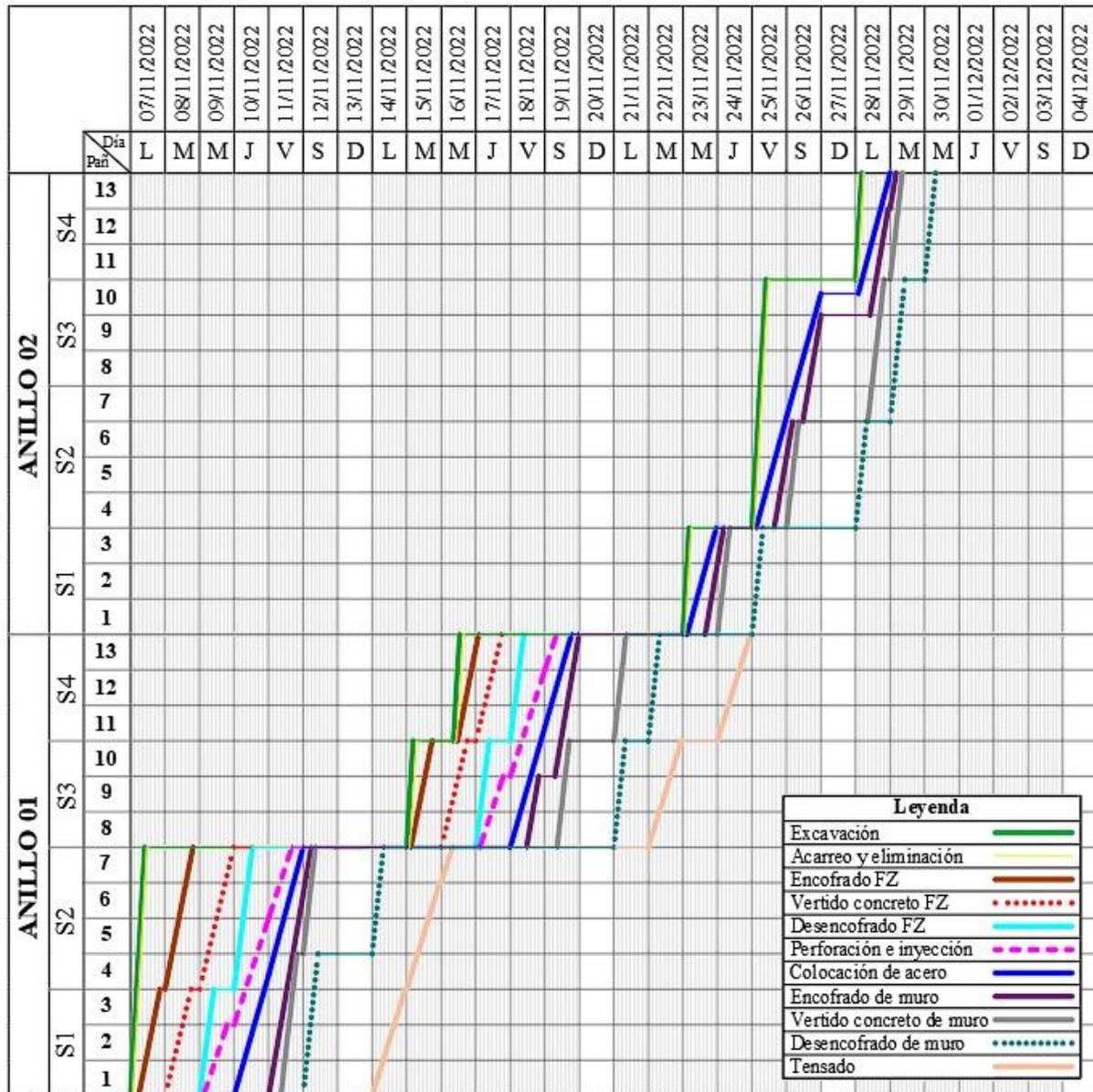
Partidas		Cuadrillas					
		Operador Eq. Pesado	Operador Eq. Liviano	Operario	Oficial	Peón	
ANILLO 01	Excavación	1				1	
	Acarreo y eliminación	3				2	
	Falsa zapata	Encofrado			2	4	
		Vertido Concreto		1	2		4
		Desencofrado			2		2
	Muros de concreto	Perforación e Inyección	2				2
		Colocación de acero			6	6	
		Encofrado			3	3	
		Vertido Concreto		1	2		4
		Desencofrado			2		2
	Tensado			2		1	
ANILLO 02	Excavación	1				1	
	Acarreo y eliminación	3				2	
	Muros de concreto	Colocación de acero			6	6	
		Encofrado			3	3	
		Vertido Concreto		1	2		4
Desencofrado				2		2	

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, con los datos obtenidos de rendimientos, se procede a elaborar la programación Real de la ejecución del anillo 01 y 02 de los muros anclados, con la técnica de programación de líneas de balance, tal y como se visualiza en la siguiente figura:

**Figura 16**

Programación Real con LDB.



Fuente: Elaboración propia.

De la programación con la metodología líneas de balance (LDB) se obtuvo una duración 21 días. Así mismo, a partir de la programación planificada con LDB, se obtienen las velocidades de cada partida, así como se muestra en la Tabla 15:

**Tabla 15**

*Velocidades del cronograma real de cada actividad por sector.*

Cronograma		Real				
Sectores		S1	S2	S3	S4	
N° de paños		3	4	3	3	
Unidad		Paños /Hora	Paños /Hora	Paños /Hora	Paños /Hora	
ANILLO 01	Excavación	2.00	2.00	2.00	2.00	
	Acarreo y eliminación	2.00	2.00	2.00	2.00	
	Falsa zapata	Encofrado	0.59	0.59	0.60	0.62
		Vertido Concreto	0.48	0.48	0.48	0.48
		Desencofrado	0.91	0.91	0.91	0.91
	Muros de concreto	Perforación e Inyección	0.34	0.34	0.34	0.34
		Colocación de acero	0.40	0.42	0.41	0.39
		Encofrado	0.67	0.67	0.67	0.67
		Vertido Concreto	1.00	1.00	1.00	1.00
		Desencofrado	1.11	1.11	1.11	1.11
		Tensado	0.37	0.37	0.37	0.37
	ANILLO 02	Excavación	2.00	2.00	2.00	2.00
		Acarreo y eliminación	2.00	2.00	2.00	2.00
Muros de concreto		Colocación de acero	0.42	0.42	0.42	0.42
		Encofrado	0.67	0.69	0.67	0.67
		Vertido Concreto	1.00	1.00	1.00	1.00
		Desencofrado	1.11	1.12	1.11	1.11

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 16**

*Tren de Avance de Actividades concordante con la programación de Líneas balance.*

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4						
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4
<b>ANILLO 01</b>																												
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>																												
EXCAVACIÓN MASIVA Y ELIMINACIÓN	S1, S2							S3	S4																			
<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>																												
ENCOFRADO DE FALSA ZAPATA	S1	S2						S3	S4																			
VERTIDO DE CONCRETO EN FALSA ZAPATA		S1	S2						S3	S4																		
DESENCOFRADO DE FALSA ZAPATA			S1	S2						S3	S4																	
<b>MUROS DE CONCRETO</b>																												
PERFORACION E INYECCIÓN			S1	S2	S2					S3	S4	S4																
COLOCACION DE ACERO				S1	S2							S3	S4															
ENCOFRADO DEL MURO				S1	S2							S3	S4															
VERTIDO DE CONCRETO EN MURO				S1	S2							S3		S4														
DESENCOFRADO DE MURO					S1		S2							S3	S4													
TENSADO DEL MURO							S1	S2	S2						S3		S4											

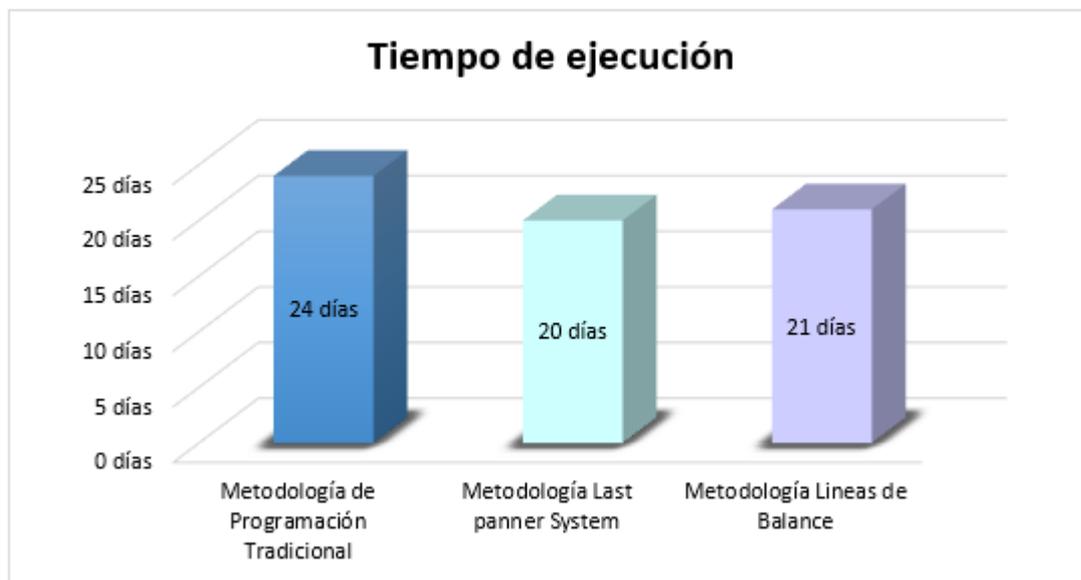
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4						
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4
<b>ANILLO 02</b>																												
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>																												
EXCAVACIÓN MASIVA Y ELIMINACIÓN																	S1		S2, S3					S4				
<b>MUROS DE CONCRETO</b>																												
COLOCACIÓN DE ACERO																	S1		S2	S3				S4				
ENCOFRADO DEL MURO																	S1	S1	S2	S3				S4				
VERTIDO DE CONCRETO EN MURO																		S1		S2				S3	S4			
DESENCOFRADO DE MURO DE CONTENCIÓN																			S1					S2	S3	S4		

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Análisis comparativo de las metodologías de programación

**Figura 17**

*Análisis comparativo del tiempo de ejecución*



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 17**

*Comparación técnica de los métodos de programación.*

Programación Tradicional	Last Planner System	Líneas de balance
Es una programación generalizada, no da detalle de los procesos que debe llevar a cabo en la ejecución en su totalidad.	La aplicación de sectorización y trenes de trabajo replantean la totalidad de la forma de su trabajo, direccionando a disminuir los desperdicios y tiempo de ejecución.	Muestra de manera visual todo el proyecto, permitiendo identificar los recursos, la secuencia de trabajo y el ritmo de ejecución.
No evidencia el ritmo de trabajo, holguras innecesarias, tiempos muertos, cruce o concentración de partidas, en consecuencia, no	Se enfoca en mitigar los desperdicios y las restricciones, consecuencia, optimiza el cumplimiento de tiempo y	Es practica y fácil de leer. Asimismo, presenta una localización en la planificación dando como resultado un producto

Programación Tradicional	Last Planner System	Líneas de balance
<p>permite anticiparse a eventuales problemáticas que podrían haberse identificado desde la fase inicial del proyecto.</p> <p>La planificación con la metodología tradicional es desarrollada bajo la experiencia del planificador sin tener intervención de todas las partes involucradas. Obteniéndose una planificación desordenada e incierta.</p> <p>En el control de obra con el sistema tradicional esta más enfocado a cumplir las especificaciones técnicas de cada rubro, y en analizar los controles de costo en los rubros proyectados versus ejecutados, dejando de lado el análisis de los tiempos de producción y la programación.</p>	<p>costos en la programación y control de obra, con el fin de maximizar la productividad.</p> <p>Es una programación colaborativa, que incluye a todos los responsables de todos los niveles del proyecto, dando como resultado una programación ordenada y que busca maximizar la productividad.</p> <p>Se puede identificar en etapas tempranas algunos posibles imprevistos o restricciones que podrían generar atrasos en la ejecución del proyecto.</p>	<p>gráfico de localización vs tiempo.</p> <p>Se puede tener un mejor control del tiempo de ejecución y de los recursos empleados durante la construcción del proyecto.</p> <p>Se puede identificar de manera practica las actividades predecesoras, desfase de actividades, ritmo de trabajo, tiempo entre cada actividad.</p> <p>Mejora la rapidez en la toma de decisiones al momento de replantear o solucionar algún imprevisto, porque cada línea tiene la información necesaria como ritmo de trabajo y recursos asignados.</p> <p>Evidencia una facilidad para poder reajustar el trabajo en su conjunto de acuerdo a las consideraciones de cada planificador hechas con sus alcances.</p>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. Costo de construcción de los muros anclados

La ejecución de los muros anclados en el hospital de San Ignacio está conformada por 13 anclajes temporales, el proceso fue desarrollado mediante una serie de actividades, entre las que tenemos movilización y desmovilización del equipo especializado para su ejecución, trabajos preliminares, movimiento de tierras, ejecución de los anclajes, muros y finaliza con el tensado de los mismos.

#### 3.3.1. Análisis de precios Unitarios

Se elaboró los análisis de precios unitarios de las partidas necesarias para llevar a cabo la ejecución de los muros anclados, teniendo en cuenta los rendimientos obtenidos en obra, para poder elaborar el presupuesto y llegar a un monto final.

**Tabla 18**

*Análisis de precio Unitario de la partida Movilización y desmovilización de equipos especializados.*

Partida	01.01.01.01	Movilización y Desmovilización de equipos especializados				
Rendimiento	Glb/día	1.00	E. Q	1.00	Costo unitario directo por: glb	<b>23,665.58</b>
Descripción del Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Subcontrato</b>						
Transporte de Equipo Especializado		glb		1	23,665.58	23,665.58
						<b>23,665.58</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 18 muestra el precio de la movilización y desmovilización de los equipos especializados para la ejecución de los anclajes temporales; obteniéndose como resultado que el monto es de s/.23,665.58.

**Tabla 19**

*Análisis de Precio Unitario de la Partida Excavación de Banquetas y Perfilado para Muros Anclados.*

Partida	02.01.01	Excavación de Banquetas y perfilado para muros anclados				
Rendimiento	m3/Día	220.00	E. Q	220.00	Costo unitario directo por: m3	<b>13.88</b>
Descripción del Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de obra</b>						
Operador de equipo pesado	hh	1	0.0364	27.19	0.99	
Peón	hh	1	0.0364	18.53	0.67	
					<b>1.66</b>	
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales	%mo		3.0000	1.66	0.05	
Excavadora sobre oruga 115-165 HP	hm	1	0.0364	334.56	12.17	
					<b>12.22</b>	

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 19 muestra el precio unitario directo por m3 para la partida excavación de banquetas y perfilado para muros anclados; obteniéndose como resultado que el costo unitario directo por m3 es de S/.13.88.

**Tabla 20**

*Análisis de Precio Unitario de la Partida Acarreo y Eliminación de Material de Excavación.*

Partida	02.01.02	Acarreo y eliminación de material de excavación				
Rendimiento	m3/Día	287.00	E. Q	287.00	Costo unitario directo por: m3	<b>24.72</b>
Descripción del Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de obra</b>						
Operador de equipo pesado	hh	3	0.0836	27.19	2.27	
Peón	hh	2	0.0557	18.53	1.03	
					<b>3.31</b>	
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales	%mo		3.0000	3.39	0.10	
Cargador frontal 50-79 HP	hm	1	0.0279	304.64	8.49	

Partida	02.01.02	Acarreo y eliminación de material de excavación				
Rendimiento	m3/Día	287.00	E. Q	287.00	Costo unitario directo por: m3	<b>24.72</b>
Descripción del Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Camión Volquete 6x4 330HP 15m3	hm	2	0.0557	230.00	12.82	
						<b>21.41</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 20 muestra el precio unitario directo por m3 para la partida acarreo y eliminación de material de excavación; obteniéndose como resultado que el costo unitario directo por m3 es de S/24.72.

**Tabla 21**

*Análisis de Precio Unitario de la Concreto premezclado  $f'c=100$  kg+40%PG para falsa zapata.*

Partida	02.02.01.01	Concreto premezclado $f'c=100$ kg+40%PG para falsa zapata				
Rendimiento	m3/día	28	E. Q	28	Costo unitario directo por: m3	<b>259.49</b>
Descripción del Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de obra</b>				
Operario	hh	2	0.5714	26.06	14.89	
Oficial	hh	1	0.2857	20.49	5.85	
Peón	hh	4	1.1429	18.53	21.18	
Operador de equipo Liviano	hh	1	0.2857	26.96	7.70	
						<b>49.63</b>
		<b>Materiales</b>				
Concreto Premezclado $F'c=100$ Kg/cm2	m3		0.6300	280.00	176.40	
Piedra Grande de 8"	m3		0.4100	70.00	28.70	
						<b>205.10</b>
		<b>Equipos</b>				
Herramientas manuales	%mo		5.0000	49.63	2.48	
Vibrador de concreto 4HP 2.4"	hm	1	0.2857	8.00	2.29	
						<b>4.77</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 21 muestra el precio unitario directo por m3 para la partida Concreto f'c=100 kg+40%PG para falsa zapata. Esta partida se genera debido a que el muro anclado no se puede apoyar directamente en el talud a causa de la socavación existente producto de las constantes lluvias, evitando así la inclinación del muro y su afectación al momento de perforar, colocar y tensar el anclaje; obteniéndose que el costo unitario directo por m3 es de S/.259.49.

**Tabla 22**

*Análisis de Precio Unitario de la Partida Encofrado y Desencofrado metálico para Falsa Zapata.*

Partida	02.02.01.02 Encofrado y Desencofrado metálico para falsa Zapata				
Rendimiento m2/día	18	E. Q	18	Costo unitario directo por: m2	<b>69.28</b>
Descripción del Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de obra</b>					
Operario	hh	1	0.4444	26.06	11.58
Oficial	hh	1	0.4444	20.49	9.11
					<b>20.69</b>
<b>Materiales</b>					
Alambre Negro N° 8	Kg		0.2500	6.10	1.53
Agente desmoldante para encofrados metálicos	lts.		0.2840	8.69	2.47
Paneles metálico modulares de verticales para muros (inc. Elementos de fijación y apuntalamiento)	m2		1.0000	29.90	29.90
					<b>33.90</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales	%mo		5.0000	20.69	1.03
					<b>1.03</b>
<b>Subpartidas</b>					
Desencofrado de Falsa Zapata	m2		1.0000	13.66	13.66
					<b>13.66</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 22 muestra el precio unitario directo por m2 para la partida encofrado y desencofrado metálico para falsa zapata; obteniéndose como resultado que el costo unitario directo por m2 es de S/.69.28.

**Tabla 23**

*Análisis de Precio Unitario de la Partida Concreto premezclado F'c=280 Kg/cm2 en muros.*

Partida	02.03.01.01	Concreto premezclado F'c=280 Kg/cm2 en muros.				
Rendimiento	m3/día	28	E. Q	28	Costo unitario directo por: m3	<b>457.37</b>
Descripción del Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de obra</b>						
Operario	hh	2	0.5714	26.06	14.89	
Oficial	hh	1	0.2857	20.49	5.85	
Peón	hh	4	1.1429	18.53	21.18	
Operador de equipo Liviano	hh	1	0.2857	26.96	7.70	
						<b>49.63</b>
<b>Materiales</b>						
Concreto Premezclado F'c=280 Kg/cm2	m3		1.0000	380.00	380.00	
Servicio de Bomba para concreto premezclado	m3		1.0000	8.90	8.90	
						<b>388.90</b>
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales	%mo		5.0000	49.63	2.48	
Vibrador de concreto 4HP 2.4"	hm	1	0.2857	8.00	2.29	
						<b>4.77</b>
<b>Subpartidas</b>						
Curado con aditivo químico en concreto	m3		1	14.08	14.08	
						<b>14.08</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 23 muestra el precio unitario directo por m3 para la partida Concreto premezclado F'c=280 Kg/cm2 en muros; obteniéndose como resultado que el costo unitario directo por m3 es de S/.457.37.

**Tabla 24**

*Análisis de Precio Unitario de la Partida Encofrado y Desencofrado metálico en muros.*

Partida	02.03.01.02	Encofrado y Desencofrado metálico en muros.				
Descripción del Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Rendimiento	m2/día	16	E. Q	16	Costo unitario directo por: m2	<b>72.13</b>
<b>Mano de obra</b>						
Operario	hh	1.00	0.5000	26.06	13.03	
Oficial	hh	1.00	0.5000	20.49	10.25	
					<b>23.28</b>	
<b>Materiales</b>						
Alambre Negro N° 8	Kg		0.2500	6.10	1.53	
Agente desmoldante para encofrados metálicos	lts.		0.3000	8.69	2.61	
Paneles metálico modulares de verticales para muros (inc. Elementos de fijación y apuntalamiento)	m2		1.0000	29.90	29.90	
					<b>34.03</b>	
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales	%mo		5.0000	23.28	1.16	
					<b>1.16</b>	
<b>Subpartidas</b>						
Desencofrado de Muro de contención	m2		1.0000	13.66	13.66	
					<b>13.66</b>	

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 24 muestra el precio unitario directo por m2 para la partida encofrado y desencofrado metálico en muros; obteniéndose como resultado que el costo unitario directo por m2 es de S/.72.13.

**Tabla 25**

*Análisis de Precio Unitario de la Partida Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 en muros.*

Partida	02.02.01.03	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 en muros				
Rendimiento	kg/día	236	E. Q	236	Costo unitario directo por: kg	<b>7.57</b>
Descripción del Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de obra</b>						
Operario	hh	1.00	0.0339	26.06	0.88	
Oficial	hh	1.00	0.0339	20.49	0.69	
						<b>1.58</b>
<b>Materiales</b>						
Alambre Negro N° 16	Kg		0.0300	8.30	0.25	
Acero corrugado fy=4200 kg/cm3 Grado 60 promedio	kg		1.0700	3.50	3.75	
						<b>3.75</b>
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales	%mo		5.0000	1.58	0.08	
Tronzadora eléctrica de 2500 w	hm	0.50	0.0169	8.20	0.14	
Dobladora	hm	0.33	0.0112	7.50	0.08	
						<b>0.16</b>
<b>Subpartidas</b>						
Colocación de acero	Kg		1.0000	1.95	1.95	
						<b>1.95</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 25 muestra el precio unitario directo por Kg para la partida acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 en muros; obteniéndose como resultado que el costo unitario directo por kg es de S/.7.57.

**Tabla 26**

*Análisis de Precio Unitario de la Partida Perforación Proyectada.*

Partida	02.03.02.01	Perforación Proyectada				
Rendimiento	ml/día	40	E. Q	40	Costo unitario directo por: m	<b>236.66</b>
Descripción del Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Subcontratos						
Sc perforación Proyectada	und		1.0000	236.66	236.66	
						<b>236.66</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 26 muestra el precio unitario directo por metro lineal para la partida perforación proyectada; obteniéndose como resultado que el costo unitario directo por metro lineal es de S/. 236.66.

**Tabla 27**

*Análisis de Precio Unitario de la Partida Suministro, Anclaje y Tensado para Muros Anclados.*

Partida	02.03.02.02	Suministro, Anclaje y Tensado para muros anclados				
Rendimiento	und/día	40	E. Q	40	Costo unitario directo por: und	<b>3,657.11</b>
Descripción del Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Subcontratos</b>						
Sc suministro e instalación de anclajes postensados temporales	pto		1.0000	3420.45		3,420.45
Sc de tensado de anclajes temporales	pto		1.0000	236.66		236.66
						<b>3,657.11</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 27 muestra el precio unitario directo por metro lineal para la partida suministro, anclaje y tensado para muros anclados; obteniéndose como resultado que el costo unitario directo por anclaje es de S/. 3,657.11.

### 3.3.2. Presupuesto

Los gastos generales son aquellos que están directamente relacionados con el tiempo de ejecución de la obra y por lo tanto pueden incurrirse a lo largo de todo el plazo de ejecución de la prestación a cargo del contratista. Para la ejecución de los muros anclados en la construcción del hospital de San Ignacio y teniendo en consideración los proyectos y las tareas requeridas para su ejecución se detalla en las líneas posteriores, el personal que formará parte del equipo de trabajo, así como de los gastos estipulados para ello:

**Tabla 28***Gastos generales variables.*

ITEM	DESCRIPCION	UND	% PARTIC.	CANTIDAD	MESES	PRECIO S/.	TOTAL S/.
<b>1.01.00</b>	<b>Alquileres, servicios y comunicaciones</b>						<b>466.67</b>
1.01.01	Alquiler de oficina para obra (inc. Agua y Luz)	glb	100%	1	0.67	600.00	400.00
1.01.02	Servicio de Internet	glb	100%	1	0.67	100.00	66.67
<b>1.02.00</b>	<b>Personal técnico – Sueldos, Bonificaciones y Beneficios</b>						<b>17,400.00</b>
1.02.01	Gerente de Obras	und	15%	1	0.67	18,000.00	1,800.00
1.02.02	Ingeniero Residente de Obra	und	100%	1	0.67	12,000.00	8,000.00
1.02.03	Ingeniero de Planeamiento y Costos	und	15%	1	0.67	9,000.00	900.00
1.02.05	Especialista en Estructuras	und	15%	1	0.67	9,000.00	900.00
1.02.11	Ingeniero Control de Calidad	und	15%	1	0.67	9,000.00	900.00
1.02.12	Prevencionistas de Seguridad de Obra	und	15%	1	0.67	9,000.00	900.00
1.02.13	Capataz	und	100%	1	0.67	3,500.00	2,333.33
1.02.14	Topógrafo	und	100%	1	0.67	2,500.00	1,666.67
<b>TOTAL GASTOS GENERALES VARIABLES</b>							<b>17,866.67</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 28, el plazo de ejecución para la construcción de los muros anclados es de 20 días, plazo que al ser dividido entre 30 (equivalente a un mes), nos da como resultado 0.67, el cual se colocó en la columna mes. Los gastos variables representan un monto de S/.17,866.67.

Para realizar el análisis económico se hizo un seguimiento tomando datos reales, estos se iban obteniendo en campo según avanzaba la construcción de muros anclados, con esta información, metrados y análisis de precios unitario se elaboró el siguiente presupuesto:

**Tabla 29***Presupuesto según ejecución en obra de los muros anclados.*

ITEM	PARTIDAS	UND	METRADO	Precio Unitario (S/)	Sub Total (S/)
<b>01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD</b>				
<b>01.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
<b>01.01.01</b>	<b>Transporte de Maquinaria</b>				
01.01.01.01	Movilización y desmovilización de Equipo Especializado	glb	1.00	23,665.58	23,665.58
<b>02</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>				
<b>02.01.</b>	<b>Movimiento de tierras</b>				
02.01.01	Excavación de banquetas y perfilado para muros anclados	m3	341.47	13.88	4,739.66
02.01.02	Acarreo y eliminación de material de excavación	m3	426.84	24.72	10,551.55
<b>02.02.</b>	<b>Obras de Concreto Simple</b>				
<b>02.02.01</b>	<b>Falsa Zapata</b>				
02.02.01.01	Concreto premezclado $f_c=100$ kg+40%PG para falsa zapata	m2	94.98	259.49	24,646.10
02.02.01.02	Encofrado y desencofrado metálico para falsa zapata	m3	147.82	69.28	10,240.62
<b>02.03.</b>	<b>Obras de Concreto Armado</b>				
<b>02.03.01</b>	<b>Muros de concreto</b>				
02.03.01.01.	Concreto premezclado $F'c=280$ Kg/cm <sup>2</sup> en muros	m3	95.61	457.37	43,730.70
02.03.01.02.	Encofrado y desencofrado metálico en muros	m2	227.65	72.13	16,419.31
02.03.01.03.	Acero de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm <sup>2</sup> en muros	kg	10,143.68	7.57	76,835.81
<b>02.03.02.</b>	<b>Anclaje en muros con sistemas mecánico</b>				
02.03.02.01	Perforación Proyectada	m	187.50	236.66	44,373.75
02.03.02.02	Suministro, anclaje y tensado de muros	und	13.00	3,657.11	47,542.43
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>302,744.91</b>
<b>GASTOS GENERALES</b>					<b>17,866.67</b>
<b>UTILIDAD</b>					<b>18,164.69</b>
<b>TOTAL NETO EN SOLES (SIN IGV)</b>					<b>338,776.27</b>

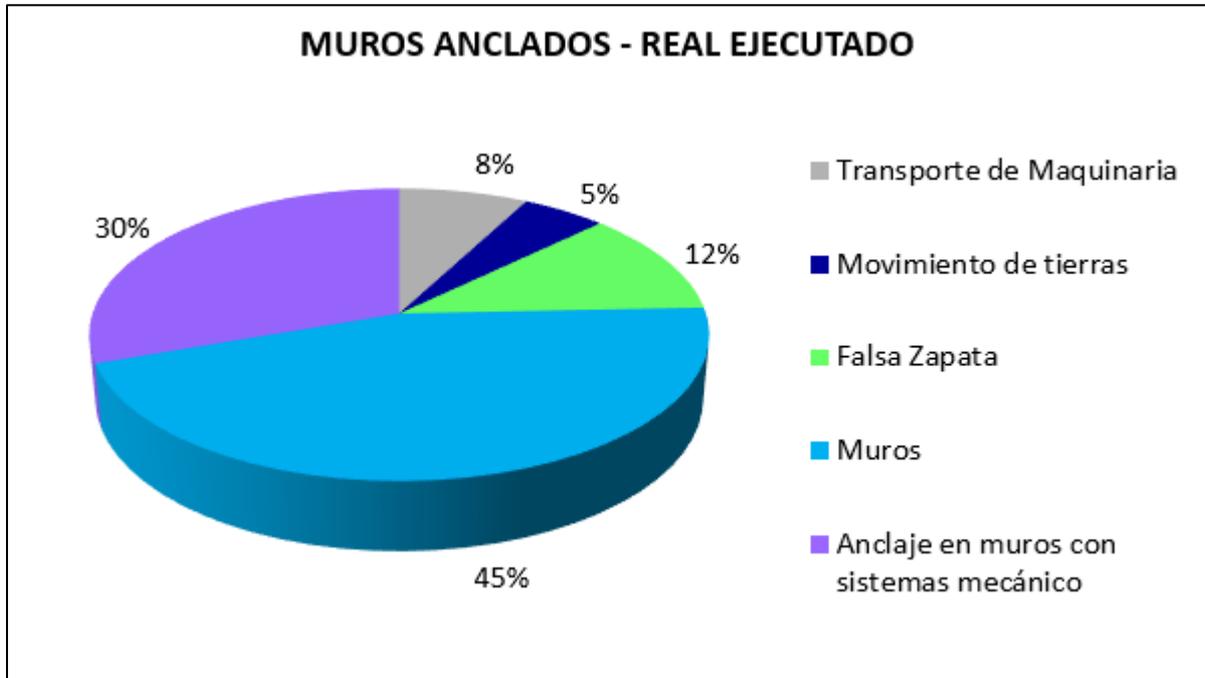
Fuente: Elaboración propia.

La tabla 29 detalla el presupuesto general de lo que implica la construcción de los muros anclados, considerando la información concerniente a mano de obra,

materiales, equipos, personal técnico, gatos generales y utilidad, para lo cual, se totaliza un monto de S/.338,776.27 (no incluye IGV).

### Figura 18

Porcentaje de incidencia de partidas para la ejecución de los muros anclados.



Fuente: Elaboración propia.

#### 3.3.3. Costo por paño de muro anclado construido.

Este monto de acuerdo a la metodología de trabajo habitual, muestra que el costo de una partida depende del Metrado de obra y de los análisis de precios unitarios.

Para calcular el costo por paño de muro anclado construido, se analizará el paño de mayor dimensión, con medidas de 2.80 metros de Largo, 3.20 metros de Alto y 0.40 metros de espesor.

**Tabla 30***Costo por paño.*

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO S/	TOTAL
<b>02</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>				
<b>02.01.</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
02.01.01	Excavación de banquetas y perfilado para muros anclados	m3	13.44	13.88	186.55
02.01.01.02	Acarreo y eliminación de material de excavación	m3	16.80	24.72	415.30
<b>02.02.</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				
<b>02.02.01</b>	<b>FALSA ZAPATA</b>				
02.02.01.01	Concreto premezclado $f_c=100$ kg+40%PG para falsa zapata	m3	7.28	259.49	1,889.09
02.02.01.02	Encofrado y desencofrado metálico para falsa zapata	m2	8.96	69.28	620.71
<b>02.03.</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				
<b>02.03.01.</b>	<b>MUROS DE CONCRETO</b>				
02.03.01.01.	Concreto premezclado $F'c=280$ Kg/cm <sup>2</sup> en muros	m3	3.58	457.37	1,639.22
02.03.01.02.	Encofrado y desencofrado metálico en muros	m2	8.96	72.13	646.24
02.03.01.03.	Acero de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm <sup>2</sup> en muros.	kg	439.36	7.57	3,328.03
<b>02.03.02.</b>	<b>ANCLAJE EN MUROS CON SISTEMAS MECÁNICO</b>				
02.03.02.01.	Perforación Proyectada	m	14.50	236.66	3,431.57
02.03.02.02	Suministro, anclaje y tensado de muros	und	1.00	3,657.11	3,657.11
<b>COSTO POR PAÑO</b>					<b>15,813.81</b>

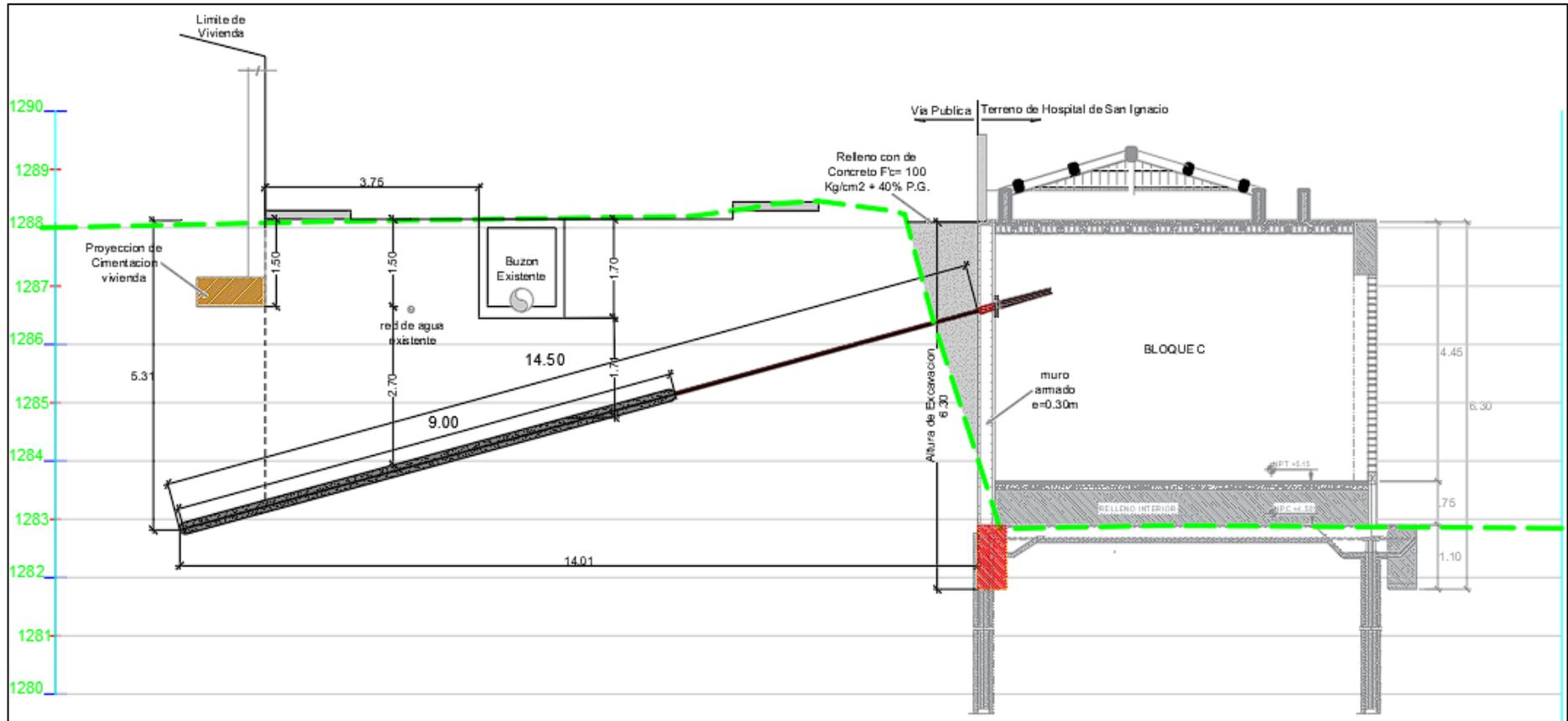
Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, el costo por paño de muro anclado construido es de s/. 15,813.81 en la construcción del hospital de San Ignacio.

### 3.3.4. Costo por metro lineal de anclaje ejecutado.

Figura 19

Proyección de Anclajes con Redes y Estructuras Existentes.



Fuente: Plano "condiciones contractuales", Expediente técnico de muros anclados en la construcción del hospital de San Ignacio.

**Tabla 31***Costo Total de los Anclajes Utilizados en la Construcción del Hospital de San Ignacio.*

Descripción	Costo Total
<b>Anclaje en muros con sistemas mecánico</b>	
Perforación Proyectada	S/ 44,373.75
Suministro, anclaje y tensado de muros	S/ 47,542.43
	<b>S/ 91,916.18</b>

Fuente: elaboración propia.

La tabla 31, presenta el monto total de lo que implicó la ejecución de los anclajes en la construcción del hospital de San Ignacio, según la longitud y el número de anclajes, incluye desde la perforación hasta el tensado de los mismos.

El costo por metro Lineal de anclaje ejecutado, se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Precio unitario} = \text{Costo Total} \div \text{Longitud Total de anclajes}$$

$$\text{Precio unitario} = 91,916.18 \div 187.50$$

$$\text{Precio unitario} = \text{S/} .490.22$$

**Tabla 32***Costo Total de Ejecución de Anclajes.*

Zona	N° Anclajes	Long. De Anclaje (m)	Precio Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Sección 02.1-Eje O (IZQUIERDA-JR TUPAC AMARU)	2	14	490.22	13,726.16
Sección 02.13-Eje O (IZQUIERDA-JR SANTO DOMINGO)	11	14.5	490.22	78,190.09
				<b>91,916.25</b>

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 32, se puede ver que la columna precio unitario (S/.), muestra el monto del precio por metro Lineal de anclaje. Para calcular el Costo Total, se empleó la siguiente fórmula: **CT = N° de Anclajes × Long. de anclajes × Precio Unitario.**

### 3.4. Análisis comparativo del costo de Ejecución.

Otro aspecto importante es realizar el análisis comparativo del costo que determina el construir muros anclados en suelos arcillosos a nivel de ejecución en obra, expediente y con costo de proyectos similares para determinar qué tan ventajoso económicamente resulta el construir con muros anclados, a causa del crecimiento acelerado de la población.

**Tabla 33**

*Presupuesto de muros anclados a nivel de expediente.*

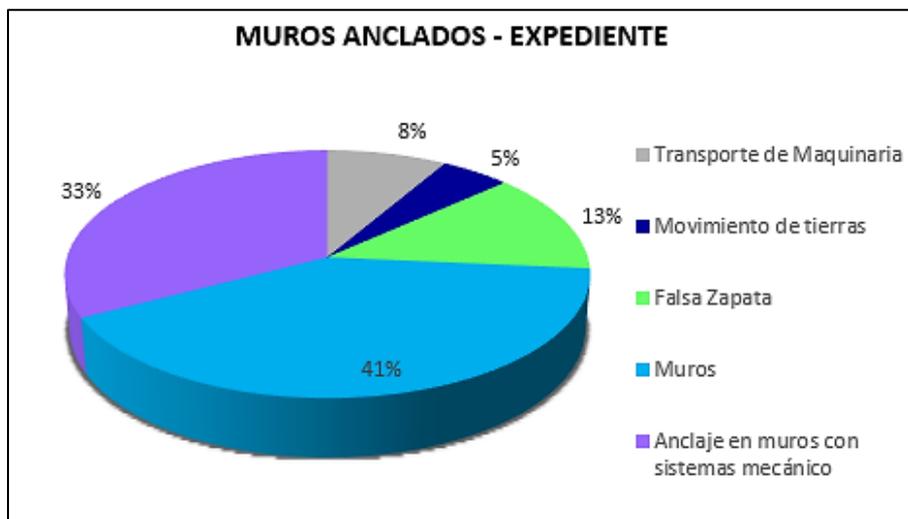
ITEM	PARTIDAS	Und	Metrado	Precio Unitario (S/)	Sub Total (S/)
01	<b>OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD</b>				
01.01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
01.01.01	<b>Transporte de Maquinaria</b>				
01.01.01.01	Movilización y desmovilización de Equipo Especializado	glb	1.00	23,665.58	23,665.58
02	<b>Estructuras</b>				
02.01.	<b>Movimiento de tierras</b>				
02.01.01	Excavación de banquetas y perfilado para muros anclados	m3	341.47	10.19	3,480.27
02.01.02	Acarreo y eliminación de material de excavación	m3	426.84	24.06	10,268.38
02.02.	<b>Obras de Concreto Simple</b>				
02.02.01	<b>Falsa Zapata</b>				
02.02.01.01	Concreto f'c=100 kg+40%PG para falsa zapata	m2	94.98	262.29	24,912.12
02.02.01.02	Encofrado y desencofrado para falsa zapata	m3	147.82	80.28	11,866.77
02.03.	<b>Obras de Concreto Armado</b>				
02.03.01	<b>Muros de concreto</b>				
02.03.01.01.	Concreto F'c=280 Kg/cm2 en muros	m3	95.61	495.76	47,401.48

ITEM	PARTIDAS	Und	Metrado	Precio Unitario (S/)	Sub Total (S/)
02.03.01.02.	Encofrado y desencofrado en muros	m2	227.65	71.54	16,286.77
02.02.01.03.	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 en muros	kg	10,143.68	5.01	50,849.75
<b>02.03.02.</b>	<b>Anclaje en muros con sistemas mecánico</b>				
02.03.02.01	Perforación Proyectada	m	187.50	236.66	44,373.75
02.03.02.02	Suministro, anclaje y tensado de muros	und	13.00	3,657.11	47,542.43
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>280,647.30</b>
GASTOS GENERALES 7.63%					21,440.00
UTILIDAD 6.00%					16,642.32
<b>TOTAL NETO EN SOLES (SIN IGV)</b>					<b>318,729.62</b>

Fuente: Presupuesto, del expediente técnico.

**Figura 20**

Porcentaje de incidencia de las partidas con respecto al presupuesto a nivel de expediente.



Fuente: elaboración propia.

**Tabla 34**

Presupuesto de muros anclados Edificio Camelias.

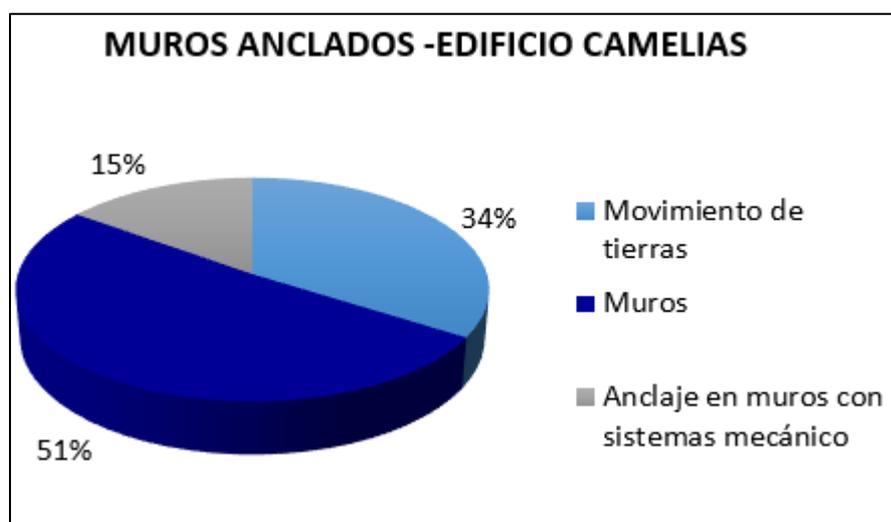
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN PARTIDA	UND	PARCIAL S/.
3.0	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
3.1	Excavación y eliminación de material	m2	1,796,765.16
4.0	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO DE MUROS</b>		
4.1	<b>Muros</b>		
4.1.1	Concreto: f'c= 350 kg/cm2 en muro anclado	m3	1,321,634.06

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN PARTIDA	UND	PARCIAL S/.
4.1.2	Encofrado y desencofrado en muro anclado	m2	351,732.33
4.1.3	Acero f'y= 4200 kg/cm2 en muro anclado	Kg	1,015,215.58
4.2	<b>Sistema de Anclajes</b>		
4.2.1	Perforación, instalación y tensado de anclajes	und	801,885.00
PRECIO TOTAL			5,287,232.13
GASTOS GENERALES 9.04%			477,965.78
UTILIDAD 4%			211,489.29
TOTAL			5,976,687.20

Fuente: (Cunza, 2019).

**Figura 21**

Porcentaje de incidencia de partidas en muros anclados Edificio Camelias.



Fuente: elaboración propia.

**Tabla 35**

Incidencia de las Partidas con Respecto al Presupuesto en la ejecución de muros anclados.

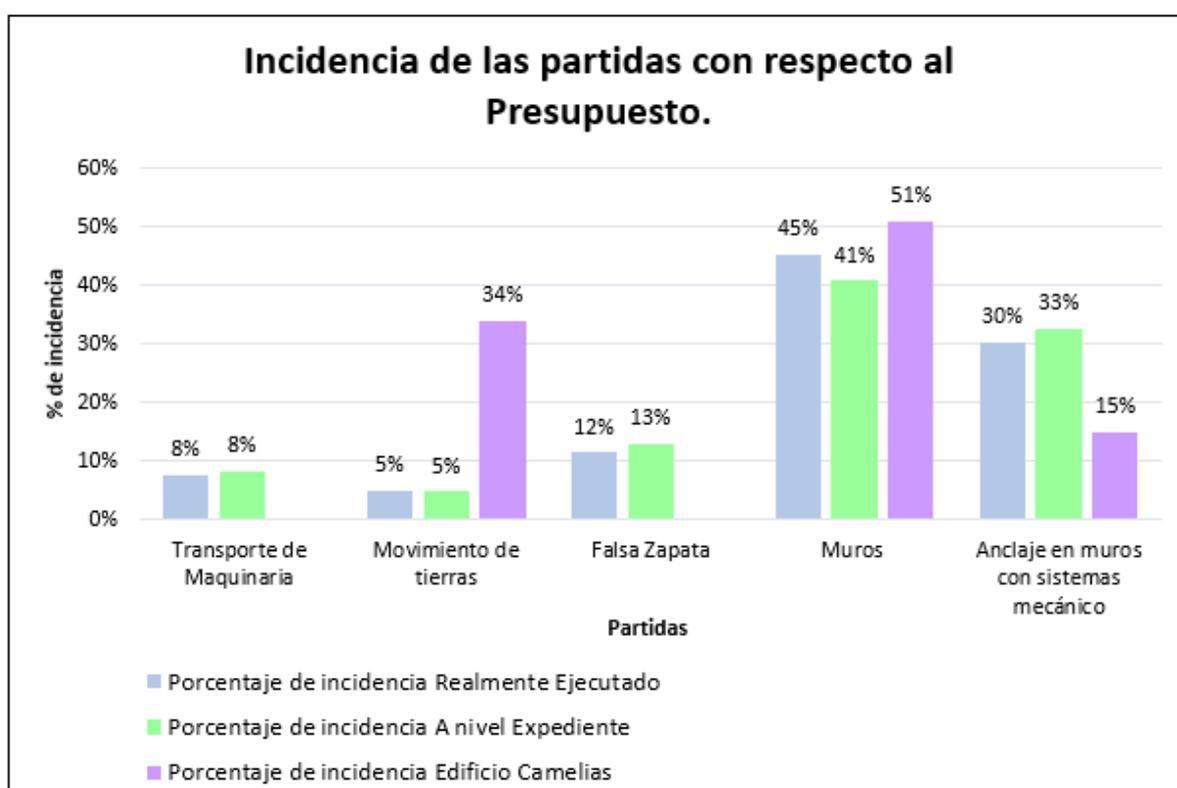
PARTIDAS	INCIDENCIA DE LAS PARTIDAS CON RESPECTO AL PRESUPUESTO					
	Realmente Ejecutado		A nivel Expediente		Edificio Camelias	
	Monto S/.	%	Monto S/.	%	Monto S/.	%
Transporte de Maquinaria	23,665.58	8%	23,665.58	9%	-	-
Movimiento de tierras	15,290.61	5%	13,748.64	5%	1,796,765.16	34%
Falsa Zapata	34,886.72	12%	36,778.89	12%	-	-
Muros	136,985.82	45%	114,538.00	41%	2,688,581.97	51%

INCIDENCIA DE LAS PARTIDAS CON RESPECTO AL PRESUPUESTO						
PARTIDAS	Realmente Ejecutado		A nivel Expediente		Edificio Camelias	
	Monto S/.	%	Monto S/.	%	Monto S/.	%
Anclaje en muros con sistemas mecánico	91,916.18	30%	91,916.18	33%	801,885.00	15%
	<b>302,744.91</b>	<b>100%</b>	<b>280,647.29</b>	<b>100%</b>	<b>5,287,232.13</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia.

**Figura 22**

*Análisis comparativo del porcentaje de incidencia de las partidas en la ejecución de los muros anclados.*



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 22, se aprecia claramente que la ejecución de los muros comprende las partidas que mayor incidencia económica tienen en el presupuesto, es por ello que se analizarán las partidas de instalación de acero, encofrado de muros y vaciado de concreto, porque son las partidas que más influencia económica tienen en la ejecución de la obra.

### 3.4.1. Concreto en muros.

**Tabla 36**

*Análisis de Precio Unitario de la Partida Concreto premezclado F'c=280 Kg/cm2 en muros – Real ejecutado.*

Partida	02.03.01.01	Concreto premezclado F'c=280 Kg/cm2 en muros.				
Rendimiento: m3/día	28	E. Q	28	Costo unitario directo por: m3	457.37	
Descripción del Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de obra</b>						
Operario	hh	2	0.5714	26.06	14.89	
Oficial	hh	1	0.2857	20.49	5.85	
Peón	hh	4	1.1429	18.53	21.18	
Operador de equipo Liviano	hh	1	0.2857	26.96	7.70	
					49.63	
<b>Materiales</b>						
Concreto Premezclado F'c=280 Kg/cm2	m3		1.0000	380.00	380.00	
Servicio de Bomba para concreto premezclado	m3		1.0000	8.90	8.90	
					388.90	
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales	%mo		5.0000	49.63	2.48	
Vibrador de concreto 4HP 2.4"	hm	1	0.2857	8.00	2.29	
					4.77	
<b>Subpartidas</b>						
Curado con aditivo químico en concreto	m3		1	14.08	14.08	
					14.08	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 37**

*Análisis de Precio Unitario de la Partida Concreto F'c=280 Kg/cm2 en muros – Expediente.*

Partida	01.01.03.02	Concreto F'C=280 Kg/cm2 en muros.				
Rendimiento M3/DIA	14.0000	EQ.	14.0000	Costo unitario directo por: m3	495.76	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de obra</b>						
Operario	hh	2.0000	1.1429	26.06	29.78	
Oficial	hh	1.0000	0.5714	20.49	11.71	
Peón	hh	8.0000	4.5714	18.53	84.71	
Operador Eq. Liviano	hh	2.0000	1.1429	26.96	30.81	
					157.01	

Partida	01.01.03.02	Concreto F'C=280 Kg/cm2 en muros.				
Rendimiento	M3/DIA	14.0000	EQ.	14.0000	Costo unitario directo por:	495.76
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Materiales</b>						
Arena Gruesa		m3		0.5000	42.00	21.00
Piedra Chancada		m3		0.8000	80.51	64.41
Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg)		bol		9.2000	25.40	233.68
Agua		m3		0.1860	3.80	0.71
						319.80
<b>Equipos</b>						
Herramientas Manuales		%Mo		5.0000	157.01	7.85
Mezcladora de concreto Tolva 11p3		hm	1.00	0.5714	11.43	6.53
Vibradora de concreto 4 HP 2.40"		hm	1.00	0.5714	8.00	4.57
						18.95

Fuente: Análisis de precios unitarios, Expediente técnico.

### Figura 23

Análisis de precio unitario de la Concreto en muro-Edificio camelias.

Partida	Concreto: Fc= 350 kg/cm2 muro anclado						
Rendimiento	m3/DIA	MO	30.0000	EQ	30.0000	Costo unitario directo por: m3	431.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	20.10	5.36	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	16.51	4.40	
0101010005	PEON	hh	6.0000	1.6000	14.85	23.76	
						33.52	
<b>Materiales</b>							
0201030001	GASOLINA	gal		0.0857	14.75	1.26	
02190100010275	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=350 kg/cm2 CON CEMENTO T-I ; S 4-6"	m3		1.3000	272.10	353.73	
02190500010001	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.3000	31.00	40.30	
						395.30	
<b>Equipos</b>							
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.2667	10.00	2.67	
						2.67	

Fuente: (Cunza, 2019).

**Tabla 38**

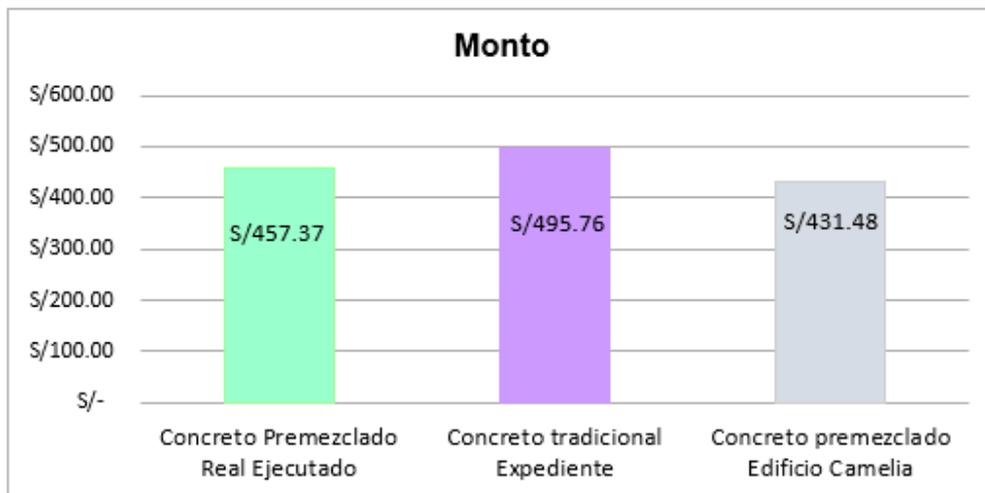
*Comparativo de las cuadrillas utilizadas en los análisis de precio unitarios para la partida de concreto.*

	<b>Real Ejecutado</b> Concreto Premezclado	<b>Expediente</b> Concreto tradicional	<b>Edificio Camelia</b> Concreto premezclado
<b>Cuadrilla</b>	2 operarios+1 oficial + 4 peones +1 operador Eq. liviano	2 operarios + 1 oficial + 8 peones + 2 operadores Eq. liviano	1 operario + 1 oficial + 6 peón

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 24**

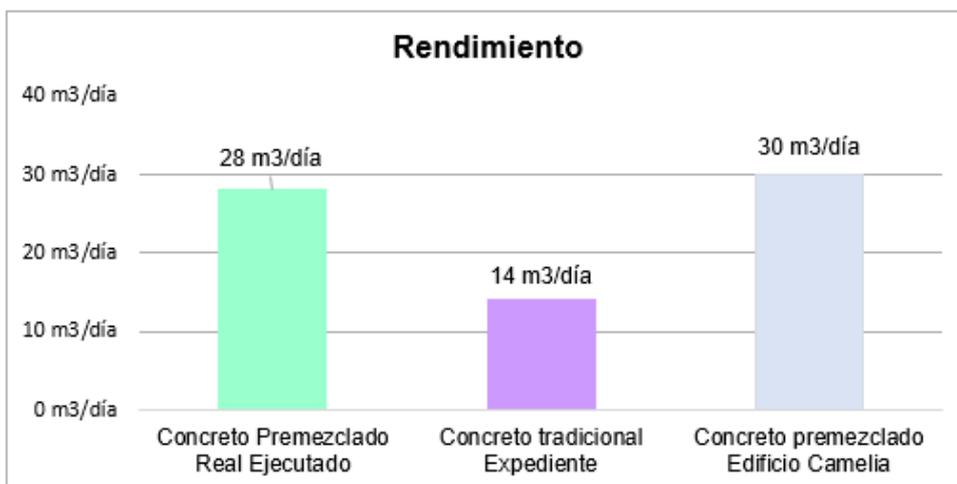
*Comparativo para la partida de Concreto con respecto al monto.*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 25**

*Comparativo para la partida de Concreto con respecto al Rendimiento.*



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.4.2. Encofrado y desencofrado en Muros.

**Tabla 39**

*Análisis de Precio Unitario de la Partida Encofrado y Desencofrado metálico en muros – Real ejecutado.*

Partida	02.03.01.02	Encofrado y Desencofrado metálico en muros.				
Rendimiento	m2/día	16.00	E. Q	16.00	Costo unitario directo por: m2	72.13
Descripción del Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra						
Operario	hh	1.00	0.5000	26.06	13.03	
Oficial	hh	1.00	0.5000	20.49	10.25	
					23.28	
Materiales						
Alambre Negro N° 8	Kg		0.2000	6.10	1.22	
Agente desmoldante para encofrados metálicos	lts.		0.0200	6.33	0.13	
Paneles metálico modulares de verticales para muros (inc. Elementos de fijación y apuntalamiento)	m2		1.0000	29.90	30.21	
					30.03	
Equipos						
Herramientas manuales	%mo		5.0000	23.28	1.16	
Vibrador de concreto 4HP 2.4"	hm	1.00	0.5000	8.00	4.00	
					5.16	
Subpartidas						
Desencofrado de Muro de contención	m2		1.0000	13.66	13.66	
					13.66	

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 40**

*Análisis de precio unitario de la partida Encofrado y desencofrado en muros – Expediente.*

Partida	01.01.03.02	Encofrado y desencofrado en muros				
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por: m2	71.54
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra						
Operario	hh	1.0000	0.6667	26.06	17.37	
Oficial	hh	1.0000	0.6667	20.49	13.66	
					31.03	

Partida	01.01.03.02	Encofrado y desencofrado en muros					
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por: m2	71.54	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales							
Alambre negro recocido #8			Kg		0.3000	6.10	1.83
Clavos con cabeza promedio			Kg		0.3500	6.49	2.27
Madera Tornillo			p2		3.5000	6.74	23.59
							27.69
Equipos							
Herramientas Manuales			%Mo		5.0000	31.03	1.55
Andamio Metálico			m2	1.00	0.6667	16.90	11.27
							12.82

Fuente: Análisis de precios unitarios, Expediente técnico.

## Figura 26

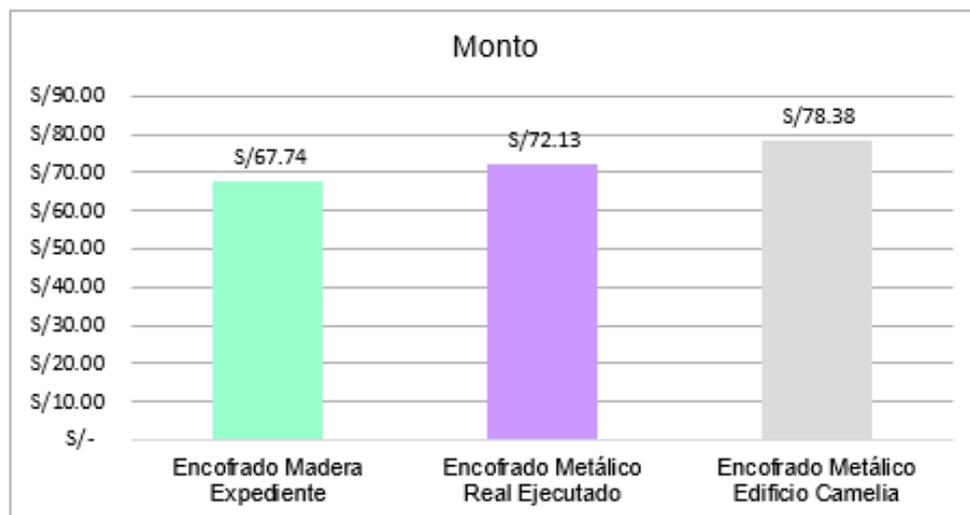
Análisis de precio unitario de la partida Encofrado y desencofrado en muros - Edificio camelias.

Partida	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS ANCLADOS							
Rendimiento	Kg/dia	MO	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por: m2	78.38	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra								
010106030112	Operario			hh	1.0000	0.5333	20.10	10.72
010107010149	Oficial			hh	1.0000	0.5333	16.51	8.81
								19.53
Materiales								
020107010150	Desmoldante			und		2.0000	8.50	17.00
020107010151	Encofrado metalico			m2		1.0000	28.70	28.70
020107010152	Clavos con cabeza promedio			kg		0.0500	6.10	0.31
020107010154	Madera Tornillo			p2		0.3000	5.40	1.62
								47.63
Equipos								
0301010006	Herramientas Manuales			%Mo		5.0000	19.53	0.98
								0.98
Subpartida								
010106030151	Desencofrado			m2		1.0000	10.25	10.25
								10.25

Fuente: (Cunza, 2019).

**Figura 27**

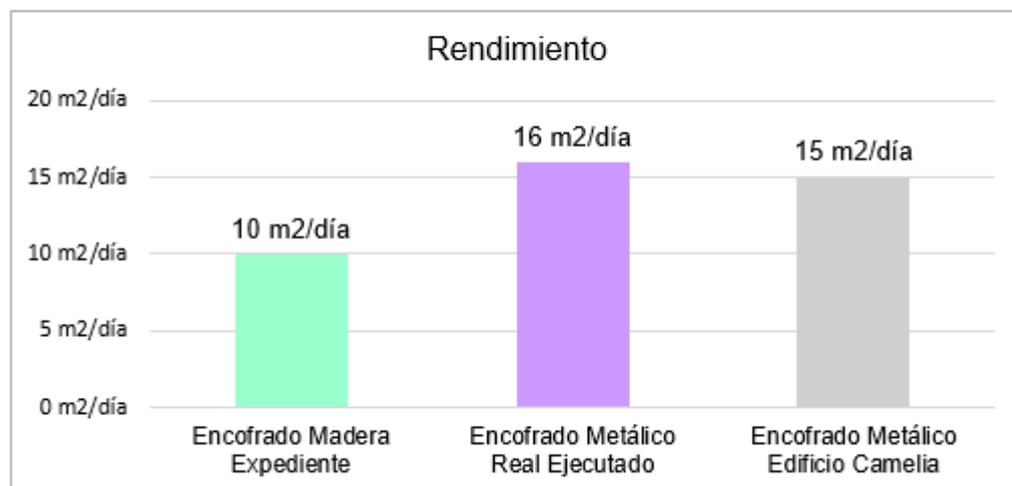
Comparativo para la partida de encofrado (Tipo de encofrado – monto)



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 28**

Comparativo para la partida de encofrado con respecto al rendimiento.



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 41**

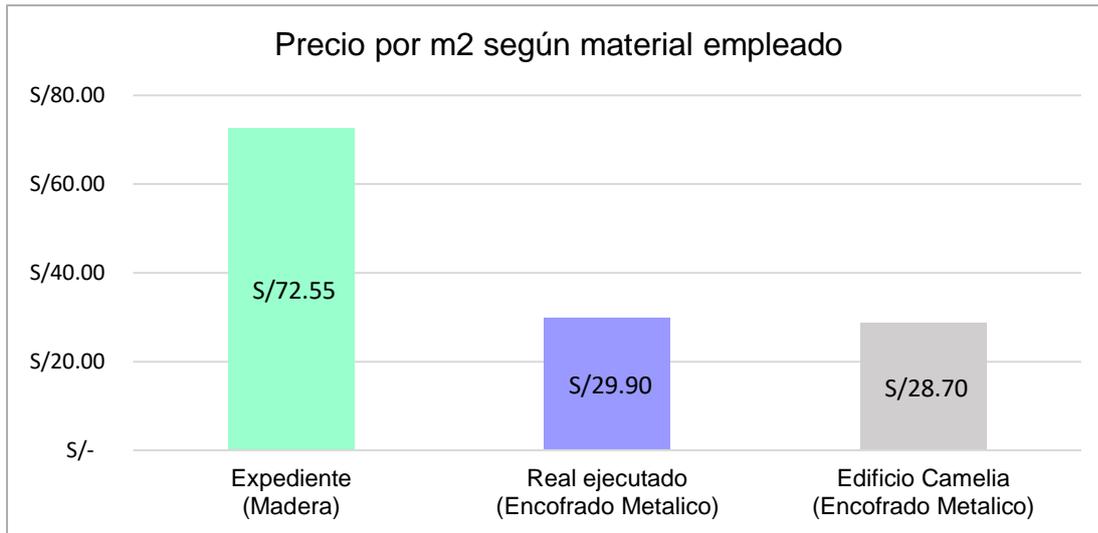
Comparativo de las cuadrillas utilizadas en los análisis de precio unitarios para la partida de Encofrado.

	<b>Real Ejecutado</b> Encofrado metálico	<b>Expediente</b> Encofrado Madera	<b>Edificio Camelia</b> Encofrado metálico
Cuadrilla	1 operario +1 oficial	1 operario +1 oficial	1 operario +1 oficial

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 29**

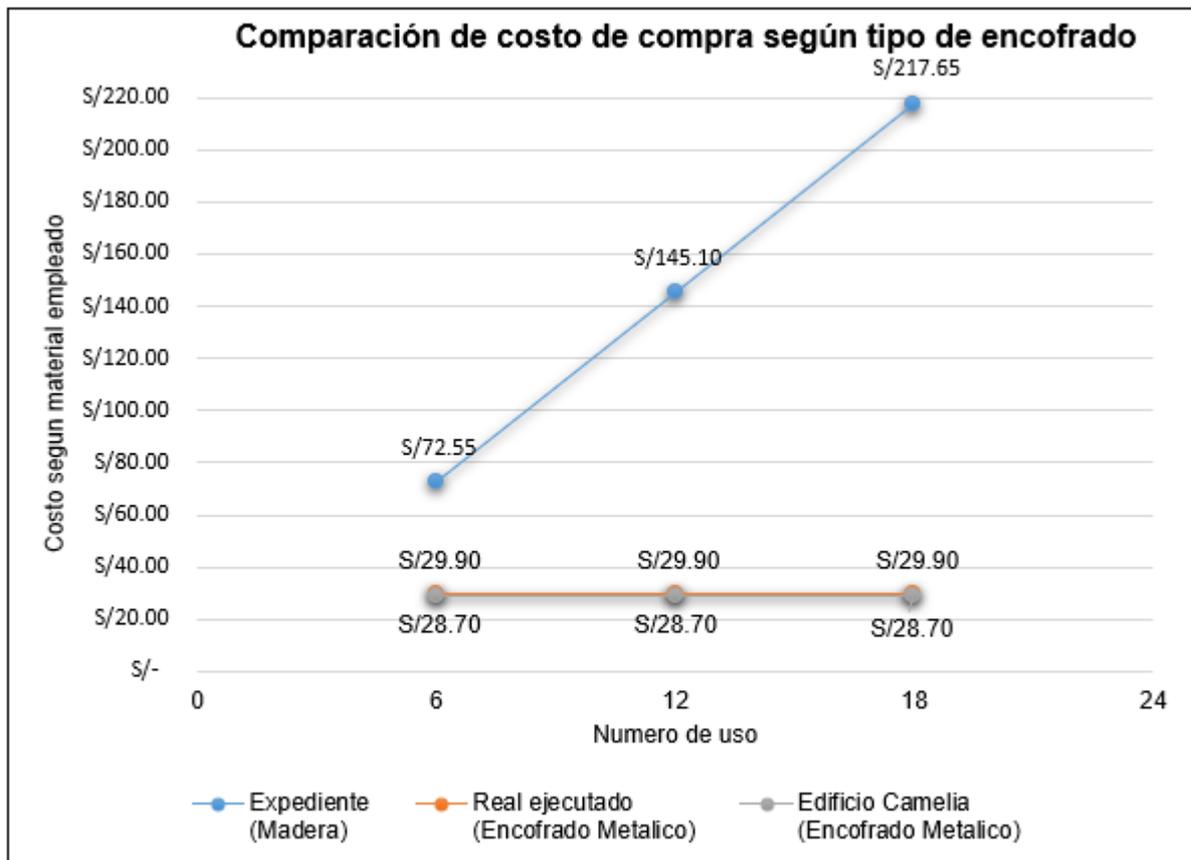
Comparativo del precio por m2 según el material usado para la partida de encofrado.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 30**

Análisis comparativo del costo de compra según el tipo de encofrado y su variabilidad en el tiempo.



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.4.3. Acero Fy=4200 Kg/cm2 en Muros.

**Tabla 42**

*Análisis de precio unitario de la partida Acero Fy=4200 Kg/cm2 en Muros – Real ejecutado.*

Partida	02.02.01.03	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 en muros				
Rendimiento	kg/día	236	E. Q	236	Costo unitario directo por: kg 7.57	
Descripción del Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra						
Operario	hh	1.00	0.0339	26.06	0.88	
Oficial	hh	1.00	0.0339	20.49	0.69	
1.58						
Materiales						
Alambre Negro N° 16	Kg		0.0300	8.30	0.25	
Acero corrugado fy=4200 kg/cm3 Grado 60 promedio	kg		1.0700	3.50	3.75	
3.75						
Equipos						
Herramientas manuales	%mo		5.0000	1.58	0.08	
Tronzadora eléctrica de 2500 w	hm	0.50	0.0169	8.20	0.14	
Dobladora	hm	0.33	0.0112	7.50	0.08	
0.16						
Subpartidas						
Colocación de acero	Kg		1.0000	1.95	1.95	
1.95						

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 43**

*Análisis de precio unitario de la partida Acero Fy=4200 Kg/cm2 en Muros– Expediente.*

Partida	01.01.03.02	Acero Fy=4200 Kg/cm2 en Muros.				
Rendimiento	Kg/DIA	200.0000	EQ.	200.0000	Costo unitario directo por: Kg 5.01	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra						
Operario	hh	1.0000	0.0400	26.06	1.04	
Oficial	hh	1.0000	0.0400	20.49	0.82	
1.86						
Materiales						
Alambre Negro Recocido #16	Kg		0.0300	3.33	0.10	
Acero corrugado Fy=4200 kg/cm2 grado 660	Kg		1.0700	2.59	2.77	
2.87						
Equipos						
Herramientas Manuales	%Mo		5.0000	1.86	0.09	
Dobladora	hm	0.33	0.0133	7.50	0.10	

Partida	01.01.03.02	Acero Fy=4200 Kg/cm2 en Muros.				
Rendimiento	Kg/DIA	200.0000	EQ.	200.0000	Costo unitario directo por: Kg	5.01
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
Cizalla			hm	0.33	0.0133	6.50
						Parcial S/.
						0.09
						0.28

Fuente: Análisis de precios unitarios, Expediente técnico.

### Figura 31

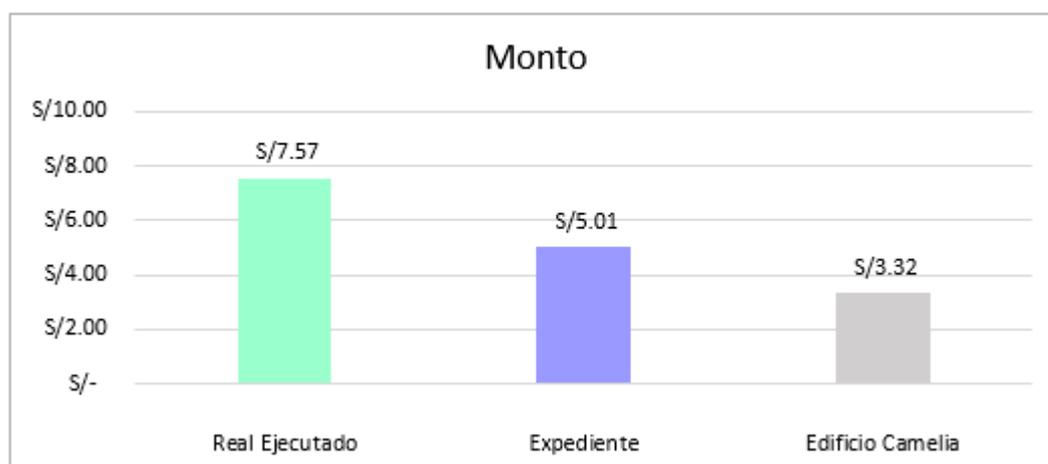
Análisis de precio unitario de la partida Acero Fy=4200 Kg/cm2 en Muros - Edificio camelias.

Partida	Acero fy= 4200 kg/cm2 en muro anclado						
Rendimiento	Kg/DIA	MO. 390.0000	EQ. 390.0000	Costo unitario directo por : Kg			3.32
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0205	20.10	0.41	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0205	16.51	0.34	
						<b>0.75</b>	
<b>Materiales</b>							
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0300	2.25	0.07	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		<b>1.0400</b>	2.31	2.40	
0276030009	SEPARADORES PLASTICOS (4 cm.)	mll		0.0003	210.00	0.06	
						<b>2.53</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.75	0.04	
						<b>0.04</b>	

Fuente: (Cunza, 2019).

### Figura 32

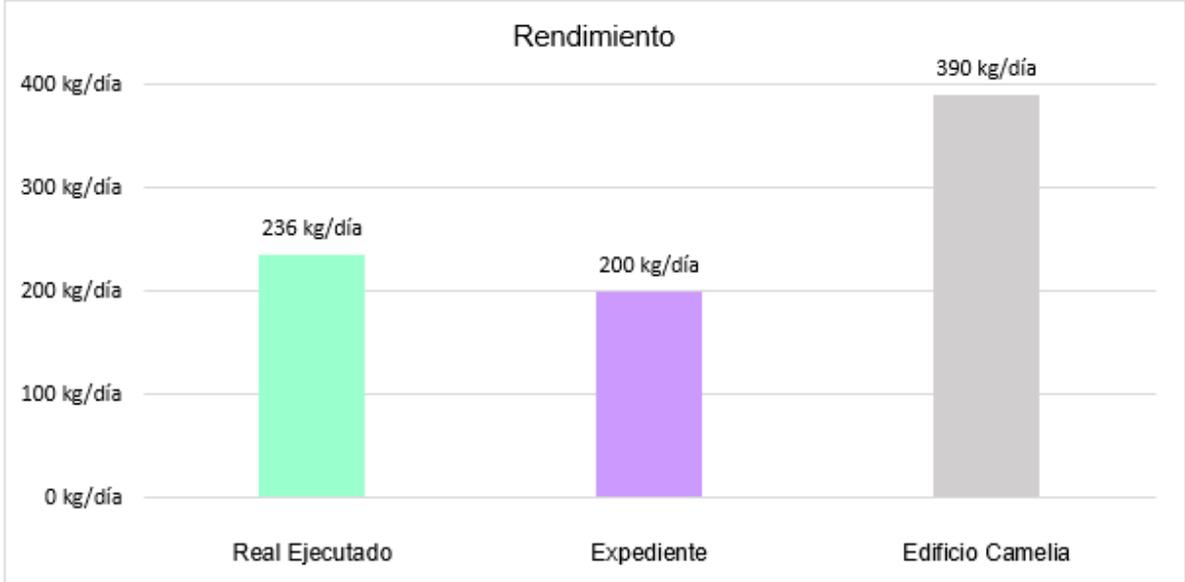
Comparativo para la partida de Acero con respecto al Monto.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 33**

*Comparativo para la partida de Acero con respecto al Rendimiento.*



Fuente: Elaboración propia.

#### IV. DISCUSIÓN

Con respecto al objetivo tiempo de construcción, al utilizar la metodología Last Planner System se logró reducir el tiempo de ejecución de 24 días a 20 días, es decir 17% menos del tiempo planificado con la metodología tradicional. Por el contrario, Rivera (2020), menciona que al aplicar la misma metodología logró culminar el proyecto 11 días antes del plazo de 120 días, es decir 9% menos del tiempo inicial, asimismo los autores Bonilla et al (2021) concluyen que al utilizar la metodología Last Planner System lograron culminar el proyecto 18 días antes del plazo de 98 días, es decir 18% menos del tiempo inicial. Esta diferencia se debe a que el proyecto de estudio de Rivera (2020) consta de 3 anillos, un total de 112 paños anclados y el proyecto de estudio de Bonilla et al (2021) tiene 2 anillos de muros anclados y un anillo con cimiento armado teniendo un total de 23 paños anclados, a diferencia de nuestro proyecto que solo el Anillo 1 es anclado y el segundo anillo es muro de concreto sin anclar, teniendo 13 paños anclados y 13 sin anclar, asimismo la envergadura del proyecto es distinta.

Al aplicar la metodología de programación con líneas de balance se obtuvo que el tiempo de ejecución disminuyó de 24 días que se planteó inicialmente a 21 días, es decir 13% menos de la programación inicial. Esto es diferente a los hallazgos de Paredes y Torres (2020), que sostienen que al aplicar esta metodología en la construcción del tercer anillo de muros anclados en su proyecto de estudio se redujo el tiempo de ejecución de 11 días hábiles a 10 días, es decir 9% menos de la programación inicial. Esta diferencia se debe a que la envergadura del proyecto, la cantidad de anillos analizados y la cantidad de paños a anclar es distinta, pues en nuestra investigación se analizaron 2 anillos, 13 paños anclados y 13 paños sin

anclar, sin embargo Paredes y Torres (2020) analizaron solo el tercer anillo que consta de 33 paños.

Con respecto al objetivo costo, los resultados reflejaron que el precio por metro lineal de anclaje para la ejecución de este proyecto de investigación es de s/.490.22, por el contrario, Huaylla y Rojas (2019), en su investigación establecen que el costo por metro lineal es de S/.335.90, es decir 45.94% menos, ello se debe a la variación de precios causada por la inflación pues existen 4 años de diferencia entre las investigaciones.

Así mismo se obtuvo que las partidas que mayor porcentaje de incidencia presentan con respecto al presupuesto son las que están relacionadas con la ejecución de los muros de concreto y no la ejecución de los anclajes en sí mismo, esto se contrasta con los hallazgos de Contreras (2021) y tapia (2019), donde indicaron que las partidas de mayor relevancia dentro del presupuesto para la construcción de muros anclados es el encofrado, colocación de acero y vertido de concreto de los muros.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

En lo que se refiere al objetivo general, se concluye que el tiempo de ejecución de los muros anclados en suelos arcillosos en la construcción del hospital de San Ignacio, aplicando la planificación tradicional, es de 24 días hábiles. Asimismo, el costo de construcción fue de S/. 338,776.27 y las partidas que más porcentaje de incidencia tuvieron con respecto al costo directo del presupuesto con un 45% fueron; colocación de acero, encofrado y vertido de concreto de los muros.

En lo que se refiere al primer objetivo específico, se concluye que al analizar la planificación con la metodología Last Planner System, el tiempo de ejecución de los muros anclados es de 20 días hábiles. Por otro lado, al aplicar la metodología de líneas de balance, el tiempo de ejecución es de 21 días hábiles. Por lo tanto, la utilización de metodologías de planificación optimiza los tiempos de ejecución.

En lo que se refiere al segundo objetivo específico, se concluye que la programación con líneas de balance muestra de manera visual la ejecución del proyecto dando como resultado un producto gráfico de localización vs tiempo, asimismo, se enfoca en planificar teniendo en cuenta las actividades predecesoras, ritmo de trabajo, tiempo entre cada actividad, mientras que en la metodología Last Planner System nos enfocamos en mitigar los desperdicios y las restricciones, con el fin de maximizar la productividad. Por otra parte, la planificación con la metodología Last Planner System es colaborativa que incluye a todos los responsables de todos los niveles del proyecto, por el contrario, la metodología tradicional es desarrollada únicamente bajo la experiencia de la persona encargada sin intervención de todas las partes involucradas.

En relación al tercer objetivo específico, se concluye que el costo por paño de construcción de los muros anclados en suelos arcillosos de la construcción del hospital de San Ignacio resulto S/. 15,813.81 y el precio por metro lineal de anclaje ejecutado es de s/. 490.22.

Finalmente, en lo que se refiere al cuarto objetivo, se concluye que el costo real de lo que implicó la ejecución de los muros anclados fue el 8% más de los que se había planificado a nivel de expediente, esto se debe a que:

- El análisis de precio unitario (APU) de la partida excavación de banquetas y perfilado para muros anclados aumento en 36%, porque su rendimiento disminuyo en 27% de 300 m<sup>3</sup>/día que está en el APU del expediente a 220 m<sup>3</sup>/día que es el real ejecutado en obra.
- El análisis de precio unitario de la partida encofrado y desencofrado de muros aumento en 1%, porque el encofrado que se empleó en la construcción de los muros anclados fue metálico mientras que en el expediente se planteó de madera.
- El análisis de precio unitario de la partida Acero de refuerzo  $f_y = 4200$  kg/cm<sup>2</sup> en muros aumento en 51%, porque en el análisis de precio unitario del expediente no se había considerado la sub partida de colocación de acero, así mismo el precio del alambre negro varía de S/.3.36 a S/.8.30 que fue lo que realmente costo.

## **5.2. Recomendaciones**

- En base a la experiencia durante la construcción de los muros anclados, se recomienda que para evitar el desprendimiento durante los trabajos de encofrado se debe esparcir por el área desprendida una capa de lechada simple y cubrir en toda la extensión del terreno

socavado, de modo que se provea de cierta resistencia al terreno y se garantice la seguridad del personal involucrado.

- En base a la investigación realizada, se recomienda medir constantemente los resultados obtenidos para de esta manera buscar soluciones que optimicen el tiempo de construcción y se logre concluir la obra dentro del plazo establecido.
- En base a la principal restricción que se tuvo al momento de planificar, se recomienda que una vez desencofrados los paños vertidos se realice el curado de los mismos y se coloque tierra sobre estos, con la finalidad de controlar el empuje activo del terreno y la sobrecarga de la construcción vecina, previniendo el volteo o deslizamiento del terreno en el paño vaciado pero aún no tensado. Esto permitirá no esperar a que el paño esté tensado para poder trabajar y abrir un nuevo paño al lado de uno aún no tensado.
- Finalmente, se recomienda realizar una investigación que tenga como objetivo aplicar en forma conjunta la metodología Last Planner System y líneas de balance.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aponte, M., & Sulca, M. (2015). *Gestión de riesgos en la ejecución de muros anclados* [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional de la Universidad Ricardo Palma.  
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2220>.
- Cabrera, D. (2021). *Coordinación y Supervisión de Tensado en Obras Geotécnicas en la Empresa Geofundaciones del Perú* [Tesis de pregrado, Universidad de Santander]. Repositorio Institucional de la Universidad de Santander.  
<https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/7304>.
- Carbajal, G., & Bermudez, D. (2017). *FIRST RUN STUDY Y Optimización De Procesos En La Construcción De Muros Anclados* [Tesis de pregrado, Universidad Pontificia Universidad Católica Del Perú]. Repositorio Institucional de la Universidad Pontificia Universidad Católica Del Perú.  
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/9387>.
- Contreras, R. (2021). *Factibilidad Técnico - Económico de la construcción de muro anclado y muro diafragma como sistema de contención en obras civiles sometidas a carga vertical tomando como referencia al edificio insignia de la USIL* [Tesis de pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio Institucional de la Universidad San Ignacio de Loyola.  
<https://repositorio.usil.edu.pe/items/cf4f6e6a-dfaa-4226-9cf7-2de3c60928f3/full>.
- Figuroa, G., Rodríguez, F., & Zelada, E. (2011). *Análisis y diseño de estructuras de retención de aplicación reciente en el Salvador* [Tesis de pregrado, Universidad del Salvador]. Repositorio Institucional de la Universidad del Salvador.  
<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/448/1/10136814.pdf>

- Gido, J., & Clements, J. (2012). *Administración exitosa de Proyectos*. Cengage Learning Editores S.A. <http://190.116.26.93:2171/mdv-biblioteca-virtual/libro/documento/d39r-v2J4jG9ONG>  
[Letvsu\\_ADMINISTRACION\\_EXITOSA\\_DE\\_PROYECTOS.pdf](#)
- Gomez, R. e. (2020). Programación de la construcción del tercer anillo de muros anclados de una edificación aplicando el método de líneas de balance. *SCIELO, Investigación & Desarrollo*, 20(1), 173-192. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-44312020000100013&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-44312020000100013&script=sci_abstract)
- González, J., & Sierra, J. (2021). *Comportamiento de los distintos sistemas constructivos para dos sótanos en el suelo lacustre de Bogota* [Tesis de Pregrado, Univesidad de la Salle]. Repositorio Institucional de Universidad de la Salle. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/911/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/911/).
- Huaylla, A., & Rojas, K. (2019). *Optimización del diseño de anclajes mediante la técnica de elementos finitos en excavaciones profundas para edificaciones en Lima* [Tesis de pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio Institucional de Universidad San Ignacio de Loyola. <https://repositorio.usil.edu.pe/items/6d78ce30-0aef-4004-a612-ff0d41e57f48>
- Instituto Geológico, Minero y metalúrgico. (2020). *Evaluación de peligros geológicos en el sector las palmeras*. San Ignacio: INGENMMET. <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>.
- Lucero, F., Pachacama, E., & Rodriguez, W. (2012). *Análisis y diseño de muros de contención* [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Institucional de la Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/156/1/T-UCE-0011-5.pdf>.

- Malo, D. (2018). *Metodología De Construcción De Muros Anclados En Sótano De Parques Del Proyecto Inmobiliario Ágora Xxi, Ciudad Viva* [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29213>
- Mesías, D. (2018). *Estabilización de taludes aplicando el programa geotécnico GEO & SOFT y aplicación práctica en talud de la vía pifo* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica del Ecuador.  
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/15439/TESIS%20ESTABILIZACI%C3%93N%20DE%20TALUDES%20GEO%26SOFT%20DIEGO%20MES%C3%8DAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Pinares, W. (2021). *Factibilidad Técnico - Económica de la Construcción de Muro Anclado y Muro Diafragma Como Sistema de Contención en Obras Civiles Sometidas a Carga Vertical Tomando como Referencia al Edificio Insignia de la USIL* [Tesis de pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio Institucional de la Universidad San Ignacio de Loyola.  
<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/cbc3b19e-0aa7-4f13-8dea-fcbb73859e1c/content>.
- Project Management, R. (2016). *Recursos en Project Management*.  
<https://www.recursosenprojectmanagement.com/>.
- Post-Tensioning Institute. (2004). *Recommendations for prestressed Rock and Soil Anchors*. U.S.A.: Four Edition.  
<https://www.yumpu.com/en/document/read/10559601/ground-anchors-and-anchored-systems-federal-highway->

- Reyes, L., & Caldas, J. (1987). *Geología de los cuadrángulos de Las Playas, La Tina, Las Lomas, Ayabaca, San Antonio, Chulucanas, Morropón, Huancabamba, Olmos, Pomahuaca*. Boletín INGEMMET (Serie A: Carta Geológica Nacional).  
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/159>
- Rivera, E. (2020). *Aplicación de la teoría del último planificador en una obra de excavación masiva y muros pantalla* [Tesis de pregrado Universidad, Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ingeniería. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3267195>
- Rupay, C. (2018). *Aplicación del método de estabilización de excavaciones profundas para mejorar la eficiencia de Edificaciones del Distrito de San Isidro* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38372>
- Ucar, R. (2002). *Manual de Anclajes en Obras de tierra*.  
[http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libros\\_electronicos/Libros/manual\\_anclaje/pdf/librocompleto.pdf](http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libros_electronicos/Libros/manual_anclaje/pdf/librocompleto.pdf).
- Sanchez, Y. (2021). *Análisis de control de calidad de pantalla atirantada ubicada en la calle Nicolás Copérnico, las mercedes, sótano 4 torre 422 municipio Baruta* [Tesis de Pregrado, Universidad Nueva Esparta]. Repositorio Institucional de la Universidad Nueva Esparta.

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestros docentes de la Universidad Nacional de Jaén, que nos han formado durante 5 años y nos impartieron conocimientos necesarios para poder desempeñarnos en el mundo laboral.

A nuestro asesor, el Ing. Mg. José Luis Piedra Tineo por la disposición de su tiempo y por ser nuestro guía en todo este proceso.

De manera Especial agradecemos al Consorcio Salud San Ignacio por permitirnos llevar a cabo nuestra investigación en el proyecto de construcción del Hospital de San Ignacio.

## **DEDICATORIA**

A Dios:

Por brindarme sabiduría para cumplir mis metas trazadas.

A mis padres:

Principalmente por siempre confiar en mí y ser los primeros en creer que podía lograrlo; por su apoyo incondicional en todo este proceso de formación.

**JHONATAN**

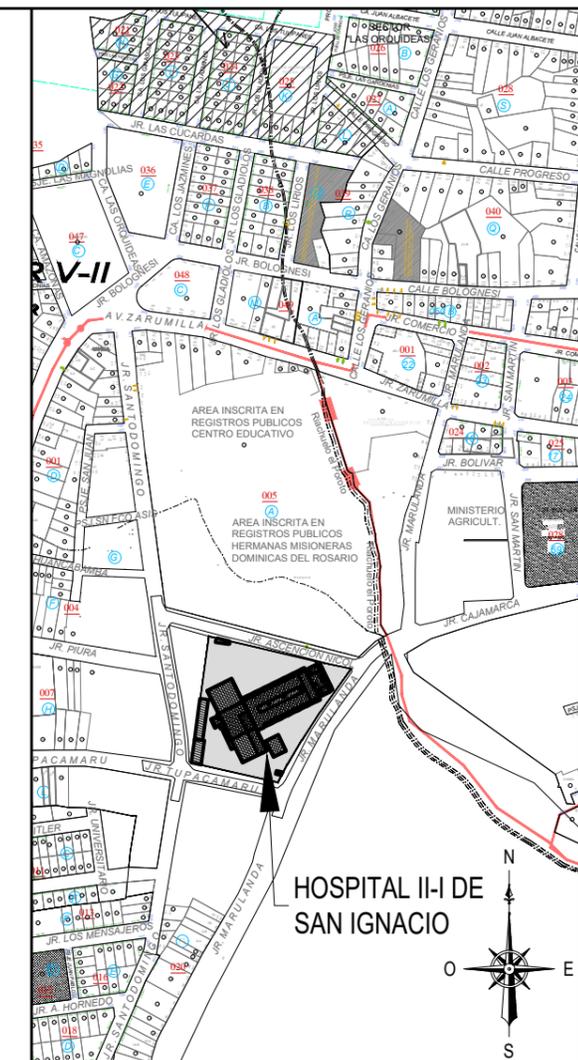
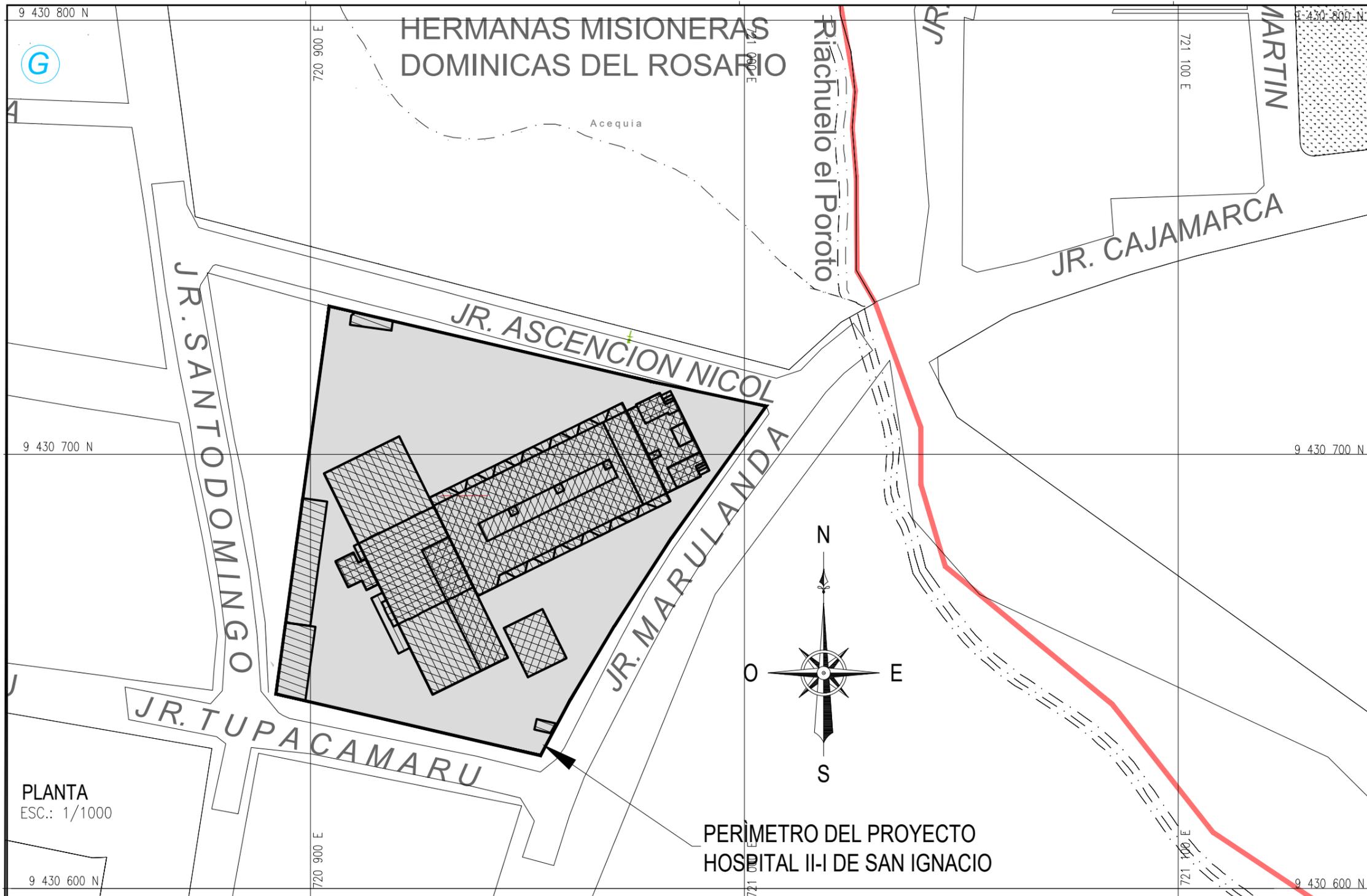
Se lo dedico a mis padres por enseñarme a nunca rendirme y por siempre estar en todo este proceso.

**LUCERO**

# **ANEXOS**

## **ANEXO 1**

### **PLANOS**



**ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN**  
ESC.: 1/5000

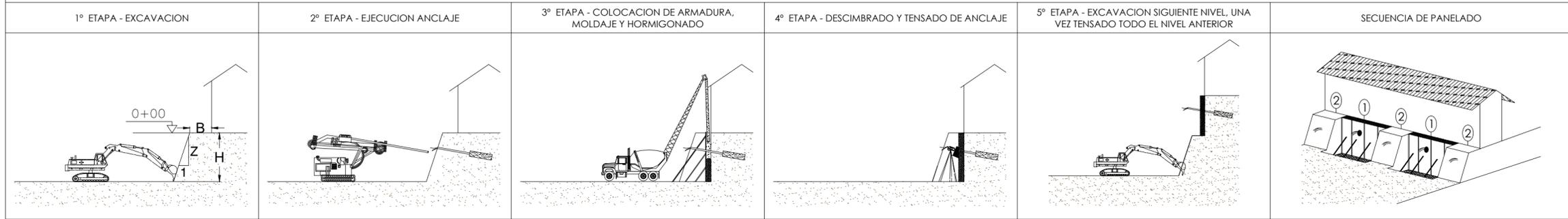
<b>ZONIFICACIÓN</b>	: ÁREA URBANA - SECTOR V
<b>ÁREA DE ESTRUCTURACIÓN URBANA</b>	: H3
DEPARTAMENTO	: CAJAMARCA
PROVINCIA	: SAN IGNACIO
DISTRITO	: SAN IGNACIO
URBANIZACIÓN	: SECTOR V
NOMBRE DE LA VÍA	: JR. MARULANDA
Nº DEL INMUEBLE	: S/N
MANZANA	: I
LOTE	: 008

PROYECTO:  
"Construcción e Implementación del Hospital II - 1 de San Ignacio"

PLANO:	UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	LÁMINA:	<b>U-01</b>
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	

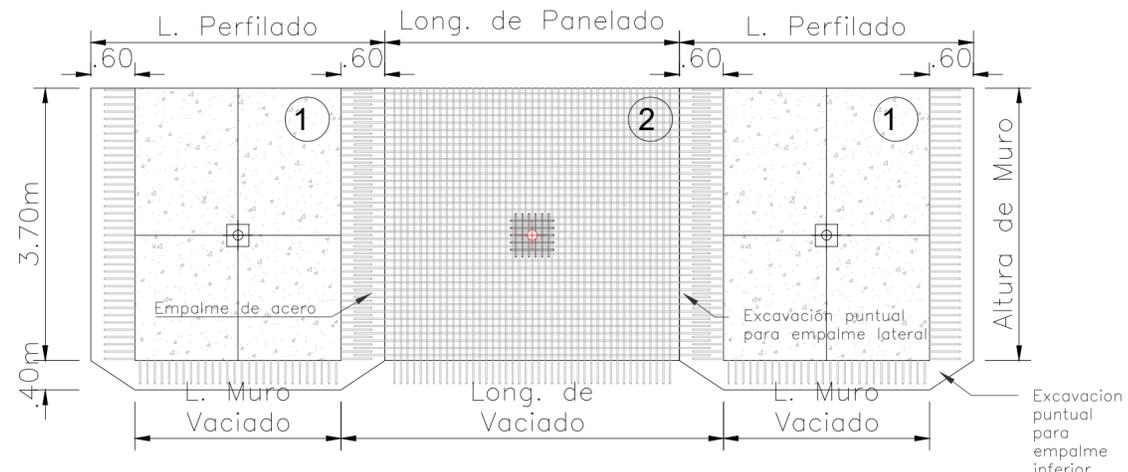
CUADRO NORMATIVO			CUADRO DE ÁREAS (m2.)							
PARÁMETROS	NORMATIVO	PROYECTO	PISOS/NIVELES	ÁREAS DECLARADAS						
				Existente	Demolición	Nueva	Ampliación	Remodelación	Parcial	TOTAL
USO COMPATIBLE	E1	SERVICIO HOSPITALARIO	PRIMER NIVEL			1,598.67 m2				1,598.67 m2
DENSIDAD NETA	--	--	SEGUNDO NIVEL			2,818.23 m2				2,818.23 m2 (38.47%)
COEF. DE EDIFICACIÓN	--	1.04	TERCER NIVEL			2,654.77 m2				2,654.77 m2
% DE ÁREA LIBRE	MÍNIMO 30%	SERVICIOS	CUARTO NIVEL			531.62 m2				531.62 m2
ALTURA MÁXIMA PERMISIBLE	SEGÚN ENTORNO (1.5(a+r))	4 PISOS								
RETIRO MÍNIMO	Frontal	--								
	Lateral	--								
	Posterior	--								
ALINEAMIENTO FACHADA	SEGÚN RETIRO MUNICIPAL	--								
ÁREA DE LOTE NORMATIVO	SEGÚN PROYECTO	7,325.089 m2								7,603.29 m2
FRENTE MÍNIMO NORMATIVO	--	95.931 ml								7,325.089 m2 (100.00%)
Nº ESTACIONAMIENTO	SEGÚN RNE NORMA A.050	--								4,506.859 m2 (61.53%)

# PROCESO CONSTRUCTIVO DEL MURO ANCLADO

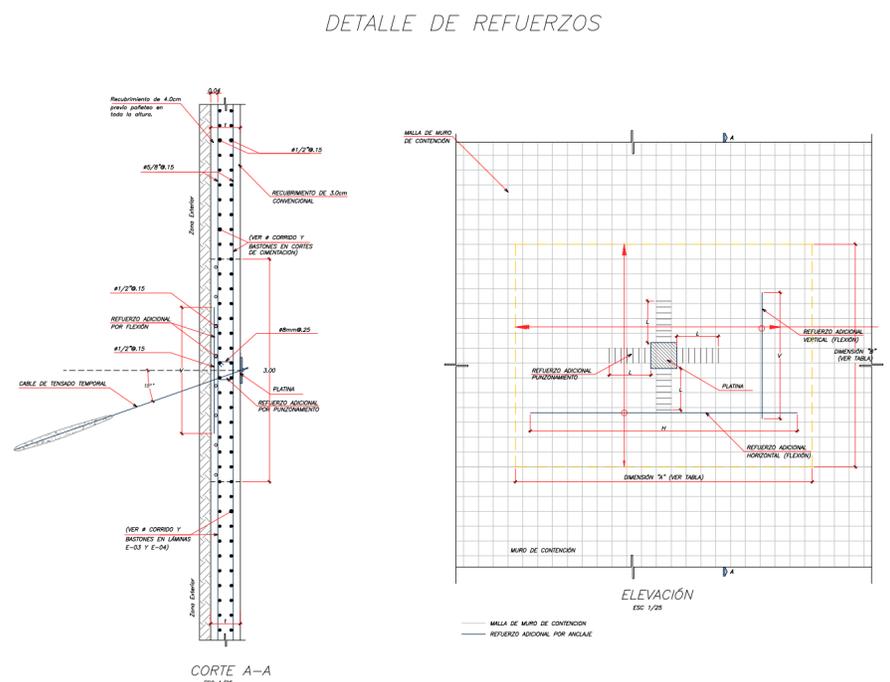


- ### ESPECIFICACIONES
- Los anclajes serán en base a cables de acero de baja relajación postensados e inyectados.
  - La característica de los torones responderán a las exigencias de la norma ASTM-416-98 para cables postensados.
  - Características de cada torón:
 

DIÁMETRO	0.6" (15.24mm)
PESO	1.102 (kg/m)
CALIDAD	270 KSI (RESISTENCIA ÚLTIMA 1860MPa)
ÁREA NOMINAL	140 (mm <sup>2</sup> )
CARGA DE RUPTURA	26.6 (ton)
CARGA DE FLUENCIA	23.9 (ton) (1% DE EXTENSIÓN)
  - En el primer anillo se deberá ejecutar los paneles N°1 y una vez tensado se procederá con la ejecución de los paneles N°2.



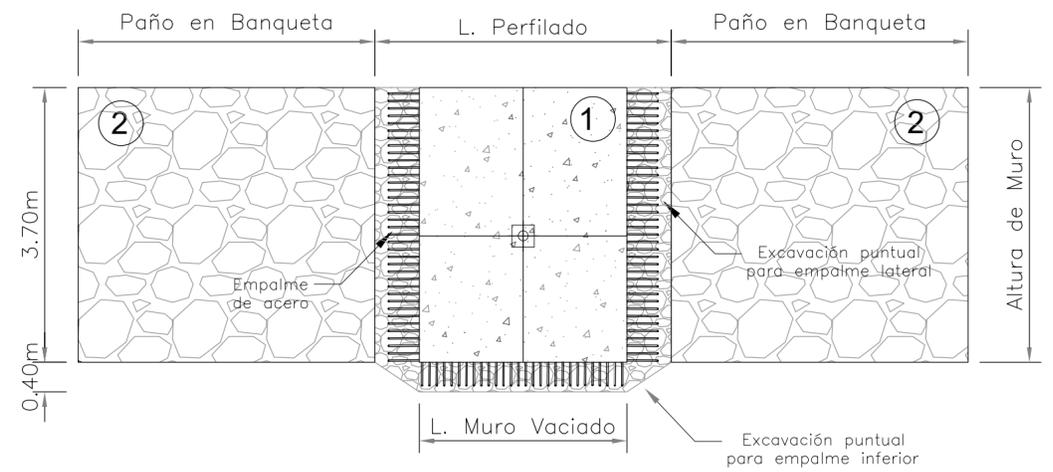
Secuencia del perfilado 1 y 2



- Para el uso de paños terciarios, primero se deberá ejecutar los paneles N°1, una vez tensados, se procede con los paneles N°2, finalmente tensados ambos paneles de procederá con los paños sin anclar N°3



- Procedimiento opcional para los últimos anillos que anteceden a la cimentación de la edificación; de no encontrarse especificado explícitamente en los planos, el cliente podrá optar por abrir dos paños contiguos luego de una inspección visual y aprobación escrita por parte de Batalla de Junin. En este caso, el proceso será mediante la apertura intercalada de dos paños seguidos dejando dos paños en banqueta.



Perfilado del paño 1

TABLA DE REFUERZOS

ANILLO N°	CASO	PAÑO (AxB)	CARGA DE ANCLAJE	ESPESOR DE MURO (t)	f'c(kg/cm2)	PLATINA (bxb)	REFUERZO ADICIONAL POR PUNZONAMIENTO		REFUERZO ADICIONAL POR FLEXIÓN		REFUERZO ADICIONAL POR FLEXIÓN	
							ESTRIBOS	L(m.)	HORIZONTAL	H(m.)	VERTICAL	V(m.)
ANILLO 1	AN 1	2.80x2.68m	P=50 ton.	0.40m	280	.30x.30	#8mm#25	1.00	#1/2"Ø.15	1.50	#1/2"Ø.15	2.00
ANILLO 1	AN 2	2.80x2.97m	P=50 ton.	0.40m	280	.30x.30	#8mm#25	1.00	#1/2"Ø.15	1.50	#1/2"Ø.15	2.00
ANILLO 1	AN 3	3.15x3.20m	P=50 ton.	0.40m	280	.30x.30	#8mm#25	1.00	#1/2"Ø.15	1.50	#1/2"Ø.15	2.00
ANILLO 1	AN 4	2.80x3.20m	P=50 ton.	0.40m	280	.30x.30	#8mm#25	1.00	#1/2"Ø.15	1.50	#1/2"Ø.15	2.00
ANILLO 1	AN 5	2.80x3.20m	P=50 ton.	0.40m	280	.30x.30	#8mm#25	1.00	#1/2"Ø.15	1.50	#1/2"Ø.15	2.00
ANILLO 1	AN 6	2.80x3.20m	P=50 ton.	0.40m	280	.30x.30	#8mm#25	1.00	#1/2"Ø.15	1.50	#1/2"Ø.15	2.00
ANILLO 1	AN 7	2.80x3.20m	P=50 ton.	0.40m	280	.30x.30	#8mm#25	1.00	#1/2"Ø.15	1.50	#1/2"Ø.15	2.00
ANILLO 1	AN 8	2.80x3.20m	P=50 ton.	0.40m	280	.30x.30	#8mm#25	1.00	#1/2"Ø.15	1.50	#1/2"Ø.15	2.00
ANILLO 1	AN 9	2.80x3.20m	P=50 ton.	0.40m	280	.30x.30	#8mm#25	1.00	#1/2"Ø.15	1.50	#1/2"Ø.15	2.00
ANILLO 1	AN 10	2.80x3.20m	P=50 ton.	0.40m	280	.30x.30	#8mm#25	1.00	#1/2"Ø.15	1.50	#1/2"Ø.15	2.00
ANILLO 1	AN 11	2.80x3.20m	P=50 ton.	0.40m	280	.30x.30	#8mm#25	1.00	#1/2"Ø.15	1.50	#1/2"Ø.15	2.00
ANILLO 1	AN 12	2.80x3.20m	P=50 ton.	0.40m	280	.30x.30	#8mm#25	1.00	#1/2"Ø.15	1.50	#1/2"Ø.15	2.00
ANILLO 1	AN 13	2.58x3.20m	P=50 ton.	0.40m	280	.30x.30	#8mm#25	1.00	#1/2"Ø.15	1.50	#1/2"Ø.15	2.00

- El tensado se deberá realizar cuando la resistencia de lechada cumpla con uno de los siguientes requisitos:
  - 7 días de frague con cementos portland tipo I
  - 4 días de frague con cementos portland tipo IAB
  - Resistencia la compresión simple superior a 210 kg/cm<sup>2</sup>

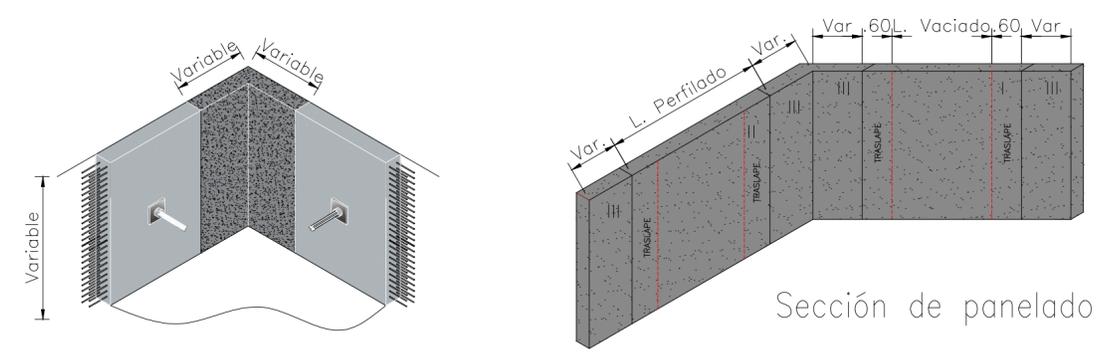
8. Cuadro de planchas de acero:

CARGA DE SERVICIO (ton)	PLANCHA EMPLEADA (mm)
0-50	300x300x28
50-70	320x320x32
70-94	320x320x38
94-114	350x350x38

CARGAS MÁXIMAS DE TENSADO

- f'c=210kg/cm AL MOMENTO DEL TENSADO.
- ESPESOR DE MURO, SEGÚN TABLA.
- RECURRIMIENTO=4.0cm.; d=4.50cm.
- PLATINA METÁLICA DE POR LO MENOS 0.32x0.32m.

SIN REFUERZO POR PUNZONAMIENTO	60 ton
CON REFUERZO POR PUNZONAMIENTO	120 ton



Proyecto:	CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL HOSPITAL II-1 DE SAN IGNACIO	Plano:	DETALLE DE ANCLAJES	Escala:	1/100
				Fecha:	Agosto del 2022
				Código:	<b>MA-01</b>

**ANEXO 2**  
**METRADOS**

METRADOS PARA EJECUCIÓN DE MUROS ANCLADOS

PROYECTO: ESTIMACIÓN DEL TIEMPO Y COSTO QUE GENERA EL CONSTRUIR MUROS ANCLADOS EN SUELOS ARCILLOSOS TOMANDO COMO REFERENCIA LA CONSTRUCCIÓN DEL HOSPITAL DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2022

OBRA: "CONSTRUCCIÓN DEL SALDO DE OBRA DEL HOSPITAL II-1 SAN IGNACIO"

UBICACIÓN: SAN IGNACIO-SAN IGNACIO-CAJAMARCA



ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VECES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	AREA (m2)	VOLUMEN (m3)	METRADO
01`	<b>OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD</b>								
01.01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>								
01.01.01	Transporte de Maquinaria								
01.01.01.01	Movilización y desmovilización de Equipo Especializado	glb	1.000						1.000
	anclajes y equipos de perforacion		1.00						
02`	<b>ESTRUCTURAS</b>								
02.01.	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>								
02.01.01	Excavación de banquetas y perfilado para muros anclados	m3							341.474
	<b>ANILLO 01</b>								172.194
	<b>Sector 1 (S1)</b>								39.816
	Anclaje 1		1.00	1.50	2.80	2.68			11.256
	Anclaje 3		1.00	1.50	3.15	3.20			15.120
	Anclaje 5		1.00	1.50	2.80	3.20			13.440
	<b>Sector 2 (S2)</b>								52.704
	Anclaje 7		1.00	1.50	2.80	3.20			13.440
	Anclaje 9		1.00	1.50	2.80	3.20			13.440
	Anclaje 11		1.00	1.50	2.80	3.20			13.440
	Anclaje 13		1.00	1.50	2.58	3.20			12.384
	<b>Sector 3 (S3)</b>								39.354
	Anclaje 2		1.00	1.50	2.80	2.97			12.474
	Anclaje 4		1.00	1.50	2.80	3.20			13.440
	Anclaje 6		1.00	1.50	2.80	3.20			13.440
	<b>Sector 4 (S4)</b>								40.320
	Anclaje 8		1.00	1.50	2.80	3.20			13.440
	Anclaje 10		1.00	1.50	2.80	3.20			13.440
	Anclaje 12		1.00	1.50	2.80	3.20			13.440
	<b>ANILLO 02</b>								169.280
	<b>Sector 1 (S1)</b>								40.110
	Anclaje 1		1.00	1.50	2.80	2.92			12.264
	Anclaje 3		1.00	1.50	3.15	3.12			14.742
	Anclaje 5		1.00	1.50	2.80	3.12			13.104
	<b>Sector 2 (S2)</b>								51.386
	Anclaje 7		1.00	1.50	2.80	3.12			13.104
	Anclaje 9		1.00	1.50	2.80	3.12			13.104
	Anclaje 11		1.00	1.50	2.80	3.12			13.104
	Anclaje 13		1.00	1.50	2.58	3.12			12.074
	<b>Sector 3 (S3)</b>								38.472
	Anclaje 2		1.00	1.50	2.80	2.92			12.264
	Anclaje 4		1.00	1.50	2.80	3.12			13.104
	Anclaje 6		1.00	1.50	2.80	3.12			13.104
	<b>Sector 4 (S4)</b>								39.312
	Anclaje 8		1.00	1.50	2.80	3.12			13.104
	Anclaje 10		1.00	1.50	2.80	3.12			13.104
	Anclaje 12		1.00	1.50	2.80	3.12			13.104
02.01.01.02	Acarreo y eliminación de material de excavación	m3							426.843
				1.00				341.474	426.843
02.02.	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>								
02.02.01	<b>FALSA ZAPATA</b>								
02.02.01.01	Concreto f'c=100 kg+40%PG para falsa zapata escalonada	m3							94.978
	<b>ANILLO 01</b>								94.978
	<b>Sector 1 (S1)</b>								22.750
	Anillo 1		1.00		2.80		2.60		7.280
	Anillo 3		1.00		3.15		2.60		8.190
	Anillo 5		1.00		2.80		2.60		7.280
	<b>Sector 2 (S2)</b>								28.548
	Anillo 7		1.00		2.80		2.60		7.280
	Anillo 9		1.00		2.80		2.60		7.280
	Anillo 11		1.00		2.80		2.60		7.280
	Anillo 13		1.00		2.58		2.60		6.708

METRADOS PARA EJECUCIÓN DE MUROS ANCLADOS

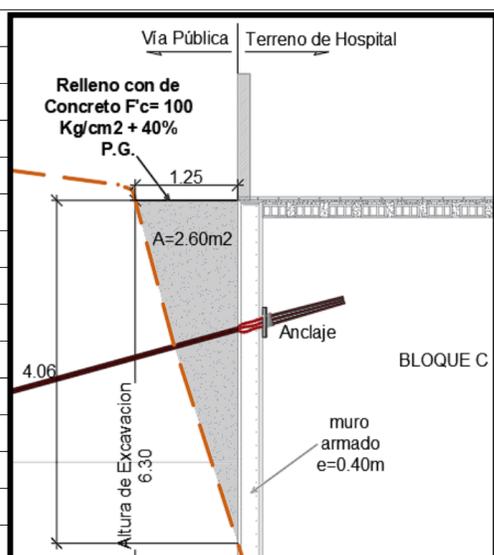
PROYECTO: ESTIMACIÓN DEL TIEMPO Y COSTO QUE GENERA EL CONSTRUIR MUROS ANCLADOS EN SUELOS ARCILLOSOS TOMANDO COMO REFERENCIA LA CONSTRUCCIÓN DEL HOSPITAL DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2022

OBRA: "CONSTRUCCIÓN DEL SALDO DE OBRA DEL HOSPITAL II-1 SAN IGNACIO"

UBICACIÓN: SAN IGNACIO-SAN IGNACIO-CAJAMARCA



ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VECES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	AREA (m2)	VOLUMEN (m3)	METRADO
	<b>Sector 3 (S3)</b>								<b>21.840</b>
	Anillo 2		1.00		2.80		2.60		7.280
	Anillo 4		1.00		2.80		2.60		7.280
	Anillo 6		1.00		2.80		2.60		7.280
	<b>Sector 4 (S4)</b>								<b>21.840</b>
	Anillo 8		1.00		2.80		2.60		7.280
	Anillo 10		1.00		2.80		2.60		7.280
	Anillo 12		1.00		2.80		2.60		7.280
<b>02.02.01.02</b>	<b>Encofrado y desencofrado para falsa zapata</b>	<b>m2</b>							<b>147.825</b>
	<b>ANILLO 01</b>								<b>147.825</b>
	<b>Sector 1 (S1)</b>								<b>35.038</b>
	Anillo 1		1.00		2.680	4.060			10.881
	Anillo 3		1.00		3.150	4.060			12.789
	Anillo 5		1.00		2.800	4.060			11.368
	<b>Sector 2 (S2)</b>								<b>44.579</b>
	Anillo 7		1.00		2.800	4.060			11.368
	Anillo 9		1.00		2.800	4.060			11.368
	Anillo 11		1.00		2.800	4.060			11.368
	Anillo 13		1.00		2.580	4.060			10.475
	<b>Sector 3 (S3)</b>								<b>34.104</b>
	Anillo 2		1.00		2.800	4.060			11.368
	Anillo 4		1.00		2.800	4.060			11.368
	Anillo 6		1.00		2.800	4.060			11.368
	<b>Sector 4 (S4)</b>								<b>34.104</b>
	Anillo 8		1.00		2.800	4.060			11.368
	Anillo 10		1.00		2.800	4.060			11.368
	Anillo 12		1.00		2.800	4.060			11.368
<b>02.03.</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>								
<b>02.03.01.</b>	<b>MUROS DE CONTENCIÓN</b>								
<b>02.03.01.01.</b>	<b>Concreto F'c=280 Kg/cm2 en muros de contención</b>	<b>m3</b>							<b>95.613</b>
	<b>ANILLO 01</b>								<b>45.918</b>
	<b>Sector 1 (S1)</b>								<b>10.618</b>
	Anillo 1		1.00	0.40	2.80	2.68			3.002
	Anillo 3		1.00	0.40	3.15	3.20			4.032
	Anillo 5		1.00	0.40	2.80	3.20			3.584
	<b>Sector 2 (S2)</b>								<b>14.054</b>
	Anillo 7		1.00	0.40	2.80	3.20			3.584
	Anillo 9		1.00	0.40	2.80	3.20			3.584
	Anillo 11		1.00	0.40	2.80	3.20			3.584
	Anillo 13		1.00	0.40	2.58	3.20			3.302
	<b>Sector 3 (S3)</b>								<b>10.494</b>
	Anillo 2		1.00	0.40	2.80	2.97			3.326
	Anillo 4		1.00	0.40	2.80	3.20			3.584
	Anillo 6		1.00	0.40	2.80	3.20			3.584
	<b>Sector 4 (S4)</b>								<b>10.752</b>
	Anillo 8		1.00	0.40	2.80	3.20			3.584
	Anillo 10		1.00	0.40	2.80	3.20			3.584
	Anillo 12		1.00	0.40	2.80	3.20			3.584
	<b>ANILLO 02</b>								<b>45.141</b>
	<b>Sector 1 (S1)</b>								<b>10.696</b>
	Anclaje 1		1.00	0.40	2.80	2.92			3.270
	Anclaje 3		1.00	0.40	3.15	3.12			3.931
	Anclaje 5		1.00	0.40	2.80	3.12			3.494
	<b>Sector 2 (S2)</b>								<b>13.703</b>
	Anclaje 7		1.00	0.40	2.80	3.12			3.494
	Anclaje 9		1.00	0.40	2.80	3.12			3.494
	Anclaje 11		1.00	0.40	2.80	3.12			3.494
	Anclaje 13		1.00	0.40	2.58	3.12			3.220



METRADOS PARA EJECUCIÓN DE MUROS ANCLADOS

PROYECTO: ESTIMACIÓN DEL TIEMPO Y COSTO QUE GENERA EL CONSTRUIR MUROS ANCLADOS EN SUELOS ARCILLOSOS TOMANDO COMO REFERENCIA LA CONSTRUCCIÓN DEL HOSPITAL DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2022

OBRA: "CONSTRUCCIÓN DEL SALDO DE OBRA DEL HOSPITAL II-1 SAN IGNACIO"

UBICACIÓN: SAN IGNACIO-SAN IGNACIO-CAJAMARCA



ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VECES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	AREA (m2)	VOLUMEN (m3)	METRADO
	<b>Sector 3 (S3)</b>								<b>10.259</b>
	Anclaje 2		1.00	0.40	2.80	2.92			3.270
	Anclaje 4		1.00	0.40	2.80	3.12			3.494
	Anclaje 6		1.00	0.40	2.80	3.12			3.494
	<b>Sector 4 (S4)</b>								<b>10.483</b>
	Anclaje 8		1.00	0.40	2.80	3.12			3.494
	Anclaje 10		1.00	0.40	2.80	3.12			3.494
	Anclaje 12		1.00	0.40	2.80	3.12			3.494
<b>02.03.01.02.</b>	<b>Encofrado y desencofrado en muros de contención</b>	<b>m2</b>							<b>227.650</b>
	<b>ANILLO 01</b>								<b>114.796</b>
	<b>Sector 1 (S1)</b>								<b>26.544</b>
	Anillo 1		1.00		2.80	2.68			7.504
	Anillo 3		1.00		3.15	3.20			10.080
	Anillo 5		1.00		2.80	3.20			8.960
	<b>Sector 2 (S2)</b>								<b>35.136</b>
	Anillo 7		1.00		2.80	3.20			8.960
	Anillo 9		1.00		2.80	3.20			8.960
	Anillo 11		1.00		2.80	3.20			8.960
	Anillo 13		1.00		2.58	3.20			8.256
	<b>Sector 3 (S3)</b>								<b>26.236</b>
	Anillo 2		1.00		2.80	2.97			8.316
	Anillo 4		1.00		2.80	3.20			8.960
	Anillo 6		1.00		2.80	3.20			8.960
	<b>Sector 4 (S4)</b>								<b>26.880</b>
	Anillo 8		1.00		2.80	3.20			8.960
	Anillo 10		1.00		2.80	3.20			8.960
	Anillo 12		1.00		2.80	3.20			8.960
	<b>ANILLO 02</b>								<b>112.854</b>
	<b>Sector 1 (S1)</b>								<b>26.740</b>
	Anclaje 1		1.00		2.80	2.92			8.176
	Anclaje 3		1.00		3.15	3.12			9.828
	Anclaje 5		1.00		2.80	3.12			8.736
	<b>Sector 2 (S2)</b>								<b>34.258</b>
	Anclaje 7		1.00		2.80	3.12			8.736
	Anclaje 9		1.00		2.80	3.12			8.736
	Anclaje 11		1.00		2.80	3.12			8.736
	Anclaje 13		1.00		2.58	3.12			8.050
	<b>Sector 3 (S3)</b>								<b>25.648</b>
	Anclaje 2		1.00		2.80	2.92			8.176
	Anclaje 4		1.00		2.80	3.12			8.736
	Anclaje 6		1.00		2.80	3.12			8.736
	<b>Sector 4 (S4)</b>								<b>26.208</b>
	Anclaje 8		1.00		2.80	3.12			8.736
	Anclaje 10		1.00		2.80	3.12			8.736
	Anclaje 12		1.00		2.80	3.12			8.736
<b>02.03.01.03.</b>	<b>Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 en muros de contención</b>	<b>kg</b>							<b>10,143.681</b>
									<b>390.142</b>
<b>02.03.02.</b>	<b>Anclaje en muros con sistemas mecánico</b>								
<b>02.03.02.01.</b>	<b>Perforacion Proyectada</b>	<b>m</b>							<b>187.500</b>
	<b>ANILLO 01</b>								<b>187.500</b>
	<b>Sector 1 (S1)</b>								<b>43.000</b>
	Anillo 1		1.00	14.00					14.000
	Anillo 3		1.00	14.50					14.500
	Anillo 5		1.00	14.50					14.500
	<b>Sector 2 (S2)</b>								<b>58.000</b>
	Anillo 7		1.00	14.50					14.500
	Anillo 9		1.00	14.50					14.500
	Anillo 11		1.00	14.50					14.500

METRADOS PARA EJECUCIÓN DE MUROS ANCLADOS

PROYECTO: ESTIMACIÓN DEL TIEMPO Y COSTO QUE GENERA EL CONSTRUIR MUROS ANCLADOS EN SUELOS ARCILLOSOS TOMANDO COMO REFERENCIA LA CONSTRUCCIÓN DEL HOSPITAL DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2022

OBRA: "CONSTRUCCIÓN DEL SALDO DE OBRA DEL HOSPITAL II-1 SAN IGNACIO"

UBICACIÓN: SAN IGNACIO-SAN IGNACIO-CAJAMARCA



ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VECES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	AREA (m2)	VOLUMEN (m3)	METRADO
	Anillo 13		1.00	14.50					14.500
	<b>Sector 3 (S3)</b>								<b>43.000</b>
	Anillo 2		1.00	14.00					14.000
	Anillo 4		1.00	14.50					14.500
	Anillo 6		1.00	14.50					14.500
	<b>Sector 4 (S4)</b>								<b>43.500</b>
	Anillo 8		1.00	14.50					14.500
	Anillo 10		1.00	14.50					14.500
	Anillo 12		1.00	14.50					14.500
<b>02.03.02.02</b>	<b>Suministro, anclaje y tensado de en muros</b>	<b>und</b>							<b>13.000</b>
	<b>ANILLO 01</b>								<b>13.000</b>
	<b>Sector 1 (S1)</b>								<b>3.000</b>
	Anillo 1		1.00						1.000
	Anillo 3		1.00						1.000
	Anillo 5		1.00						1.000
	<b>Sector 2 (S2)</b>								<b>4.000</b>
	Anillo 7		1.00						1.000
	Anillo 9		1.00						1.000
	Anillo 11		1.00						1.000
	Anillo 13		1.00						1.000
	<b>Sector 3 (S3)</b>								<b>3.000</b>
	Anillo 2		1.00						1.000
	Anillo 4		1.00						1.000
	Anillo 6		1.00						1.000
	<b>Sector 4 (S4)</b>								<b>3.000</b>
	Anillo 8		1.00						1.000
	Anillo 10		1.00						1.000
	Anillo 12		1.00						1.000

PLANILLA DE METRADOS DE ESTRUCTURAS - CERCO PERIMETRICO  
ACERO EN SOBRECIMIENTO REFORZADO

N° de Partida	Descripción del Elemento Estructural	Diseño de Acero en el elemento estructural	Diámetro varilla(")	Longitud empalme	Longitud acero	N° Veces	N° Elem. Estruct.	DIAMETRO DE VARILLA							
								1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"			
02.03.01.03.	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 en muros de contención	CERCO PERIMETRICO													
	<b>ANILLO 01</b>														
	Sector 1 (S1)	Muro E=0.40M													
	Anclaje 1														
		acero longitudinal 2.76													
		0.20   _____	1/2	0.50	2.96	38.00	1.00	-	-	112.48	-	-			
		acero vertical 2.64													
		0.2   _____	5/8	0.60	3.44	40.00	1.00	-	-	-	137.60	-	-		
		0.6													
		<b>Refuerzo p/anclaje</b>													
		acero longitudinal 1.50													
		_____	1/2	0.50	1.50	11.00	1.00	-	-	16.50	-	-			
		acero vertical 2.00													
		_____	1/2	0.50	2.00	14.00	1.00	-	-	28.00	-	-			
		_____	1/4		1.00	5.00	4.00	20.00	-	-	-	-			
	Anclaje 3														
		acero longitudinal 3.15													
		0.50   _____	1/2	0.50	3.65	44.00	1.00	-	-	160.60	-	-			
		acero vertical 3.16													
		0.2   _____	5/8	0.60	3.96	44.00	1.00	-	-	-	174.24	-	-		
		0.6													
		<b>Refuerzo p/anclaje</b>													
		acero longitudinal 1.50													
		_____	1/2	0.50	1.50	11.00	1.00	-	-	16.50	-	-			
		acero vertical 2.00													
		_____	1/2	0.50	2.00	14.00	1.00	-	-	28.00	-	-			
		_____	1/4		1.00	5.00	4.00	20.00	-	-	-	-			
	Anclaje 5														
		acero longitudinal 2.80													
		0.50   _____	1/2	0.50	3.30	44.00	1.00	-	-	145.20	-	-			
		acero vertical 3.16													
		0.2   _____	5/8	0.60	3.96	40.00	1.00	-	-	-	158.40	-	-		
		0.6													
		<b>Refuerzo p/anclaje</b>													
		acero longitudinal 1.50													
		_____	1/2	0.50	1.50	11.00	1.00	-	-	16.50	-	-			

PLANILLA DE METRADOS DE ESTRUCTURAS - CERCO PERIMETRICO  
ACERO EN SOBRECIMIENTO REFORZADO

N° de Partida	Descripción del Elemento Estructural	Diseño de Acero en el elemento estructural	Diámetro varilla(")	Longitud empalme	Longitud acero	N° Veces	N° Elem. Estruct.	DIAMETRO DE VARILLA				
								1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"
		acero vertical 2.00	1/2	0.50	2.00	14.00	1.00	-	-	28.00	-	-
			1/4		1.00	5.00	4.00	20.00	-	-	-	-
	<b>Sector 2 (S2)</b>	<b>E=0.40M</b>										
	<b>Anclaje 7</b>	acero longitudinal 2.80	1/2	0.50	3.30	44.00	1.00	-	-	145.20	-	-
		acero vertical 3.16	5/8	0.60	3.96	40.00	1.00	-	-	-	158.40	-
		<b>Refuerzo p/anclaje</b>										
		acero longitudinal 1.50	1/2	0.50	1.50	11.00	1.00	-	-	16.50	-	-
		acero vertical 2.00	1/2	0.50	2.00	14.00	1.00	-	-	28.00	-	-
			1/4		1.00	5.00	4.00	20.00	-	-	-	-
	<b>Anclaje 9</b>	acero longitudinal 2.80	1/2	0.50	3.30	44.00	1.00	-	-	145.20	-	-
		acero vertical 3.16	5/8	0.60	3.96	40.00	1.00	-	-	-	158.40	-
		<b>Refuerzo p/anclaje</b>										
		acero longitudinal 1.50	1/2	0.50	1.50	11.00	1.00	-	-	16.50	-	-
		acero vertical 2.00	1/2	0.50	2.00	14.00	1.00	-	-	28.00	-	-
			1/4		1.00	5.00	4.00	20.00	-	-	-	-
	<b>Anclaje 11</b>	acero longitudinal 2.80	1/2	0.50	3.30	44.00	1.00	-	-	145.20	-	-
		acero vertical 3.16	5/8	0.60	3.96	40.00	1.00	-	-	-	158.40	-

PLANILLA DE METRADOS DE ESTRUCTURAS - CERCO PERIMETRICO  
ACERO EN SOBRECIMIENTO REFORZADO

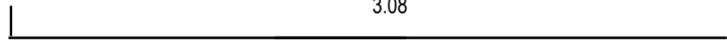
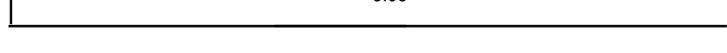
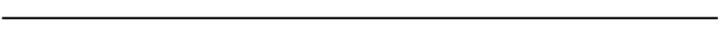
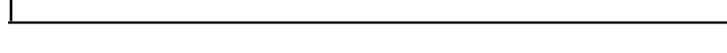
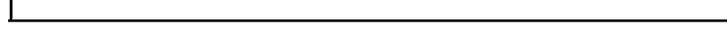
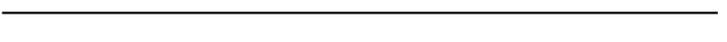
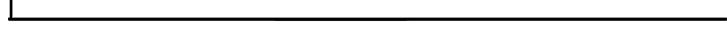
N° de Partida	Descripción del Elemento Estructural	Diseño de Acero en el elemento estructural	Diámetro varilla(")	Longitud empalme	Longitud acero	N° Veces	N° Elem. Estruct.	DIAMETRO DE VARILLA				
								1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"
		<b>Refuerzo p/anclaje</b>						-	-	-	-	-
		acero longitudinal 1.50	1/2	0.50	1.50	11.00	1.00	-	-	16.50	-	-
		acero vertical 2.00	1/2	0.50	2.00	14.00	1.00	-	-	28.00	-	-
			1/4		1.00	5.00	4.00	20.00	-	-	-	-
	<b>Anclaje 13</b>											
		acero longitudinal 2.54	1/2	0.50	3.24	44.00	1.00	-	-	142.56	-	-
		acero vertical 3.16	5/8	0.60	3.96	36.00	1.00	-	-	-	142.56	-
		<b>Refuerzo p/anclaje</b>						-	-	-	-	-
		acero longitudinal 1.50	1/2	0.50	1.50	11.00	1.00	-	-	16.50	-	-
		acero vertical 2.00	1/2	0.50	2.00	14.00	1.00	-	-	28.00	-	-
			1/4		1.00	5.00	4.00	20.00	-	-	-	-
	<b>Sector 3 (S3)</b>	<b>E=0.40M</b>										
	<b>Anclaje 2</b>											
		acero longitudinal 2.80	1/2	0.50	3.30	42.00	1.00	-	-	138.60	-	-
		acero vertical 2.93	5/8	0.60	3.73	40.00	1.00	-	-	-	149.20	-
		<b>Refuerzo p/anclaje</b>						-	-	-	-	-
		acero longitudinal 1.50	1/2	0.50	1.50	11.00	1.00	-	-	16.50	-	-
		acero vertical 2.00	1/2	0.50	2.00	14.00	1.00	-	-	28.00	-	-
			1/4		1.00	5.00	4.00	20.00	-	-	-	-
	<b>Anclaje 4</b>											
		acero longitudinal 2.80	1/2	0.50	3.30	44.00	1.00	-	-	145.20	-	-



PLANILLA DE METRADOS DE ESTRUCTURAS - CERCO PERIMETRICO  
ACERO EN SOBRECIMIENTO REFORZADO

N° de Partida	Descripción del Elemento Estructural	Diseño de Acero en el elemento estructural	Diámetro varilla(")	Longitud empalme	Longitud acero	N° Veces	N° Elem. Estruct.	DIAMETRO DE VARILLA												
								1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"								
	Anclaje 10	acero longitudinal 2.80																		
		0.50 _____	1/2	0.50	3.30	44.00	1.00	-	-	145.20	-	-								
		acero vertical 3.16																		
		0.2   _____ 0.6	5/8	0.60	3.96	40.00	1.00	-	-	-	158.40	-								
		<b>Refuerzo p/anclaje</b>																		
		acero longitudinal 1.50	1/2	0.50	1.50	11.00	1.00	-	-	16.50	-	-								
		acero vertical 2.00	1/2	0.50	2.00	14.00	1.00	-	-	28.00	-	-								
			1/4		1.00	5.00	4.00	20.00	-	-	-	-								
	Anclaje 12	acero longitudinal 2.80																		
		0.50 _____	1/2	0.50	3.30	44.00	1.00	-	-	145.20	-	-								
		acero vertical 3.16																		
		0.2   _____ 0.6	5/8	0.60	3.96	40.00	1.00	-	-	-	158.40	-								
		<b>Refuerzo p/anclaje</b>																		
		acero longitudinal 1.50	1/2	0.50	1.50	11.00	1.00	-	-	16.50	-	-								
		acero vertical 2.00	1/2	0.50	2.00	14.00	1.00	-	-	28.00	-	-								
			1/4		1.00	5.00	4.00	20.00	-	-	-	-								
	<b>ANILLO 02</b>																			
	<b>Sector 1 (S1)</b>	<b>E=0.40M</b>																		
	Anclaje 1	acero longitudinal 2.76																		
		0.20   _____	1/2	0.50	2.96	40.00	1.00	-	-	118.40	-	-								
		acero vertical 2.88																		
		0.2   _____	5/8	0.60	3.08	40.00	1.00	-	-	-	123.20	-								
	Anclaje 3	acero longitudinal 3.15																		
		0.50 _____	1/2	0.50	3.65	44.00	1.00	-	-	160.60	-	-								

PLANILLA DE METRADOS DE ESTRUCTURAS - CERCO PERIMETRICO  
ACERO EN SOBRECIMIENTO REFORZADO

N° de Partida	Descripción del Elemento Estructural	Diseño de Acero en el elemento estructural	Diámetro varilla(")	Longitud empalme	Longitud acero	N° Veces	N° Elem. Estruct.	DIAMETRO DE VARILLA												
								1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"								
		acero vertical 3.08																		
	Anclaje 5	0.2 	5/8	0.60	3.28	44.00	1.00	-	-	-	144.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		acero longitudinal 2.80																		
		0.50 	1/2	0.50	3.30	44.00	1.00	-	-	145.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		acero vertical 3.08																		
	Sector 2 (S2) Anclaje 7	0.2 	5/8	0.60	3.28	40.00	1.00	-	-	-	131.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		E=0.40M																		
		acero longitudinal 2.80																		
		0.50 	1/2	0.50	3.30	44.00	1.00	-	-	145.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		acero vertical 3.08																		
	Anclaje 9	0.2 	5/8	0.60	3.28	40.00	1.00	-	-	-	131.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		acero longitudinal 2.80																		
		0.50 	1/2	0.50	3.30	44.00	1.00	-	-	145.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		acero vertical 3.08																		
	Anclaje 11	0.2 	5/8	0.60	3.28	40.00	1.00	-	-	-	131.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		acero longitudinal 2.80																		
		0.50 	1/2	0.50	3.30	44.00	1.00	-	-	145.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		acero vertical 3.08																		
	Anclaje 13	0.2 	5/8	0.60	3.28	40.00	1.00	-	-	-	131.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		acero longitudinal 2.54																		
		0.50 	1/2	0.50	3.24	44.00	1.00	-	-	142.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		acero vertical 3.08																		
		0.2 	5/8	0.60	3.88	36.00	1.00	-	-	-	139.68	-	-	-	-	-	-	-	-	-

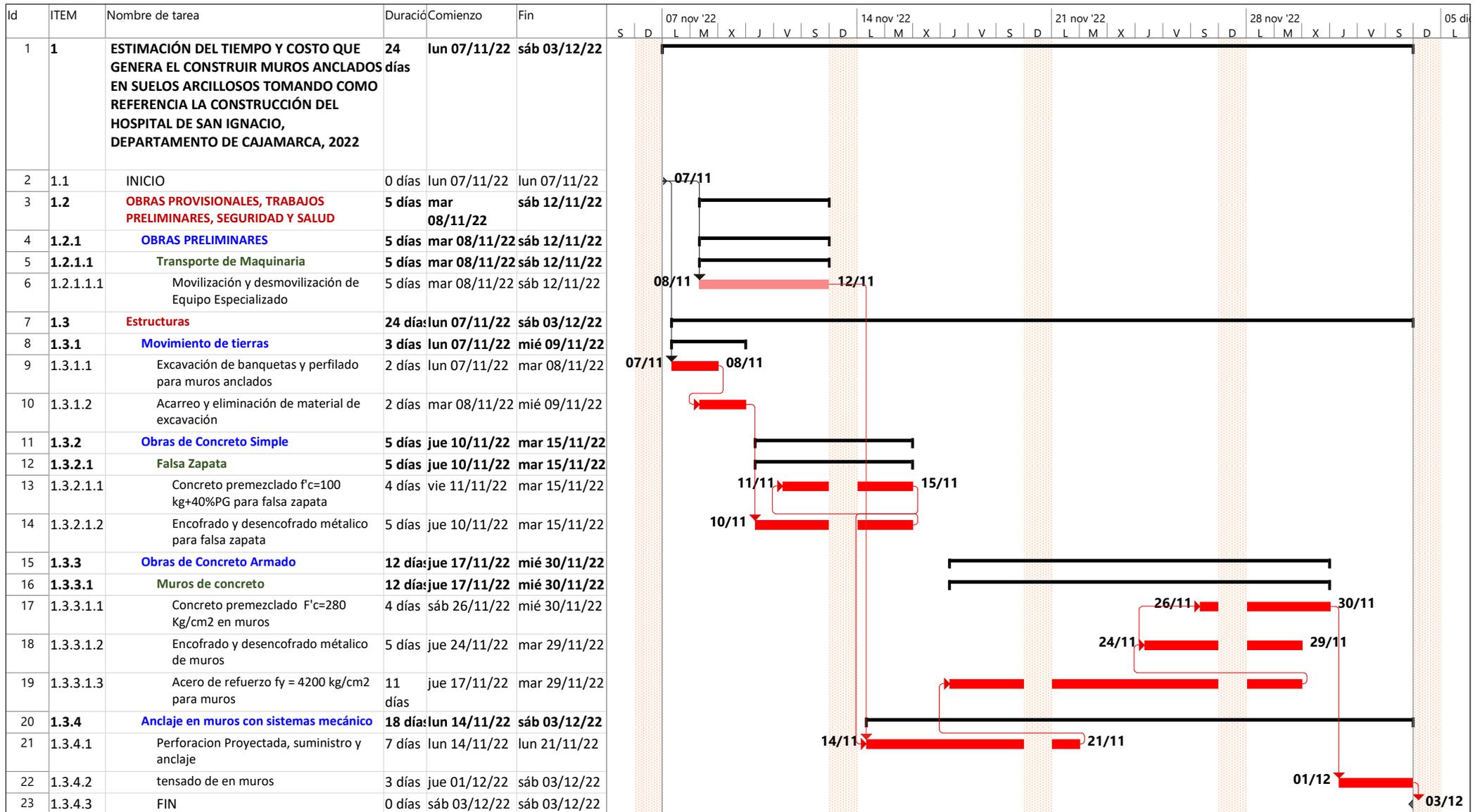
PLANILLA DE METRADOS DE ESTRUCTURAS - CERCO PERIMETRICO  
ACERO EN SOBRECIMIENTO REFORZADO

N° de Partida	Descripción del Elemento Estructural	Diseño de Acero en el elemento estructural	Diámetro varilla(")	Longitud empalme	Longitud acero	N° Veces	N° Elem. Estruct.	DIAMETRO DE VARILLA							
								1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"			
	<b>Sector 3 (S3)</b>	<b>E=0.40M</b>													
	Anclaje 2														
		acero longitudinal 2.80													
		0.50	1/2	0.50	3.30	40.00	1.00	-	-	132.00	-	-			
		acero vertical 2.88													
		0.2	5/8	0.60	3.08	40.00	1.00	-	-	-	123.20	-			
	Anclaje 4														
		acero longitudinal 2.80													
		0.50	1/2	0.50	3.30	44.00	1.00	-	-	145.20	-	-			
		acero vertical 3.08													
		0.2	5/8	0.60	3.28	40.00	1.00	-	-	-	131.20	-			
	Anclaje 6														
		acero longitudinal 2.80													
		0.50	1/2	0.50	3.30	44.00	1.00	-	-	145.20	-	-			
		acero vertical 3.08													
		0.2	5/8	0.60	3.28	40.00	1.00	-	-	-	131.20	-			
	<b>Sector 4 (S4)</b>	<b>E=0.40M</b>													
	Anclaje 8														
		acero longitudinal 2.80													
		0.50	1/2	0.50	3.30	44.00	1.00	-	-	145.20	-	-			
		acero vertical 3.08													
		0.2	5/8	0.60	3.28	40.00	1.00	-	-	-	131.20	-			
	Anclaje 10														
		acero longitudinal 2.80													
		0.50	1/2	0.50	3.30	44.00	1.00	-	-	145.20	-	-			
		acero vertical 3.08													
		0.2	5/8	0.60	3.28	40.00	1.00	-	-	-	131.20	-			



**ANEXO 3**

**DIAGRAMA DE GANTT**



Tarea		Hito inactivo		solo el comienzo		División crítica	
División		Resumen inactivo		solo fin		Progreso	
Hito		Tarea manual		Tareas externas		Progreso manual	
Resumen		solo duración		Hito externo			
Resumen del proyecto		Informe de resumen manual		Fecha límite			
Tarea inactiva		Resumen manual		Tareas críticas			

**ANEXO 4**

**LOOKAHEAD PLANNING**





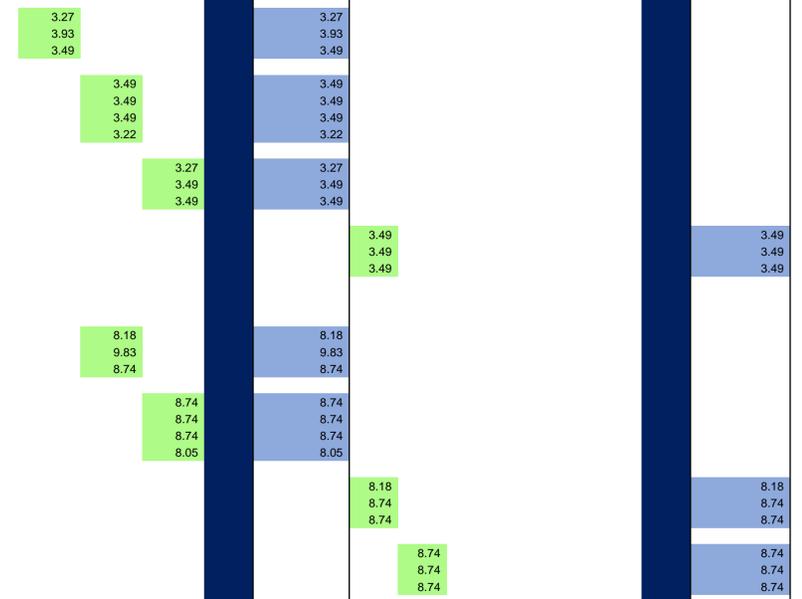




UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

ESTIMACIÓN DEL TIEMPO Y COSTO QUE GENERA EL CONSTRUIR MUROS ANCLADOS EN SUELOS ARCILLOSOS TOMANDO COMO REFERENCIA LA CONSTRUCCIÓN DEL HOSPITAL DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2022

Item	Cantidad	Fecha Inicio	Fecha Fin	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor
<b>02.03.01.01. Concreto F'c=280 Kg/cm2 en muros de contención</b>	<b>4</b>	<b>24/11/2022</b>	<b>28/11/2022</b>	<b>45.14 m3</b>	<b>1.43</b>	<b>64 HH</b>					
SECTOR 1	1	24/11/2022	24/11/2022	10.70 m3	1.43	15 HH					
Anclaje 1	1	24/11/2022	24/11/2022	3.27 m3	1.43	5 HH					
Anclaje 3	1	24/11/2022	24/11/2022	3.93 m3	1.43	6 HH					
Anclaje 5	1	24/11/2022	24/11/2022	3.49 m3	1.43	5 HH					
SECTOR 2	1	25/11/2022	25/11/2022	13.70 m3	1.43	20 HH					
Anclaje 7	1	25/11/2022	25/11/2022	3.49 m3	1.43	5 HH					
Anclaje 9	1	25/11/2022	25/11/2022	3.49 m3	1.43	5 HH					
Anclaje 11	1	25/11/2022	25/11/2022	3.49 m3	1.43	5 HH					
Anclaje 13	1	25/11/2022	25/11/2022	3.22 m3	1.43	5 HH					
SECTOR 3	1	26/11/2022	26/11/2022	10.26 m3	1.43	15 HH					
Anclaje 2	1	26/11/2022	26/11/2022	3.27 m3	1.43	5 HH					
Anclaje 4	1	26/11/2022	26/11/2022	3.49 m3	1.43	5 HH					
Anclaje 6	1	26/11/2022	26/11/2022	3.49 m3	1.43	5 HH					
SECTOR 4	1	28/11/2022	28/11/2022	10.48 m3	1.43	15 HH					
Anclaje 8	1	28/11/2022	28/11/2022	3.49 m3	1.43	5 HH					
Anclaje 10	1	28/11/2022	28/11/2022	3.49 m3	1.43	5 HH					
Anclaje 12	1	28/11/2022	28/11/2022	3.49 m3	1.43	5 HH					
<b>02.03.01.02.B Desencofrado en muros anclados</b>	<b>4</b>	<b>25/11/2022</b>	<b>29/11/2022</b>	<b>112.85 m2</b>	<b>0.64</b>	<b>72 HH</b>					
SECTOR 1	1	25/11/2022	25/11/2022	26.74 m2	0.64	17 HH					
Anclaje 1	1	25/11/2022	25/11/2022	8.18 m2	0.64	5 HH					
Anclaje 3	1	25/11/2022	25/11/2022	9.83 m2	0.64	6 HH					
Anclaje 5	1	25/11/2022	25/11/2022	8.74 m2	0.64	6 HH					
SECTOR 2	1	26/11/2022	26/11/2022	34.26 m2	0.64	22 HH					
Anclaje 7	1	26/11/2022	26/11/2022	8.74 m2	0.64	6 HH					
Anclaje 9	1	26/11/2022	26/11/2022	8.74 m2	0.64	6 HH					
Anclaje 11	1	26/11/2022	26/11/2022	8.74 m2	0.64	6 HH					
Anclaje 13	1	26/11/2022	26/11/2022	8.05 m2	0.64	5 HH					
SECTOR 3	1	28/11/2022	28/11/2022	25.65 m2	0.64	16 HH					
Anclaje 2	1	28/11/2022	28/11/2022	8.18 m2	0.64	5 HH					
Anclaje 4	1	28/11/2022	28/11/2022	8.74 m2	0.64	6 HH					
Anclaje 6	1	28/11/2022	28/11/2022	8.74 m2	0.64	6 HH					
SECTOR 4	1	29/11/2022	29/11/2022	26.21 m2	0.64	17 HH					
Anclaje 8	1	29/11/2022	29/11/2022	8.74 m2	0.64	6 HH					
Anclaje 10	1	29/11/2022	29/11/2022	8.74 m2	0.64	6 HH					
Anclaje 12	1	29/11/2022	29/11/2022	8.74 m2	0.64	6 HH					



## **ANEXO 5**

# **FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Tesis:	Estimación del tiempo y costo que genera el construir muros anclados en suelos arcillosos tomando como referencia la construcción del Hospital de San Ignacio, departamento de Cajamarca, 2022.						
Tesistas:	Bach. Yinmar Jhonatan Ramirez Abad Bach. Lucero Estefhany Caballero Chinchay						
Partida:	Excavación de banquetas y perfilado para muros anclados						
Muestra	Cuadrilla		Área Total (m3)	Tiempo empleado (Horas)	Rendimiento	Coeficiente de aporte para Mano de obra	
	Operador Eq. pesado	Peón			Excavación (m3)	Operador Eq. pesado	Peón
					Promedio		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Tesis:	Estimación del tiempo y costo que genera el construir muros anclados en suelos arcillosos tomando como referencia la construcción del Hospital de San Ignacio, departamento de Cajamarca, 2022.									
Tesistas:	Bach. Yinmar Jhonatan Ramirez Abad Bach. Lucero Estefhany Caballero Chinchay									
Partida:	Acarreo y eliminación del material de Excavación Masiva									
Muestra	Cuadrilla		Área Total (m3)	Tiempo empleado (Horas)	Rendimiento		Coeficiente de aporte para Mano de obra			
	Operador Eq. pesado	Peón			Acarreo (m3)	Eliminación (m3)	Acarreo		Eliminación	
							Operador Eq. pesado	Peón	Operador Eq. pesado	Peón
						Promedio				

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Tesis:	Estimación del tiempo y costo que genera el construir muros anclados en suelos arcillosos tomando como referencia la construcción del Hospital de San Ignacio, departamento de Cajamarca, 2022.									
Tesistas:	Bach. Yinmar Jhonatan Ramirez Abad Bach. Lucero Estefhany Caballero Chinchay									
Partida:	Concreto premezclado f'c=100 kg+40%PG para falsa zapata									
Muestra	Cuadrilla				Rend (m3)	Tiempo (Horas)	Coeficiente de aporte para Mano de obra			
	Operador Eq. Liviano	Operario	Oficial	Peón			Operador Eq. Liviano	Operario	oficial	peón
						Promedio				

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Tesis:	Estimación del tiempo y costo que genera el construir muros anclados en suelos arcillosos tomando como referencia la construcción del Hospital de San Ignacio, departamento de Cajamarca, 2022.										
Tesistas:	Bach. Yinmar Jhonatan Ramirez Abad Bach. Lucero Estefhany Caballero Chinchay										
Partida:	Encofrado y Desencofrado metálico para Falsa Zapata										
Muestra	Cuadrilla			Área Total (m2)	Tiempo empleado (Horas)	Rendimiento		Coeficiente de aporte para Mano de obra			
	Operario	Oficial	Peón			Encofrado (m2)	Desencofrado (m2)	Encofrado		Desencofrado	
								Operario	oficial	Oficia	Peón
							Promedio				

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Tesis: Estimación del tiempo y costo que genera el construir muros anclados en suelos arcillosos tomando como referencia la construcción del Hospital de San Ignacio, departamento de Cajamarca, 2022.

Tesistas: Bach. Yinmar Jhonatan Ramirez Abad  
Bach. Lucero Estefhany Caballero Chinchay

Partida: Acero de refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  en muros de contención

Muestra	Cuadrilla		Dimensiones del muro (m)			Metrado realizado (Kg)	Tiempo (Horas)	Rendimiento		Coeficiente de aporte para Mano de obra	
	Operario	oficial	Largo (m)	Altura (m)	Espesor			Habilitación (kg)	Colocación (Kg)	Operario	Oficial
Promedio											

**ANEXO 6**

**PANEL FOTOGRAFICO**

Excavación masiva en la zona de los muros anclados (Movimiento de tierras)



Encofrado de los Muros Anclados



## Habilitación de acero



Liberación del acero en el muro por parte del área de calidad y supervisión



Desencofrado de los muros Anclados



Vertido de concreto en muros Anclados



Ensayo de asentamiento de concreto fresco a verter



Control de temperatura del concreto a verter



## Tensado de Anclajes



## Perforación de los Anclajes

