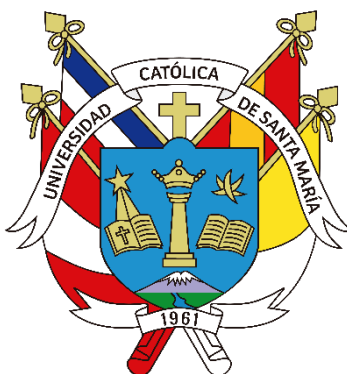


Universidad Católica de Santa María
Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del
Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL PROCESO CONVENCIONAL DEL ENCOFRADO DE VIGAS PERALTADAS Y LOSAS ALIGERADAS Y EL PROCESO DE VIGAS PREFABRICADAS Y ENCOFRADO COLGANTE DE VIGUETAS EN EDIFICACIONES CON ENTREPISOS DE DOBLE ALTURA, AREQUIPA 2022.

Tesis presentada por el Bachiller:

Pinto Ponce, Oscar Daniel

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Asesor:

Mg. Ing. Montoya Villanueva, Filiberto Rody

Arequipa – Perú

2024

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA CIVIL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 07 de Noviembre del 2023

Dictamen: 006596-C-EPIC-2023

Visto el borrador del expediente 006596, presentado por:

2009201431 - PINTO PONCE OSCAR DANIEL

Titulado:

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL PROCESO CONVENCIONAL DEL ENCOFRADO DE VIGAS PERALTADAS Y LOSAS ALIGERADAS Y EL PROCESO DE VIGAS PREFABRICADAS Y ENCOFRADO COLGANTE DE VIGUETAS EN EDIFICACIONES CON ENTREPISOS DE DOBLE ALTURA, AREQUIPA 2022.

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**29245617 - DIAZ GALDOS MIGUEL RENATO
DICTAMINADOR**



**29412437 - UGARTE CALDERON ENRIQUE ALFONSO
DICTAMINADOR**



**71256920 - TORRES ALMIRON JENIFFER CARLA
DICTAMINADOR**



ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL PROCESO CONVENCIONAL DEL ENCOFRADO DE VIGAS PERALTADAS Y LOSAS ALIGERADAS Y EL PROCESO DE VIGAS PREFABRICADAS Y ENCOFRADO COLGANTE DE VIGUETAS EN EDIFICACIONES CON ENTREP

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Católica de Santa María

Trabajo del estudiante

1%

2

repositorio.unsa.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

idoc.pub

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

DEDICATORIA

A Dios y a todo en lo que se manifiesta.

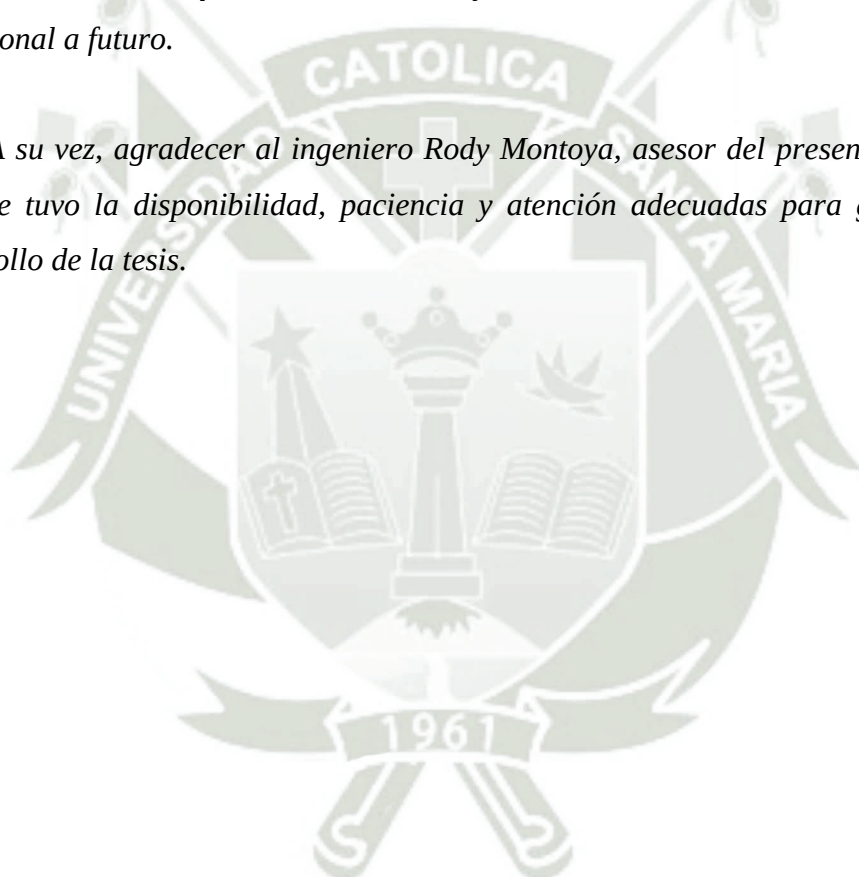


AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por los esfuerzos y sacrificios realizados para verme llegar hasta aquí, alimentado por su amor incondicional y ejemplo integral para cada uno de mis pasos de vida, sé que Dios nos guiará afianzando nuestro amor y fuerza como familia para superar cualquier adversidad y seguir adelante, como siempre lo ha hecho.

Agradecer también a mi casa de estudios, la Universidad Católica de Santa María, los conocimientos adquiridos en ella son y serán bases sustanciales de mi ejercicio profesional a futuro.

A su vez, agradecer al ingeniero Rody Montoya, asesor del presente estudio que siempre tuvo la disponibilidad, paciencia y atención adecuadas para guiarme en el desarrollo de la tesis.



RESUMEN

En Arequipa, la mayoría de procesos constructivos de edificaciones no vienen desarrollándose a la par de la evolución constructiva y la industrialización de la construcción; los encofrados de vigas y losas son hitos importantes que influirán en el costo y tiempo de ejecución de obras, más aún en aquellas que cuentan con entresijos de doble altura, puesto que el proceso convencional implica la construcción de una obra provisional tipo “falso piso” para apoyo de puntales de losa y encofrado de vigas superiores. Todos estos factores implican un sobre costo excesivo y retraso de obra en edificaciones con tales características, por lo tanto, se debe plantear un sistema de encofrado colgante de viguetas que implique el uso de vigas prefabricadas y así mejore la productividad y la seguridad de la ejecución de las actividades, acoplando los recursos de mano de obra y materiales existentes en el medio. Para la aplicación del sistema propuesto, principalmente se deberá evaluar su viabilidad mediante la realización de un análisis comparativo entre el método convencional y el sistema diseñado en edificaciones con entresijos de doble altura.

El presente estudio corresponde a una investigación descriptiva, en la cual se tomaron los datos de los procesos convencionales en dos casos de estudio distintos, mediante una técnica de toma de recolección de datos basada en la observación y análisis documental, a su vez se realizó el cálculo a detalle del costo de su ejecución y se estimaron los riesgos que implica la misma. A partir de ello, se diseñó un sistema de encofrado colgante de viguetas que permita prescindir de etapas costosas y riesgosas del encofrado convencional como lo es la plataforma de apoyo, de la misma manera se estimaron los costos de su eventual aplicación y los riesgos residuales de la propuesta para finalmente elaborar un análisis comparativo de los dos procesos constructivos.

Para el diseño del sistema de encofrado colgante se tomó como base la NTP E020 (cargas) Y NTP E060 (concreto armado) del RNE como base del diseño (metrado de cargas, amplificaciones, etc.). Así como el método “Allowable Stress Design” (ASD) para el diseño de estructuras metálicas, obteniéndose un sistema de encofrado colgante extensible para las viguetas de aligerado apoyado en vigas prefabricadas. Realizado el análisis comparativo se llegó a la conclusión que su aplicación implicaría una reducción de costos de más del 20% y una significativa reducción de riesgos residuales.

Palabras clave: Encofrado de losas, losas aligeradas, doble altura, vigas prefabricadas, doble apuntalamiento, evaluación de costos, IPERC.

ABSTRACT

In our locality, the construction processes of buildings (most of them) have not been developing at the same pace as the construction evolution and industrialization of construction. The formwork of beams and slabs are important milestones that will influence the cost and execution time of works, even more so in those with double height floors since the conventional process involves the construction of a temporary "false floor" type work to support slab props and formwork of upper beams. All these factors imply an excessive cost overrun and construction delays in buildings with such characteristics; therefore, a hanging joist formwork system involving the use of prefabricated beams should be proposed to improve productivity and safety in the execution of the activities, combining the resources of labor and materials existing in the environment. For the application of the proposed system, its feasibility should be evaluated mainly by carrying out a comparative analysis between the conventional method and the system designed in buildings with double-height floors.

This study is a descriptive research where data of the conventional processes in two different case studies were collected by means of a data collection technique based on observation and documentary analysis. In addition, a detailed calculation of the cost of its implementation was made and the risks involved were estimated. Based on this, a hanging joist formwork system was designed to dispense with the costly and risky stages of conventional formwork, such as the bearing platform. Likewise, the costs of its eventual implementation and the residual risks of the proposal were estimated to prepare a comparative analysis of both construction processes.

For the design of the hanging formwork system, NTP E020 (loads) and NTP E060 (reinforced concrete) of the National Building Regulations of Peru were used as the basis for the design (load estimate, amplifications, etc.) as well as the "Allowable Stress Design" (ASD) method for the design of metallic structures, obtaining an extensible hanging formwork system for the joists of the voided slab supported on prefabricated beams. The comparative analysis concluded that its implementation would imply a cost reduction of more than 20% and a significant reduction of residual risks.

Keywords: slab formwork, voided slabs, double height, prefabricated beams, double shoring, cost evaluation, HIRA.

ÍNDICE

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1. Formulación del Problema	3
2. Objetivos de la investigación	5
2.1. Objetivo General	5
2.2. Objetivos Específicos	5
3. Justificación de la investigación	5
3.1. Justificación en la construcción	5
3.2. Justificación Tecnológica	6
3.3. Justificación Ambiental	6
3.4. Justificación Social	6
3.5. Justificación económica	7
3.6. Justificación política / institucional	7
3.7. Justificación ética	7
4. Viabilidad	7
5. Alcance	8
6. Limitaciones	8
7. Hipótesis	9
7.1. Hipótesis General	9
8. Operacionalización de las variables	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	11
1. Antecedentes de la investigación	11
2. Definición de Términos Básicos	14
2.1. Elementos estructurales en edificaciones	14
2.1.1. Sistemas estructurales	14
2.1.1.1. Materiales utilizados en sistemas estructurales	14
2.1.1.2. Hormigón o Concreto armado	15
2.1.1.3. Acero de refuerzo y estructuras de acero	15
2.1.1.4. Mampostería	16
2.1.1.5. Madera en encofrados	16
2.1.2. Comportamiento de materiales utilizados en sistemas estructurales	16

2.1.2.1. Materiales elásticos.....	16
2.1.2.2. Materiales linealmente elásticos.....	17
2.1.2.3. Materiales plásticos	17
2.2. Alcance sobre el Sistema aporticado en edificaciones	17
2.3. Industrialización en la construcción.....	18
2.4. Ventajas y Desventajas de Elementos Prefabricados.....	19
2.5. Rendimientos y productividad en partidas de construcción	20
2.6. Factores de afectación.....	20
2.7. Base de datos de rendimientos en la construccion.....	21
2.8. Encofrados en procesos constructivos	21
2.9. Clasificación de los encofrados	21
2.10. Riesgos en el proceso de encofrado	23
2.11. Aspectos influyentes en el encofrado y desencofrado.	26
2.12. Definiciones referentes al Concreto.....	29
2.13. Especificaciones sobre el concreto premezclado.....	29
2.13.1.1. Clasificación	30
3. Bases legales	31
3.1. RNE NTE E-060 concreto armado	31
3.2. ACI 318 Requisitos de reglamento para concreto estructural	32
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	33
1. Tipo de investigación	33
2. Diseño de investigación	33
3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.1. Observación	34
3.2. Análisis documental.....	35
CAPÍTULO IV. DESARROLLO.....	36
1. Descripción General del Proyecto que alberga los casos de estudio.....	36
1.1. Características del entorno.....	36
1.2. Componentes	37
1.3. Descripción funcional de la edificación.....	41
2. Primer Caso de Estudio	45
2.1. Sistema estructural	47
2.1.1. Losa aligerada.....	53
3. Segundo Caso de Estudio.....	54
3.1. Descripción General y diferenciación con primer caso de estudio.....	54

3.2. Sistema estructural	58
4. Partidas de Análisis del método convencional	63
4.1. Primer Caso de Estudio.....	63
4.2. Segundo Caso de Estudio	80
5. Actividades Vinculadas Adicionales.....	100
6. Costo final de partidas analizadas – método convencional.....	103
6.1. Presupuesto del primer caso de estudio.	104
6.1.1. Plataforma de apoyo (falso piso)	104
6.1.2. Encofrado de vigas	105
6.1.3. Encofrado de losas.....	106
6.2. Presupuesto del segundo caso de estudio.	107
6.2.1. Plataforma de apoyo	107
6.2.2. Encofrado de vigas	108
6.2.3. Encofrado de losas.....	109
7. Identificación de Peligros evaluación de riesgos y controles en encofrados convencionales en ambos casos de estudio.	109
CAPÍTULO V. DISEÑO DE ENCOFRADO COLGANTE DE VIGUETAS	119
1. Consideraciones preliminares al diseño de encofrado colgante de viguetas.....	119
1.1. Determinación de parámetros y límites de diseño (luces máximas y mínimas)	119
1.2. Definición de material de diseño	121
1.3. Esquema de elementos de sistema a proponer.....	122
1.4. Metrados de Cargas de diseño	125
2. Diseño de elementos principales del sistema de encofrado colgante de viguetas.	128
3. Costo individual de encofrado tipo vigueta colgante	148
4. Cálculo del costo de alquiler de sistema	154
5. Costo casos de estudio 1 y 2 Sistema propuesto de encofrado colgante de viguetas	155
6. IPERC de sistema propuesto de encofrado colgante de viguetas.....	160
CAPÍTULO VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	165
1. Análisis de resultados en cuanto a seguridad.	165
2. Análisis de resultados en cuanto a costos.....	168
2.1. Costo de encofrado de vigas prefabricadas caso 1	169
2.2. Costo de encofrado de vigas prefabricadas caso 2	170
2.3. Resumen de costos y análisis de resultados.....	171
CONCLUSIONES.....	176
RECOMENDACIONES	177

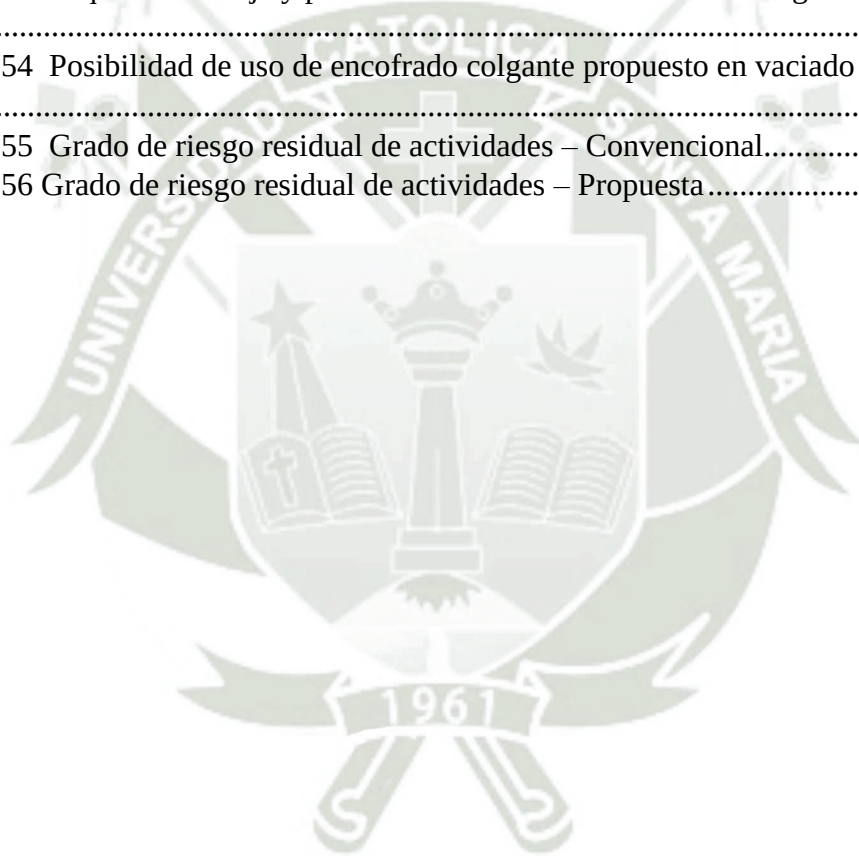
REFERENCIAS	178
ANEXOS	180



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de edificación objeto de estudio	37
Figura 2 Esquema de modulación de infraestructura de obra	39
Figura 3 Cuadro de áreas techadas	40
Figura 4 Esquema de distribución de primer nivel Módulos 1 y 2.	43
Figura 5 Esquema de distribución módulos 3,4 y 5.	44
Figura 6 Corte esquemático de Auditorio de módulo 1	46
Figura 7 Aligerado de módulo 1 primer nivel.	48
Figura 8 Armado de acero en viga principal VT-01 módulo 1 ejes G, I, K, L.....	50
Figura 9 Cuadro de detalle de Viga T ejes principales MODULO 1 ejes G, I, K, L	51
Figura 10 Cuadro de detalle de Viga L ejes principales MODULO 1 ejes E y N.....	51
Figura 11 Armado de acero en viga principal VL-01 módulo 1 ejes E' y N.....	52
Figura 12 Armado de acero en viga de pórticos secundarios VI-02 módulo 1 ejes 7 y 8	53
Figura 13 Corte esquemático de sala de monitoreo de módulo 3.....	55
Figura 14 Aligerado de mezanine "primer nivel" módulo 3	56
Figura 15 Aligerado segundo piso de segunda unidad de estudio.....	57
Figura 16 Armado de acero en viga principal VT-01 módulo 3 ejes 4 y 5.....	60
Figura 17 Cuadro de detalle de Viga T ejes principales MÓDULO 3 ejes 4 y 5.....	61
Figura 18 Cuadro de detalle de Viga L ejes principales MÓDULO 3 ejes 3 y 6.....	61
Figura 19 Armado de acero en viga secundaria V-01 módulo 3 ejes B y D	62
Figura 20 Cuadro de detalle de Viga V-01 ejes secundarios módulo 3	63
Figura 21 Plano de encofrado ejecutado CASO DE ESTUDIO 1	76
Figura 22 Corte longitudinal de encofrado ejecutado	77
Figura 23 Leyenda por colores de figuras 21 y 22	78
Figura 24 Diferencia de entablado entre aligerado y plataforma de apoyo.....	79
Figura 25 Planta de encofrado de módulo 3 caso de estudio 2.....	93
Figura 26 Vista en corte de encofrado en caso de estudio 2.....	94
Figura 27 Leyenda por colores de las dos figuras anteriores	95
Figura 28 Detalle de elementos de encofrado de losa segundo caso de estudio	96
Figura 29 Vista en corte de arriostramiento en vigas principales de caso de estudio 2	97
Figura 30 Detalle de T para fondo de Vigas.....	98
Figura 31 Encofrado típico de tapas de vigas principales	99
Figura 32 Izaje de Vigas T armadas en suelo.....	101
Figura 33 Viga T izada en Módulo 1.....	102
Figura 34 Nivel de riesgo e interpretación del mismo.....	114
Figura 35 IPERC método convencional (transporte de material)	115
Figura 36 IPERC método convencional (preparación de material).....	116
Figura 37 IPERC método convencional (encofrado de plataforma de apoyo y losas)	117
Figura 38 IPERC método convencional (arriostramiento).....	118
Figura 39 Peraltes o espesores mínimos de vigas no presforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones	119
Figura 40 Esquema general 3D de componentes de sistema propuesto en trabajo posterior de vaciado de losa.....	123
Figura 41 Vista inferior de esquema general 3D de componentes de sistema propuesto en trabajo posterior de vaciado de losa.....	124

Figura 42 Ancho de carga (tributario) de encofrado colgante en detalle de aligerado	125
Figura 43 Cuantificación de carga real en área de 15m ² en proceso constructivo posterior a vaciado de losas	127
Figura 44 Cargas finales de diseño.....	128
Figura 45 Sección inicial propuesta de encofrado colgante	129
Figura 46 Esquema de extensibilidad en diferentes luces de encofrado propuesto.....	130
Figura 47 Estructura Joist modelada en programa SAP2000	135
Figura 48 Estructura Joist resultados fuerzas axiales programa SAP2000	136
Figura 49 Estructura Joist resultado desplazamiento máximo (mm)	140
Figura 50 Estructura viga canguro resultados fuerzas axiales programa SAP2000	142
Figura 51 Deformación máxima VIGA CANGURO	143
Figura 52 Plano final de diseño de encofrado colgante (01 vigueta)	147
Figura 53 Esquema de izaje y proceso constructivo de encofrado colgante de viguetas.	151
Figura 54 Posibilidad de uso de encofrado colgante propuesto en vaciado tradicional	152
Figura 55 Grado de riesgo residual de actividades – Convencional.....	166
Figura 56 Grado de riesgo residual de actividades – Propuesta.....	167



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de operacionalización de variable dependiente	9
Tabla 2 Cuadro de operacionalización de variable independiente	10
Tabla 3 Riesgos en el proceso de encofrado.....	24
Tabla 4 Plazos mínimos en días para desencofrado	27
Tabla 5 Términos relacionados a cargas en edificaciones.....	28
Tabla 6 Condiciones geográficas.....	36
Tabla 7 Características de elementos estructurales de ejes “E”, “G”, “I”, “K”, “L”, y “N”	49
Tabla 8 Características de elementos estructurales de ejes “7” y “8”.....	49
Tabla 9 Características de elementos estructurales de ejes 3, 4, 5, 6	58
Tabla 10 Características de elementos estructurales de ejes B y D.....	58
Tabla 11 Características de insumos utilizados para plataforma de apoyo (Caso de estudio 1)	64
Tabla 12 Insumos (materiales) utilizados para plataforma de apoyo (Caso de estudio 1)	65
Tabla 13 Insumos (mano de obra y equipo) utilizados para plataforma de apoyo (Caso de estudio 1)	66
Tabla 14 Características de insumos utilizados para encofrado de vigas (Caso de estudio 1) ítems 1 a 7.....	67
Tabla 15 Características de insumos utilizados para encofrado de vigas (Caso de estudio 1) ítems 8 A 12	68
Tabla 16 Insumos (materiales) utilizados para encofrado de vigas (Caso de estudio 1) ítems 1 a 6.....	69
Tabla 17 Insumos (materiales) utilizados para encofrado de vigas (Caso de estudio 1) ítems 7 a 9.....	70
Tabla 18 Insumos (materiales) utilizados para encofrado de vigas (Caso de estudio 1) ítems 10 a 12.....	71
Tabla 19 Insumos (equipo y herramientas) utilizados para encofrado de vigas (Caso de estudio 1)	72
Tabla 20 Características de insumos utilizados para encofrado de losas aligeradas (Caso de estudio 1)	73
Tabla 21 Insumos (materiales) utilizados para encofrado de losas aligeradas (Caso de estudio 1)	74
Tabla 22 Insumos (materiales) utilizados para encofrado de losas aligeradas (Caso de estudio 1)	75
Tabla 23 Características de insumos utilizados para encofrado de plataforma de apoyo (Caso de estudio 2)	81
Tabla 24 Insumos (materiales) utilizados para encofrado de plataforma de apoyo (caso de estudio 2)	82
Tabla 25 Insumos (mano de obra y equipo) utilizados para encofrado de plataforma de apoyo (caso de estudio 2)	83
Tabla 26 Características de insumos utilizados para encofrado de vigas (Caso de estudio 2) ítems 1 a 7.....	84

Tabla 27 Características de insumos utilizados para encofrado de vigas (Caso de estudio 2) ítems 8 a 12.....	85
Tabla 28 Insumos (materiales) utilizados para encofrado de vigas (caso de estudio 2) ítems 1 a 6.....	86
Tabla 29 Insumos (materiales) utilizados para encofrado de vigas (caso de estudio 2) ítems 7 a 9.....	87
Tabla 30 Insumos (materiales) utilizados para encofrado de vigas (caso de estudio 2) ítems 10 a 12.....	88
Tabla 31 Insumos (mano de obra y equipo) utilizados para encofrado de vigas (caso de estudio 2)	89
Tabla 32 Características de insumos utilizados para encofrado de losas aligeradas (Caso de estudio 2)	90
Tabla 33 Insumos (materiales) utilizados para encofrado de losas aligeradas caso de estudio 2.....	91
Tabla 34 Insumos (equipos y herramientas) utilizados para encofrado de losas aligeradas caso de estudio 2.....	92
Tabla 35 Presupuesto de Plataforma de apoyo caso de estudio 1.	104
Tabla 36 Presupuesto de encofrado de vigas caso de estudio 1	105
Tabla 37 Presupuesto de encofrado de losas método convencional caso de estudio 1	106
Tabla 38 Presupuesto de plataforma de apoyo (falso piso) método convencional caso 2	107
Tabla 39 Presupuesto de encofrado de vigas método convencional caso de estudio 2	108
Tabla 40 Presupuesto de encofrado de losas por el método convencional caso de estudio 02.....	109
Tabla 41 Identificación de peligros y evaluación de riesgos en actividades de transporte de material	110
Tabla 42 Identificación de peligros y evaluación de riesgos en actividades de preparación de material.	111
Tabla 43 Identificación de peligros y evaluación de riesgos en actividades de carpintería en altura	112
Tabla 44 Parámetros de evaluación de riesgos	113
Tabla 45 Cálculo de luces máximas	120
Tabla 46 Carga muerta de diseño	126
Tabla 47 Metrado de cargas vivas de construcción sobre losa vaciada.....	127
Tabla 48 Propiedades de ángulos de alas iguales	133
Tabla 49 Propiedades de tubos estructurales.....	134
Tabla 50 Diseño a tracción en cordón inferior	137
Tabla 51 Diseño a tracción en montantes y diagonales.....	137
Tabla 52 Diseño a compresión en cordón superior	138
Tabla 53 Diseño a compresión en montantes y diagonales.....	138
Tabla 54 Cálculo de peso de Viga Joist por metro lineal	141
Tabla 55 Diseño tensión cordón inferior viga canguro	144
Tabla 56 Diseño tensión montantes y diagonales viga canguro	144
Tabla 57 Diseño compresión cordón superior viga canguro	145
Tabla 58 Diseño compresión montantes y diagonales viga canguro.....	145
Tabla 59 Metrado y resumen de acero de sistema de encofrado colgante (4.20 m)....	148

Tabla 60	Metrado y resumen de acero de sistema de encofrado colgante (1.20 m a 3.60m).....	149
Tabla 61	Metrado y resumen de acero de sistema de encofrado colgante (1.20 m a 3.60m).....	150
Tabla 62	Análisis de costos unitarios de elaboración de vigas canguro y joist para el sistema propuesto.	153
Tabla 63	Presupuesto total de encofrado de losas con sistema de encofrado colgante de viguetas caso de estudio 1	156
Tabla 64	Análisis de costos unitarios de presupuesto de sistema de encofrado colgante de viguetas caso de estudio 1.....	157
Tabla 65	Presupuesto Total de encofrado de losas con sistema de encofrado colgante de viguetas, caso de estudio 2	158
Tabla 66	Análisis de costos unitarios de presupuesto de sistema de encofrado colgante de viguetas caso de estudio 2.....	159
Tabla 67	Matriz IPERC propuesta de encofrado colgante - actividades de transporte de material	161
Tabla 68	Matriz IPERC propuesta de encofrado colgante - actividades de preparación de material	162
Tabla 69	Matriz IPERC propuesta de encofrado colgante - actividades de encofrado de losas en doble altura	163
Tabla 70	Matriz IPERC propuesta de encofrado colgante - actividades de arriostramiento.....	164
Tabla 71	Presupuesto de encofrado de vigas prefabricadas caso 01	169
Tabla 72	Presupuesto de encofrado de vigas prefabricadas caso 02	170
Tabla 73	Resumen comparativo de costos calculados para ambos casos de estudio con ambos métodos de encofrado	171
Tabla 74	Resumen comparativo de costos calculados por insumos.....	172
Tabla 75	Resumen comparativo de costos (insumo: material).....	173
Tabla 76	Resumen comparativo de costos calculados (insumo: mano de obra)	174
Tabla 77	Resumen comparativo de costos calculados (insumo: equipo)	175

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 APU de presupuesto de plataforma de encofrado convencional caso 1	180
Anexo 2 Listado total de insumos plataforma caso 1 convencional	183
Anexo 3 APU de encofrado de vigas método convencional caso de estudio 1	184
Anexo 4 Listado de insumos encofrado de vigas caso 1 – convencional	188
Anexo 5 APU de encofrado de losas método convencional caso de estudio 1	189
Anexo 6 Listado total de insumos de encofrado de losas método convencional caso 1	191
Anexo 7 APU de plataforma de apoyo por el método convencional caso de estudio 02	192
Anexo 8 Listado total de insumos Plataforma de apoyo método convencional caso de estudio 02	195
Anexo 9 APU de encofrado de vigas método convencional caso de estudio 02	196
Anexo 10 Listado total de insumos de encofrado de vigas método convencional CASO 02 ...	201
Anexo 11 Análisis de costos unitarios de encofrado de losas aligeradas con el método convencional	202
Anexo 12 Listado total de insumos de encofrado de losas método convencional caso 02	204
Anexo 13 Esquema de extensibilidad de sistema de encofrado colgante	205
Anexo 14 Esquema comparativo de sistema de encofrado colgante con sistema de placa colaborante	206

INTRODUCCIÓN

Los encofrados en las edificaciones son una actividad de suma importancia y relevancia en la ejecución de obra, tanto en calidad como en su productividad. Actualmente en la localidad de Arequipa, para edificaciones que cuentan con entresijos de doble altura se ejecutan sistemas precarios e inseguros de encofrado de losas en los cuales se utiliza el “doble apuntalamiento” con un nivel intermedio de apoyo (“falso piso”) pese a la existencia de sistemas más seguros como encofrado mediante cimbras (elevado costo de implementación y falta de capacitación), losas colaborantes (poco utilizadas a nivel de diseño estructural en edificaciones locales), viguetas premezcladas (escasa aplicación).

En la presente investigación, mediante la toma de datos respecto a ejecución de encofrado de losas con sistema de doble apuntalamiento, el procesamiento de dichos datos y la elaboración de un costo exacto de aplicación por caso de estudio, además del diseño de un encofrado colgante extensible de viguetas y el cálculo del costo de su eventual aplicación, se elaborará un análisis comparativo entre dicho proceso de encofrado de vigas y losas con doble apuntalamiento denominado “convencional” y un proceso que implica el uso de vigas prefabricadas y el encofrado colgante de viguetas propuesto para edificaciones con entresijos de doble altura.

La presente investigación está conformada por siete capítulos detallados a continuación:

Capítulo I: Planteamiento del estudio, capítulo que contiene la descripción del problema, objetivos de la investigación, justificación, viabilidad, alcance y limitaciones.

Capítulo II: Marco teórico, conformado por los antecedentes de estudio, definición de términos referentes a las edificaciones, materiales utilizados en edificaciones, su comportamiento, los procesos constructivos, uso de encofrados en procesos constructivos, conceptos relacionados al concreto y las bases legales relacionadas al presente estudio.

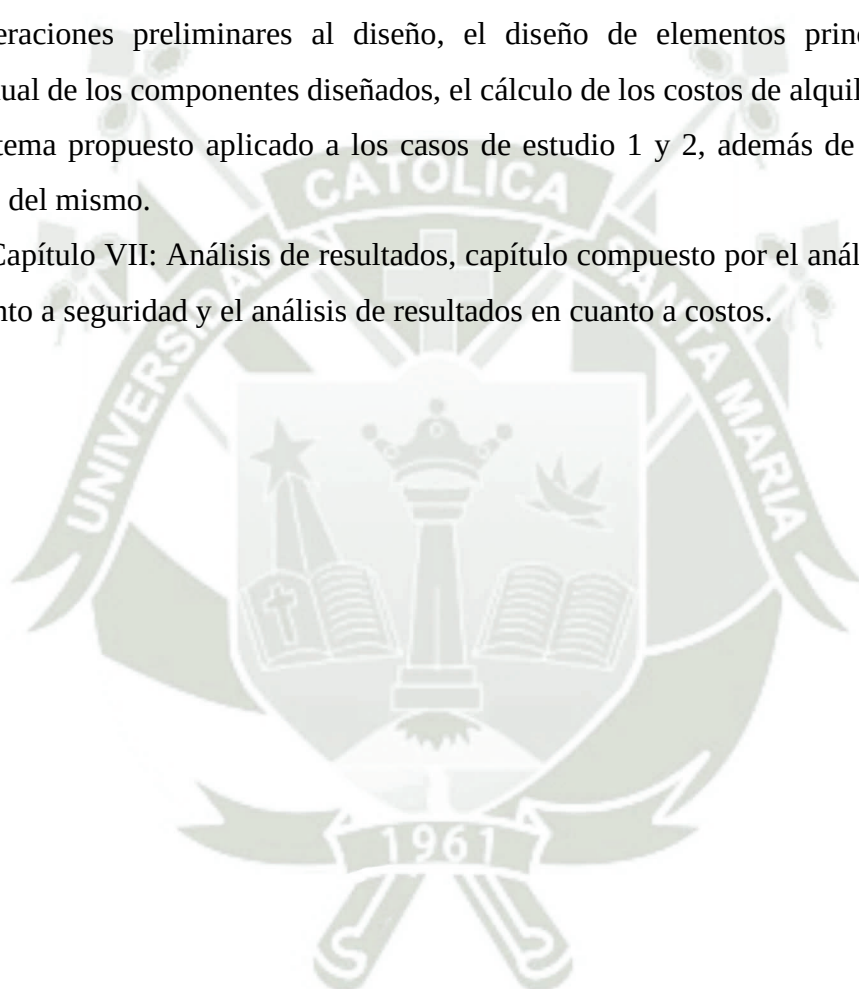
Capítulo III: Hipótesis y variables, conformado por la hipótesis general y la operacionalización de las variables.

Capítulo IV: Metodología, capítulo conformado por el tipo y diseño de la investigación y las técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizados.

Capítulo V: Desarrollo de la investigación, conformado por la descripción del proyecto que alberga los dos casos de estudio, la descripción de los dos casos de estudio, las partidas de análisis según el método convencional de encofrados de losas, los costos finales del encofrado convencional en cada uno de los casos de estudio y la evaluación de los riesgos de ambos casos.

Capítulo VI: Diseño de encofrado colgante, capítulo conformado por las consideraciones preliminares al diseño, el diseño de elementos principales, el costo individual de los componentes diseñados, el cálculo de los costos de alquiler y el costo total del sistema propuesto aplicado a los casos de estudio 1 y 2, además de la evaluación de riesgos del mismo.

Capítulo VII: Análisis de resultados, capítulo compuesto por el análisis de resultados en cuanto a seguridad y el análisis de resultados en cuanto a costos.



CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. Formulación del Problema

Los trabajos de encofrado son un hito importante en la construcción de edificaciones de concreto armado, influye de manera significativa tanto en los costos como en los tiempos de ejecución de las mismas, puesto que siempre son parte de la ruta crítica en la programación. En losas aligeradas, el proceso convencional de encofrado requiere de una minuciosa supervisión técnica, modulación de materiales de trabajo, mano de obra calificada además de implicar una serie de actividades que no son productivas para ejecutar de manera correcta el trabajo. Por lo tanto, es necesario implementar mejoras sustanciales en dicho proceso, aprovechando la gran cantidad de estudios y técnicas nuevas correspondientes a la industrialización de la construcción, como son, por ejemplo, los elementos prefabricados. A esto se le puede agregar la gran oferta de elementos que se encuentran hoy en nuestro medio, aplicables a la construcción, entre éstos principalmente tenemos la maquinaria especializada y la industria metal-mecánica que nos puede ayudar a mermar las desventajas del encofrado convencional utilizado desde hace mucho tiempo.

En las edificaciones de doble altura o de más de cuatro metros de altura, la dificultad del proceso convencional de encofrado en vigas y losas aligeradas incrementa considerablemente, en el ámbito de proceso constructivo, puesto que el trabajo ya es calificado como trabajo de alto riesgo al representar un peligro constante para todas las personas que intervienen directa o indirectamente en el proceso; por ende, tener en cuenta las medidas de seguridad respectivas ralentiza los trabajos y conllevan una mayor duración que deriva en un mayor costo del mismo.

Por otro lado, el encofrado convencional de vigas peraltas y losas aligeradas en edificaciones de las características mencionadas, es una estructura que deberá ser capaz de soportar cargas significativas de concreto fresco, para su construcción se necesita una mayor cantidad de insumos (mano de obra, materiales y herramientas), ya que, obligatoriamente se debe construir una plataforma o “falso piso” sobre el cual se procederá a levantar el encofrado convencional.

Tal plataforma implica un adicional que duplica los trabajos y riesgos en obra; además, el material disponible (tablas de madera para construcción y puntales metálicos extensibles) es escaso y podría no conseguirse y demorar más la ejecución del proyecto.

Asimismo, implicaría un aumento excesivo del acarreo horizontal y vertical de materiales, lo cual deriva en bajos rendimientos de las cuadrillas de trabajadores por fatiga y cansancio.

Todo lo expuesto anteriormente se podría resumir en tres aspectos importantes: la dificultad del proceso, la necesidad de aumento de personal calificado y de apoyo (operarios y peones) en las cuadrillas, y los bajos rendimientos de las mismas, que en consecuencia conlleva al retraso de la obra y a un incremento del costo de ejecución de la misma.

Para mitigar toda éstas desventajas en el presente plan de estudio se propone una mejora en el proceso de encofrado de vigas y losas de concreto armado, utilizando un sistema de vigas prefabricadas (posteriormente izadas en obra) y un sistema de encofrado colgante de viguetas que permitan acortar la brecha entre los trabajos realizados a nivel de suelo y los realizados en alturas, para dar mayor seguridad a los trabajadores y garantizar los mismos comportamientos estructurales que los obtenidos convencionalmente (vaciado monolítico), incluso mejorando dichas características al tener la capacidad de controlar mejor los aspectos de la conformación del concreto armado, como en el encofrado, vibrado de concreto, entre otros.

De no atacar este problema y no aprovechar las ventajas de la industrialización de la construcción y el desarrollo tecnológico de la misma, los sistemas constructivos de nuestro medio no evolucionarán y no serán capaces de satisfacer el incremento de las necesidades de construcción de la sociedad en la ciudad, además de mantenerse los elevados riesgos de trabajo, costos e incluso afección al medio ambiente (utilización de madera) cuyos efectos son consecuentes en la sociedad.

2. Objetivos de la investigación

2.1. Objetivo General

Realizar un análisis comparativo entre el proceso convencional del encofrado de vigas peraltadas y losas aligeradas y el proceso de vigas prefabricadas y encofrado colgante de viguetas en edificaciones con entrepisos de doble altura.

2.2. Objetivos Específicos

- Analizar el procedimiento convencional del encofrado de vigas peraltadas y losas aligeradas en entrepisos de doble altura para identificar los puntos críticos de optimización (mano de obra, materiales, herramientas, factor seguridad).
- Evaluar el proceso de vigas prefabricadas y encofrado colgante de viguetas en entrepisos de doble altura e identificar los beneficios en cuanto a costo y seguridad que ofrecería dicho sistema; sustentando todos los elementos a diseñar del sistema de optimización con vigas prefabricadas y encofrado colgante de viguetas, técnicamente y a nivel de investigación.
- Analizar el beneficio global que otorgaría dicho proceso/sistema de encofrado a utilizar.

3. Justificación de la investigación

3.1. Justificación en la construcción

El aporte de la presente investigación, está relacionado con la mejora de la eficiencia y productividad del encofrado, puesto que se optimizarían las partidas críticas del mismo, principalmente en cuanto a conformación de falsos pisos (plataforma de entrepiso) y sistemas de apuntalamientos dobles, dichas mejoras obtenidas con el sistema de encofrado colgante de viguetas, se materializarían en la disminución de tiempos y recursos (mano de obra, materiales y equipos).

Además, el presente estudio también identificaría las ventajas del proceso constructivo de vigas prefabricadas tanto en tiempos y recursos como en la calidad de elemento estructural final y la seguridad en la ejecución de trabajos, así se puede mencionar: la precisión del encofrado, el vibrado de concreto fresco, el curado del concreto fraguado, y la disminución de los riesgos en los procesos constructivos.

3.2. Justificación Tecnológica

El nuevo método a proponer se justifica tecnológicamente, principalmente porque se evitarían los riesgos de desplome basándose en un sustento teórico que asegure la calidad de los elementos estructurales. Además, se evitaría el exceso de costos materiales correspondientes al uso tradicional o convencional de encofrados con apuntalamientos dobles (plataformas) o arriostramientos especiales, influyentes en edificaciones con entresijos de doble altura. Además, se abre campo al uso de elementos prefabricados en la ciudad, en edificaciones de mediana envergadura (sólo se ve utilizado el sistema de elementos prefabricados en puentes y obras similares), lo cual podría desarrollar tecnológicamente la construcción en Arequipa mediante la “industrialización” de la misma.

3.3. Justificación Ambiental

La presente investigación obtendrá información concluyente relevante sobre una de las partidas más incidentes en la construcción local como lo es el encofrado de vigas y losas, dicha partida afecta directamente al medio ambiente puesto que en el medio de estudio (construcciones en Arequipa), se utiliza en su gran mayoría la madera para realizar ésta actividad, es así que, con el consumo indiscriminado a lo largo del tiempo ya se ha visto escasear varios tipos de madera que se utilizaban antes con normalidad como por ejemplo la madera “tornillo”. Se apunta, en parte, a reducir la materia prima utilizada en esta actividad, de tal manera que se genere un impacto ambiental positivo si se llega a aplicar las técnicas de estudio a gran escala.

3.4. Justificación Social

La propuesta de mejora beneficia a la sociedad en el sentido que, al desarrollarse el campo constructivo tecnológicamente, la sociedad desarrollará profesionales competitivos e innovadores, capaces de resolver problemas y prever riesgos en un ámbito de trabajo en el que el peligro es constante. Dicho desarrollo se verá reflejado en las edificaciones de la ciudad, que avanzaría en múltiples aspectos debido al desarrollo tecnológico en la construcción.

3.5. Justificación económica

En el ámbito económico la justificación se ve reflejada claramente en la prevención de riesgos, que, muchas veces no es notada hasta que sucede un accidente, el impacto puede solo ser económico (si no hay accidentes fatales) contando con pérdidas significativas que pueden o no llevar a una empresa a fracasar totalmente, o pasar a problemáticas mayores. Además del ahorro de insumos que implicaría la ejecución de la propuesta del presente estudio.

3.6. Justificación política / institucional

Como institución, abriría el campo de investigación a la innovación de técnicas que actualmente se encuentran “consolidadas” y sus gastos, insumos y factores de riesgo que generan se toman por sentados. La presente investigación aportaría reinventando una actividad en la construcción, viéndola desde una perspectiva distinta, como medio de optimización de la construcción. Así mismo esta investigación servirá de guía a futuros investigadores.

3.7. Justificación ética

A través del presente plan de estudio se buscará optimizar procesos constructivos aplicados a obras de la localidad, con lo cual, se obtendrán beneficios en dimensiones importantes de dichos procesos constructivos utilizando los insumos en el medio, de tal manera que se genere un impacto positivo en el desarrollo profesional de la ciudad.

Así mismo, se aplicarán y cumplirán todas las normativas necesarias y estándares de calidad correspondientes a todos los componentes de estudio y se hará correcto uso de la información relacionada a la investigación y su autoría.

4. Viabilidad

El presente Proyecto de tesis es viable puesto que el investigador se encuentra laborando en una empresa constructora que viene realizando y proyectando edificaciones con las mismas características de las que son objeto de estudio, de tal manera que la información completa de los procesos convencionales de encofrado es accesible. La recopilación de datos se realizará en dicha empresa constructora.

5. Alcance

- Se tiene información de primera mano al alcance, cuadrillas, tiempos de ejecución, cantidades de mano de obra, equipos y herramientas, puesto que el investigador se encuentra laborando en una empresa que viene ejecutando y proyectando edificaciones con las características objetos de estudio.
- Se motivará al sector local de construcción a innovar en procesos constructivos con los recursos que se tiene al alcance, de tal manera que las empresas constructoras del medio local, que ejecutan principalmente obras del estado a nivel de municipios, cuenten con procesos nuevos que les permitan optimizar la construcción a este nivel sin necesidad de invertir en otros procesos de mayor costo que están al alcance de empresas mucho más importantes en el rubro.
- De obtener resultados favorables con el análisis comparativo realizado, se tendrá como consecuencia la mejora del proceso de encofrado sustancialmente en dos factores muy importantes en el nivel de las constructoras de estudio (medio local): LA SEGURIDAD Y LA CALIDAD, puesto que los trabajos propuestos plantean un mayor control de calidad y trabajos una reducción importante de los trabajos de riesgo en altura.

6. Limitaciones

- Los beneficios del sistema de encofrado a proponer, motivo del presente estudio, serán sustentados con todos los recursos que se tiene como alcance sin embargo no serán aplicados a la obra (caso de estudio).
- La estimación de tiempos de trabajo y rendimientos (principalmente de los encofrados de vigas prefabricadas) estará basada en trabajos similares de encofrado a nivel de suelo, no corresponderán a valores exactos sin embargo se tomará en cuenta dicha brecha con factores de seguridad.
- Se planteará un análisis comparativo entre dos sistemas de encofrado específicos, el propuesto en el presente plan implicará utilizar los recursos de mano de obra, materiales y herramientas existentes en la ciudad de Arequipa, para la ejecución de un estudio.

7. Hipótesis

7.1. Hipótesis General

Dado que se realizará un análisis comparativo entre el proceso convencional de vigas peraltadas y losas aligeradas y el proceso de vigas prefabricadas y encofrado colgante de viguetas en edificaciones con entresijos de doble altura es probable que se obtengan mejoras en la productividad, eficiencia y calidad además de la reducción de insumos necesarios (mano de obra, material y equipo) en dichas edificaciones.

8. Operacionalización de las variables

A continuación, se presentan las dimensiones e indicadores tanto de la variable dependiente como de la independiente de tal manera que se puedan identificar los parámetros de cada una.

Tabla 1

Cuadro de operacionalización de variable dependiente

Variable	Dimensiones	Indicadores
Encofrado de vigas peraltadas y losas aligeradas en espacios de doble altura.	Procedimiento de ejecución	Características del proceso Nivel de seguridad del proceso
	Materiales y equipos	Cantidad de materiales Características de equipos
	Costos por partidas	Características de materiales Costo de mano de obra Costo de materiales
Variable dependiente	Tiempo por partidas	Tiempo de ejecución

Nota. Identificación de variable dependiente

Tabla 2
Cuadro de operacionalización de variable independiente

Variable	Dimensiones	Indicadores
Vigas prefabricadas y encofrado colgante de viguetas	Especificaciones técnicas	Análisis de componentes Diseño de elementos Descripción y comprobación de resultados de análisis Cantidad de materiales
	Materiales y equipos	Características de equipos
	Procedimiento de ejecución	Características de materiales Características del proceso Nivel de seguridad del proceso Nivel de eficiencia de la ejecución
		Costo de mano de obra
	Costo y tiempo por partidas	Costo de materiales
Variable independiente		Tiempo de ejecución

Nota. Identificación de variable independiente

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

1. Antecedentes de la investigación

Barroso (2019). Diseño estructural y Análisis económico entre encofrado tradicional de columnas y un encofrado alternativo basado en la presión que ejerce el concreto, Universidad Cesar Vallejo, Chimbote, Perú.

El objetivo principal de la investigación mencionada fue determinar las diferencias desde el punto de vista estructural y económico entre el encofrado tradicional de columnas y un encofrado alternativo basado en la presión que ejerce el concreto. Como instrumento se utilizó una guía de recolección de datos, así como el análisis de los mismos. Dicho estudio fue aplicado a un tipo de columna cuadrada promedio utilizado de medidas de 25 centímetros de lado con altura de 2.40 metros; llegándose a la conclusión principal que el uso de la técnica alternativa de encofrado propuesta es 28.26% veces más económico. Esta investigación es importante porque compara y analiza la diferencia entre un sistema convencional de encofrado y uno propuesto, obteniendo resultados favorables; al igual que se pretende en el presente plan de estudio, variándose el elemento estructural y el sistema de encofrado a proponer.

Perca (2015). Estudio y Análisis costo-beneficio de la aplicación de elementos prefabricados de concreto en el casco estructural del proyecto “TOTTUS GUIPOR”, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

El estudio referido tuvo como objetivo principal realizar un análisis comparativo de la construcción del casco de un proyecto que fue realizado en más de un 70% con prefabricado de concreto, frente a un sistema convencional. Para desarrollar la investigación se analizaron los costos de proyectos similares con sistemas constructivos convencionales, con dicha información se elaboró un presupuesto estimado de la obra construida convencionalmente (vaciados in situ) y se contrastó las variables más importantes de ambos presupuestos (costos y tiempos de ejecución). El estudio fue aplicado al proyecto “Tottus Guipor – Los Olivos” en la ciudad de Lima, Perú. Se concluyó de dicha investigación que implementar elementos prefabricados en el proceso constructivo de edificaciones conlleva muchos beneficios y ventajas al compararlo con el sistema convencional de vaciado in situ.

Es un antecedente importante puesto que muestra las ventajas de utilizar elementos prefabricados en edificaciones en el medio peruano, además de dar lineamientos respecto al comportamiento estructura de los mismos.

Valdez (2015). Estudio de la adherencia en la unión de hormigón nuevo con hormigón viejo en vigas de hormigón sometidas a flexión, Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Tarija, Bolivia.

La investigación asumió como objetivo principal establecer el método de adherencia más eficaz técnica y económicamente entre concretos de diferentes edades en vigas sometidas a flexión. Como instrumento se elaboraron probetas de ensayo con tres tipos de materiales adherentes (leche de cemento o “lechada de cemento” como se conoce en el medio peruano, y aditivos químicos SIKADUR 32 GEL y Colma Fix 32 especiales para dichas adherencias. El estudio entonces, se aplicó a dichas probetas, sometiéndolas a cargas de flexión y compresión y, comparándolas con probetas monolíticas elaboradas como “probetas patrón”. Se llegó a la conclusión que la “lechada” de cemento es el material más eficaz para la adherencia en vigas sometidas a flexión visto desde un punto de vista técnico y económico y puede reemplazar a los aditivos químicos. Este estudio es de suma relevancia para los objetivos del presente plan de estudio puesto que, le da una base técnica para considerar la mejor técnica de adherencia, económicamente hablando, además, el estudio de referencia está aplicado a los mismos elementos estructurales que intervendrán en la propuesta de mejora de encofrados (Vigas sometidas a flexión) y la elección de dicho material de adherencia entre elementos prefabricados y vaciados in situ influirá en la productividad final del sistema propuesto.

Bedriñana (2021). Recomendaciones técnicas para el diseño de estructuras emulativas de concreto prefabricado para edificios en zonas sísmicas, Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la construcción SENCICO, Lima, Perú.

El objetivo principal de la investigación de referencia fue cubrir la brecha de investigación técnica en nuestro medio que permitan conceptualizar y diseñar soluciones de concreto prefabricado de carácter emulativo. Analizándose diferentes edificaciones elaboradas con sistemas prefabricados, que fallaron en zonas sísmicas, llegándose a la conclusión de que es posible realizar conexiones entre sistemas prefabricados y vaciados in situ que emulen las conexiones del sistema convencional de vaciado.

Dicho estudio es importante, puesto que influye en el presente plan de estudio, dándole nociones técnicas del comportamiento estructural de elementos prefabricados, principalmente para los fines del mismo, en las uniones viga vigueta, de donde se podrá referenciar materiales y técnicas a utilizar para la aplicación de la propuesta de mejora influirá en la productividad de la misma.

Vásquez (2017). Proceso de producción de losas aligeradas bajo el enfoque de LEAN CONSTRUCTION, Universidad Privada del Norte, Cajamarca, 2017.

La investigación tuvo como objetivo principal evaluar el proceso de producción de losas aligeradas bajo el enfoque de Lean Construcción, en la ciudad de Cajamarca. Como instrumento de medición se utilizó la observación continua y a detalle de los tiempos productivos, contributorios y no contributorios de cada una de las partidas que intervienen en la construcción de losas como elementos estructurales. La investigación fue aplicada a cuatro viviendas de la ciudad y se llegó a la conclusión de que las partidas que más influyen en el proceso de construcción de losas y por ende en sus fallas, son el encofrado y el vaciado de concreto. Dicha investigación resulta importante para el presente plan de estudio debido a que analiza las partidas de inferencia en losas (elemento estructural a ser optimizado por la presente investigación) a detalle con cartas balance, obteniendo rendimientos reales de obra y principalmente la causa de que dichos rendimientos sean altos o bajos, de aquí se desprenderán, como consecuencia, comparaciones reales de procesos en dichas partidas relevantes en la construcción de losas y finalmente se podrá evaluar en cierto aspecto, si la presente propuesta de mejora con vigas prefabricadas y encofrado colgante de viguetas, es beneficiosa para los procesos constructivos referidos.

Sanabria (2017). Análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicional y prefabricado de losas de entrepiso para edificaciones de hasta 4 niveles, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, 2017,

La investigación tuvo como objetivo principal identificar las ventajas y desventajas derivadas de un análisis comparativo de los sistemas de encofrados convencionales y prefabricados en losas de entrepisos comunes. Se utilizó como instrumento de análisis la verificación de parámetros de diseño de un caso de estudio en una vivienda en Bogotá de cuatro niveles, de tal manera que se analizaron y cuantificaron las diferencias entre ambos sistemas.

Se llegó a la conclusión principal de que los sistemas prefabricados son más efectivos en cuanto a parámetros importantes como calidad de los materiales, programación de obra y sustentabilidad. La investigación resulta importante porque aportaría en el presente estudio brindando una perspectiva de la metodología de un análisis comparativo entre sistemas constructivos.

2. Definición de Términos Básicos

2.1. Elementos estructurales en edificaciones

2.1.1. Sistemas estructurales

Montezuma (2015) define un sistema estructural como un conjunto de elementos estructurales conformado de tal manera que sea capaz de soportar aplicaciones de carga y descarga sin tener cambios apreciables en la geometría de todos los elementos que forman parte de él.

Entre los tipos de sistema estructural se encuentran los sistemas elaborados con concreto armado (hormigón armado).

2.1.1.1. Materiales utilizados en sistemas estructurales

El acero como material de construcción, se utiliza en los sistemas de concreto armado, ya sea como material de la estructura construida (acero de refuerzo en elementos: columnas, vigas, etc.) o como material indispensable para elementos de trabajo en los procesos de construcción que no necesariamente formarán parte del elemento construido (material de encofrado metálicos, arriostramiento, andamiaje, etc.)

Como refieren D'Amico et al. (2017) el acero se utiliza como material en gran variedad de edificaciones (casi todas) puesto que tiene muchas ventajas con respecto a otros materiales siendo el más versátil, fuerte y resistente al envejecimiento en todos los tipos de sistema estructural, además es el más confiable respecto a “calidad” puesto que es un material completamente industrializado, elaborado con controles exigentes de composición, forma y fabricación, además, cuenta con las cualidades importantes adicionales como: No ser combustible, no pudrirse y mantener estabilidad dimensional con el tiempo y cambios de temperatura, asimismo, tiene como desventaja su rápida absorción del calor y la pérdida de resistencia con el mismo.

2.1.1.2. Hormigón o Concreto armado

Para definir el concreto armado primero se tiene que precisar lo que es concreto en términos de construcción, es así que Budenheim, (s.f.) define el concreto como:

Una mezcla de materiales como la arena, grava y gravilla (también llamados agregados), y cemento, que sirve como aglutinante. El concreto es un material que para endurecer sólo necesita agua durante el mezclado, es por eso que también puede ser utilizado bajo el agua. Puede tomar casi cualquier forma si se vierte en un molde o encofrado y se transforma en piezas prefabricadas para la construcción (sección de concreto, párr.2)

Como refieren Canciani et al. (2009) la producción del concreto es un proceso delicado, por lo cual, su producción generalmente se realiza en un lugar especializado para finalmente ser trasladado a la obra de la cual formará parte, además su resistencia (a la compresión) depende de la calidad y dosificación de los elementos que lo conforman.

El hormigón o concreto armado es un material conformado por concreto simple y acero estructural de refuerzo, por lo tanto, será capaz de resistir esfuerzos de compresión por parte del concreto y esfuerzos a tensión por parte del acero estructural (Arqhys Arquitectura, 2023).

2.1.1.3. Acero de refuerzo y estructuras de acero.

El acero de refuerzo en el concreto armado es aquel material utilizado para el reforzamiento del concreto simple, formando elementos que serán capaces de resistir esfuerzos de tensión y compresión; dicho material deberá cumplir requisitos según las normas técnicas peruanas correspondientes (ACEROS AREQUIPA, s.f.)

Sobre las estructuras integralmente de acero se puede decir que se utilizan para cubrir grandes luces o espacios y para edificaciones de gran altura por lo tanto normalmente se utiliza en puentes, naves industriales y estructuras especiales como torres de energía y comunicaciones (Canciani et al. 2009).

2.1.1.4. Mampostería

Souza (2020) define la mamposteria como un sistema en el que los muros que forman parte de la edificación cumplen la función estructural, dichos muros podrán ser de bloques, ladrillos o piedras, estos elementos pueden estar conectados por un mortero aglutinante conformado por cal, cemento o adhesivos sintéticos, es así que con dicha disposición se considerará los muros descritos como portantes.

2.1.1.5. Madera en encofrados.

MAFRESA (2021) refiere que el encofrado es la técnica de moldeado del hormigón o concreto armado de mayor utilización en la construcción, debido a que con él se puede obtener diferentes tipos de resultados y formas gracias a la flexibilidad del molde a utilizar, dicha técnica utiliza la madera como principal material para conformar este molde, asimismo, dice que la madera es uno de los principales materiales con el que se realiza el molde que dará la forma al concreto armado, por lo descrito, deberá ser un material adecuado que cumpla con características de resistencia, rigidez, estanqueidad y baja adherencia.

Actualmente en el medio de construcción peruano se sigue utilizando en grandes cantidades generando impacto ambiental negativo.

2.1.2. Comportamiento de materiales utilizados en sistemas estructurales.

2.1.2.1. Materiales elásticos.

Arqhys Construcción (2023) dice que los materiales elásticos son aquellos que recuperan su forma inicial cuando cesa la carga o esfuerzo que los deformaron, están referidos a todos los sólidos y siguen la ley de hooke, no obstante al aplicarse una fuerza externa que supera determinado valor el material quedará deformado y ya no seguiría la ley de hooke antes mencionada ; conviene recordar que el máximo esfuerzo que soporta el material antes de deformarse permanentemente se conoce como limite de elasticidad.

2.1.2.2. Materiales linealmente elásticos.

Canciani et al. (2009) definen el comportamiento de los materiales como linealmente elásticos cuando la deformación que sufre es directamente proporcional a la magnitud de la carga de deformación aplicada, entre los más comunes y utilizados tenemos el acero, el hormigón, la mampostería, la madera entre otros, por otro lado, se indica que superado el límite elástico la deformación del elemento deja de ser proporcional a la carga aplicada, en este estado se encuentran dos posibilidades:

Fluencia y rotura dúctil cuando el material experimenta grandes deformaciones con incrementos bajos de carga, en ese sentido conviene especificar que la tensión en este estado se denomina “límite de fluencia”. Al incrementarse la tensión incluso más allá del límite de fluencia se producirá la rotura (límite de rotura), ésta rotura es la llamada “rotura dúctil” puesto que se producen grandes deformaciones antes de la misma. Este tipo de rotura es el más conveniente y utilizado en los sistemas estructurales.

Rotura frágil es la rotura producida repentinamente cuando se supera el límite de fluencia, generalmente no se utilizan materiales que cuenten con este tipo de rotura en sistemas estructurales, puesto que es repentina y no se puede prevenir a diferencia de la rotura dúctil.

2.1.2.3. Materiales plásticos

Canciani et al. (2009) define que: “un material se comporta en forma plástica cuando la deformación que experimentan ante la acción de una carga, no cesa al desaparecer la misma” (sección de materiales plásticos, párr.1)

2.2. Alcance sobre el Sistema aporticado en edificaciones

El sistema aporticado en edificaciones es un sistema estructural conformado por columnas, vigas y en algunos casos placas (dual) de capacidad de resistencia a fuerzas laterales o sísmicas, en el cual los muros y elementos interiores no soportan cargas y se utilizan simplemente para la conformación de espacios arquitectónicos o de uso.

Silva (2022) precisa que es el sistema que permite la mayor libertad arquitectónica y por lo tanto es el más utilizado en el medio, sin embargo define que es un sistema en el que se deben cuidar principalmente la conformación de los nudos de los cuales dependerá el desempeño de todo el sistema.

Asimismo, Silva (2022) indica que con las dimensiones de las vigas y columnas del sistema aporticado se controlan los desplazamientos permisibles (derivas) ocasionados por las cargas horizontales y por ende los daños bajo efectos sísmicos. En consecuencia y para sacarle el mayor provecho a la estructuración se deberá elaborar un proyecto coordinado en el cual se tengan las menores interrupciones posibles por la distribución arquitectónica (patios o escaleras) de tal manera que se desarrolle una rigidez considerablemente correcta. Más aun indica que existen una serie de factores que podrán ser beneficiosos o no para el uso de éste sistema como la regularidad en luces entre columnas o crujías ya que de esto dependerá el refuerzo requerido en luces cortas (seguidas de luces largas) o viceversa.

Torin (2014) define 4 principales componentes de un sistema aporticado en edificaciones según sus características:

- Elementos superficiales: los cuales tienen como principal parámetro su espesor, puesto que están diseñado para cubrir áreas, dicho parámetro será el principal condicionante de su diseño.
- Elementos lineales horizontales: son básicamente las vigas y el parámetro principal condicionante de diseño son dos; la sección de las misma (concreto) y el diámetro y área del acero de refuerzo.
- Elementos verticales o soportes: definidos también por su sección y el área de acero de refuerzo.
- Material estructural: definido en el concreto armado por la proporción acero/hormigón.

2.3. Industrialización en la construcción

Como afirma Quintana (2020) la industrialización de la construcción es un término idealizado que se ha mencionado en los últimos tiempos, está referida a sustituir técnicas repetitivas y de amplio grado de laboriosidad por técnicas como la prefabricación y modularidad (hasta ahora primitiva) que aún no son ampliamente aceptadas por la falta de preparación industrial y tecnológica, en consecuencia, está aún lejos de ser alcanzada.

Sin embargo y respecto al tema de estudio de la presente investigación se ubica los conceptos de prefabricación de elementos de concreto armado (en este caso) dentro del concepto de industrialización.

Como concepto también se podría decir que es la correlación entre la construcción y la fabricación utilizando la experiencia de industrial para la producción en masa de tal manera que se diseñen y construyan obras complejas y personalizadas. Visto desde la profesión de la ingeniería civil es un concepto ambicioso, aun así, el desarrollo de herramientas para la profesión, el desarrollo de la tecnología de ingeniería y la digitalización disminuye la brecha para alcanzar desarrollar y aplicar íntegramente este concepto.

2.4. Ventajas y Desventajas de Elementos Prefabricados.

Según CONSTRUMATICA (Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción) (2021) las ventajas más significativas del concreto premezclado radican en aspectos técnicos y económicos como se explica a continuación:

Aspectos técnicos:

- Calidad de los materiales: Al tener maquinaria para la construcción de estos elementos, la calidad de los mismos suele ser mejor, se controlan las dosificaciones y componentes del hormigón armado, además de contar con precisión geométrica.
- Mayor resistencia de los elementos: Al fabricarse moldes y poder realizar en el caso de elementos de concreto, procesos constructivos más controlados como la vibración.
- Seguridad del proceso constructivo: Se reducen los riesgos y peligros en los procesos constructivos de fabricación de elementos (Armado de acero, encofrado, vaciado de concreto propiamente dicho)

Aspectos económicos:

- Reducción en los plazos de ejecución: Se disminuyen los tiempos en blanco entre procesos convencionales como por ejemplo los tiempos de desencofrado. Además de que se agiliza el ritmo de trabajo por la producción sistemática de elementos en serie.

- Reducción de equipos de obra: Se prescinde de algunos materiales utilizados en los sistemas convencionales de encofrado como andamios y objetos relacionados a su uso.

En cuanto a las desventajas, de la misma manera se pueden agrupar según su incidencia:

Aspectos técnicos:

- Aspecto Estructural: Podrían producirse fallas en los nudos de anclaje, los cuales podría decirse que son el punto débil de dichas edificaciones.
- Fabricación: Es muy importante definir bien las instalaciones que implican conexiones o interferencias con los elementos estructurales prefabricados.
- Manipulación y transporte: Los elementos sufren estados de carga transitoria durante el transporte e izaje que podrían afectar la resistencia final del elemento. Además, en todo proyecto es necesario corroborar que se tenga espacio para la manipulación y transporte.

Aspectos económicos:

- Montaje: Se necesitará de equipo pesado para la manipulación y transporte cuyo costo podría ser de consideración.

2.5. Rendimientos y productividad en partidas de construcción

Botero (2002) define el rendimiento de mano de obra como la cantidad de obra y o actividad realizada completamente por una cuadrilla conformada por operarios de diferentes especialidades, además se indica que el consumo de mano de obra es la cantidad de recursos humanos (de diferentes especialidades) empleados para efectuar una unidad de actividad determinada.

2.6. Factores de afectación

Botero (2002) también indica que los rendimientos pueden estar afectados por varios factores a considerarse como pueden ser: la economía general del lugar donde se desarrolla el proyecto, aspectos laborales, clima, la actividad propiamente dicha, el equipamiento, la supervisión a cargo y el trabajador que ejecuta las labores.

2.7. Base de datos de rendimientos en la construcción

Como refieren Remolina y Polanco (2014) es un registro de datos sobre las actividades en la construcción, donde se plasman datos de mano de obra, equipo y herramientas contabilizadas directamente en la ejecución de la actividad, dicha toma de datos es importante para la elaboración de costos y presupuestos y el control de costos al momento de ejecutar un proyecto.

2.8. Encofrados en procesos constructivos

Termiser (2018) define encofrados como los moldes o el molde que le dará forma al hormigón fresco o húmedo, dicho término incluye toda la estructura necesaria de soporte de dicho hormigón fresco, así podemos tener una variedad de tipos encofrados para los diferentes propósitos. Generalmente está hecho de madera o acero y la superficie de contacto de dichos materiales dependerá del acabado deseado en el proceso constructivo, además, la resistencia de esta estructura deberá ser tal que no sufran distorsiones o deflexiones significativas.

Termiser (2018) también indica que el encofrado se utiliza desde el comienzo del uso del concreto armado y se dice que es temporal cuando se elimina o retira cuando el hormigón adquiere la resistencia requerida de desencofrado, aunque en algunas ocasiones puede dejarse como parte de la estructura en cuyo caso sería denominado encofrado permanente.

2.9. Clasificación de los encofrados

Los encofrados se pueden clasificar según distintos criterios como tipo de acabado del concreto, número de usos, formas de uso o por los materiales que lo conforman, a continuación se detallará la clasificación por los materiales utilizados siendo de mayor importancia respecto al tema del presente estudio, ya que se estudiará una nueva propuesta de encofrados para losas aligeradas, por lo expuesto anteriormente es importante revisar las características más importantes de los materiales utilizados en éstos sistemas.

Encofrados.org (s.f) alude que dentro de los materiales utilizados para encofrados, clasificados por sus materiales tendremos los siguientes:

- Encofrados de madera: siendo el más antiguo y utilizado a lo largo del tiempo, es el más flexible de aplicación, no obstante, el estado de la madera utilizada debe ser revisado cuidadosamente. Además, tiene poca vida útil para su reutilización y demandan mucho tiempo de mano de obra requerida en grandes proyectos.
- Encofrado de madera contrachapada: correspondiente a planchas de madera fabricada (no natural) con la cual se pueden adquirir ciertas ventajas respecto a la madera natural como el acabado liso y la mayor vida útil de las planchas utilizadas, además de ahorro de tiempo en encofrado y desencofrado.
- Encofrado metálico (acero): es aquel que está conformado por planchas de acero unidas en sus bordes por ángulos de acero, los módulos se pueden unir mediante el uso de pernos y tuercas. Como ventaja principal tiene una larga vida útil, por lo cual está ganando mayor popularidad a pesar de su costo, entre otras ventajas se puede decir que este tipo de encofrado ofrecen superficies de acabados muy lisas, resistencia al agua, puede ser utilizado más de cien veces, no absorbe el contenido de humedad del concreto armado (a diferencia de la madera) y es muy versátil a la hora de utilizar.
- Encofrado de aluminio: Es un sistema con características similares a las del encofrado de acero, sin embargo, el material utilizado (aluminio) tiene menor resistencia a la del acero lo cual debe ser considerado al momento de diseñar el encofrado, ahora bien, su densidad es menor frente al encofrado de acero por lo tanto es más ligero.
- Encofrados de plástico: Son encofrados conformados por paneles robustos de plástico entrelazado, funcional en proyectos pequeños y repetitivos como proyectos de vivienda masiva.

2.10. Riesgos en el proceso de encofrado

El proceso de encofrado como tal (incluyendo diferentes tipos de estructuras a encofrar, materiales utilizados, número de usos, etc) conlleva riesgos importantes para las personas que lo realizan, en el presente estudio se evaluarán y compararán los riesgos de el encofrado convencional y la propuesta a plantearse por lo tanto es necesario especificar, identificar y describir los tipos de riesgos.

OSALAN. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales (2007) describe los riesgos de la siguiente manera.



Tipo de Riesgo	Descripción
Caídas (personas) a distinto nivel	Caidas desde alturas y a profundidades
Caídas (personas) en el mismo nivel	En lugares de paso o superficies de trabajo
Caídas por desplome o derrumbamiento de objetos	(Estructuras elevadas, andamios, tabiques, pilas de materiales, etc.)
Caída por manipulación (objetos)	Caida de objeto sobre un trabajador durante trabajos o transporte y elevación por medios manuales o mecánicos. El accidentado es la misma persona a la que le cae el objeto en manipulación.
Caída de objetos desprendidos	Posibilidad de desprendimiento de objetos que no se están manipulando.
Pisadas sobre objetos	Riesgo de lesiones por pisar o tropezar con objetos en el suelo (sin producir caída)
Choques contra objetos inmóviles	Es el trabajador el que se golpea con un objeto inmóvil.
Choques/ contacto con objetos móviles	Posibilidad de ser golpeado por partes móviles maquinaria fija y/o los objetos que transporta o manipula.
Golpes y cortes por herramientas y otros.	Posibilidad de recibir lesiones por elementos cortantes, punzantes o abrasivos, herramientas manuales, etc.
Proyección de fragmentos o partículas	Riesgo de lesiones por piezas o fragmentos proyectados procedente de una máquina o herramienta
Atrapamiento o aplastamiento (objetos)	Posibilidad de sufrir lesiones por aplastamiento de máquinas, piezas o materiales
Atrapamiento o aplastamiento (máquinas)	Riesgo de sufrir lesiones por vuelco de vehículos, quedando el trabajador atrapado por ellos
Sobreesfuerzos.	Riesgo de lesiones musculoesqueléticas o fatiga física producida por el desequilibrio entre las exigencias de la tarea y la capacidad del individuo.
Exposición a temperaturas ambientales extremas	Daño por exposición excesiva al calor o frío.
Contactos térmicos	Riesgo de quemaduras por contacto con objetos calientes o fríos
Contactos eléctricos	Posibilidad de daños causados por descargas eléctricas al entrar en contacto con algún herramienta sometida a tensión eléctrica.
Exposición a sustancias nocivas	Inhalación, contacto o ingestión con sustancias dañinas para la salud.
Contacto con sustancias corrosivas	Posibilidad de daños causados por contacto con sustancias agresivas por presencia en el ambiente ejemplos: soda cáustica, cal viva, cemento, etc.
Exposición a radiaciones	Daños por acción de radiaciones.
Explosiones	Mezcla explosiva del aire con sustancias combustibles, o estallido de recipientes a presión.
Incendios	Accidentes producidos por el fuego.
Daños causados por seres vivos	Daños o lesiones producidos por animales, contaminantes biológicos y otros seres vivos.
Atropellos	Lesiones por golpe o atropello que puede o no pertenecer a la empresa, incluye los accidentes de tráfico en horas de trabajo.

Nota. Adaptado de “Guía práctica de encofrados” por OSALAN. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales (2007)

Así mismo, OSALAN. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales (2007) señala en su publicación la identificación de riesgos a mayor detalle y las correspondientes medidas específicas de cada uno de los tipos de riesgos mencionados anteriormente, sin embargo nos centraremos en el tipo de riesgo denominado “caída por desplome o derrumbamiento de la estructura, de alguna de sus partes o del medio auxiliar” puesto que expone el riesgo del “doble apuntalamiento” el cual se utiliza actualmente en nuestro medio. Se indica entonces que como factores de riesgo de derrumbamiento tenemos:

- El incorrecto arriostramiento del sistema de encofrado.
- Desencofrado antes de tiempo
- Mal reparto del vaciado de concreto.
- Doble apuntalamiento
- Mal arriostramiento añadido a causas externas que derivan en fuerzas horizontales
- Inestabilidad o mal estado de puntales.

Es importante mencionar las medidas preventivas que OSALAN. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales (2007) recomienda para evitar el desplome o derrumbamiento, entre estas tenemos:

- Cumplir con especificaciones del proyecto.
- Evitar dobles apuntalamientos, sustituyéndolas por cimbras o andamiajes especiales.
- Revisión de puntales y arriostramiento.
- Distribuir correctamente los materiales sobre los encofrados.
- Atención especial a la distribución de las cargas en el vaciado del concreto.
- Atención especial sobre puntales en diagonal.

Como se puede observar dichas medidas preventivas, recomiendan no utilizar el doble apuntalamiento, lo cual se usa actualmente en el medio constructivo local, tales recomendaciones serán de utilidad para el desarrollo de la investigación presente pues servirán como parámetros de diseño.

2.11. Aspectos influyentes en el encofrado y desencofrado.

De acuerdo a lo visto anteriormente podemos definir dos factores de suma importancia en el desarrollo integral del encofrado (diseño, elección de materiales, productividad, etc.); por un lado, las cargas actuantes y por otro el tiempo de desencofrado según el elemento estructural vaciado.

Con fines de esclarecer y determinar específicamente estos factores se definirá cada uno de los casos y conceptos de cargas estructurales, así como también los tiempos de desencofrado según el tipo de elemento vaciado.

Según el Instituto Nacional de Tecnología Industrial INTI - Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles CIRSOC (2005) el proceso de desencofrado en vigas y losas (tema de interés del presente estudio) dependerán de la sobrecarga estructural y el peso propio de la estructura, es decir del tipo de edificación de la que se trata.

Además, en la tabla presentada a continuación se organiza la información de desencofrado de vigas por el tamaño de la luz libre entre sus apoyos, y de la misma manera en losas armadas en una dirección y losas armadas en dos direcciones.

Es importante mencionar que en el reglamento peruano no existe una especificación similar que nos pueda estimar un tiempo de desencofrado para cada tipo de elementos, sin embargo es específico al detallar que, el elemento a desencofrar deberá tener la suficiente resistencia para no ser dañado por las actividades vinculadas al desencofrado, además de ser capaz de soportar las cargas de construcción y las posibles deflexiones ocasionadas por las mismas de tal manera que no sean permanentes ni dañen la estructura.

Tabla 4
Plazos mínimos en días para desencofrado

Tipo de Estructura	Sobrecarga estructural menor que el peso propio de la estructura	Sobrecarga estructural mayor que el peso propio de la estructura
Vigas principales, secundarias y enviguetados		
Luz libre entre apoyos menor de 3m.	7 días	4 días
Luz libre entre apoyos igual o mayor de 3m y menor de 6m	14 días	7 días
Luz libre entre apoyos mayor de 6m	21 días	14 días
Losas armadas en una dirección		
Luz libre entre apoyos menor de 3m.	4 días	3 días
Luz libre entre apoyos igual o mayor de 3m y menor de 6m	7 días	4 días
Luz libre entre apoyos mayor de 6m	10 días	7 días

Nota. Se muestran los valores de tiempo de desencofrado mínimo de vigas y losas armadas en una dirección utilizando cemento Portland normal. Adaptado de “Reglamento Argentino de estructuras de Hormigón” por Instituto Nacional de Tecnología Industrial INTI y Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles CIRSOC, (2005).

El Diccionario de Arquitectura y Construcción (2022) define los tipos de cargas y algunos conceptos relacionados, es importante mencionar que los términos que se presentarán a continuación corresponden a edificaciones, puesto que en otro tipo de estructuras podrían variar los significados de los mismos de acuerdo al tipo de edificación a construirse.

Tabla 5

Términos relacionados a cargas en edificaciones.

Términos relacionados a cargas en una Edificación	Definición técnica
Carga muerta / Carga permanente / Concarga	Carga vertical aplicada sobre una estructura que incluye el peso de la misma estructura más la de los elementos permanentes. También llamada carga permanente, concarga.
Consolidación secundaria	Reducción de un macizo que se produce por la acción de una carga permanente, ya que la estructura interna ha absorbido gran parte del agua del suelo
Factor de peso	Carga muerta total de un edificio que incluye el peso de los acabados, materiales almacenados y quipo permanente
Plasto deformación	Continua o permanente deformación dimensional de un material producida por una carga aplicada durante largo tiempo, superior a la deformación elástica inicial
Carga de Servicio/ Carga de trabajo/ Carga de uso	Carga concentrada que se aplica en un nudo de una cercha. También llamada carga de trabajo, carga de uso.
Carga variable/ Carga Viva	Carga externa movable sobre una estructura que incluye el peso del mobiliario, equipamiento, personas, etc.
Carga límite	Producto entre la carga de trabajo y el coeficiente de seguridad (carga del proyecto)
Carga concentrada/ Carga Puntual	Carga que actúa sobre un área muy pequeña o un punto muy concreto de una estructura.
Carga distribuida/carga repartida	Carga que se aplica a toda la longitud de un elemento estructural o una parte de éste.
Factor de carga	Relación entre la carga media en un sistema durante un período específico de tiempo y la carga máxima que se produzca en dicho período
Carga de impacto/ Carga móvil	Efecto dinámico que, sobre una estructura, móvil o estática, tiene una carga aplicada de corta duración debido a su movimiento.
Carga de construcción/ carga de montaje	Carga que ha de soportar una estructura durante su construcción.

Nota. Adaptado de “Definición de carga permanente y conceptos relacionados” por Diccionario de Arquitectura y Construcción (2022).

2.12. Definiciones referentes al Concreto

Como se definió anteriormente el concreto es una mezcla de arena gruesa, piedra y agua. Y según la resistencia que se quiera lograr se usará la cantidad de materiales, entre ellos podemos encontrar como de mayor importancia los siguientes considerando su conformación final. Se define entonces según Arqhys.com (2023):

- Concreto simple. Se emplea para construir distintos tipos de estructuras, como autopistas, calles, puentes, túneles, pistas de aterrizaje, sistemas de riego y canalización, rompeolas, embarcadores y muelles, aceras, etc., muy utilizado en la albañilería en forma de tabiques o bloques.
- Concreto armado. A este tipo de concreto se le introduce fierro de construcción para lograr que ambos materiales trabajen juntos para soportar cargas; generalmente se usa para vaciar columnas, vigas y techos y para lograr una gran resistencia a esfuerzos de tracción y compresión.

2.13. Especificaciones sobre el concreto premezclado.

PSI (2020) define el concreto premezclado es un material preparado previamente en una planta destinado a utilizarse directamente en una obra. Para prepararlo se utilizan los mismos materiales del concreto preparado en obra, es decir: cemento, arena, agua, grava, aditivos y fibras. Las proporciones que se utilicen dependerá de la resistencia, durabilidad y textura que se requiera para la estructura. Esto se realiza por medio de máquinas especiales que controlan de manera homogénea todo el proceso de la mezcla. Aunque es importante decir que esto no garantiza la calidad general de la estructura esto dependerá de que sea un elemento fresco y cumpla con la práctica correcta de colocación, compactación, protección y curado de concreto.

2.13.1.1. Clasificación

360 En Concreto (s.f.) el concreto premezclado se clasifica (entre otros) de la siguiente manera:

- Concreto normal o convencional: no cuenta con características especiales, tiene buen tiempo de manejabilidad y buena cohesividad; se aplica a cimentaciones poco profundas y estructuras sin requerimientos o especificaciones particulares de colocación.
- Para bombeo: Dicho material se utiliza para espacios limitados o difícil acceso, pues la bomba facilita el vaciado venciendo distancias horizontales y verticales considerables, su colocación se da mediante una bomba para concreto.
- Fluido: Es fácil de colocar y no es necesario el mismo nivel de vibración; se aplica en elementos estructurales con gran cuantía de acero incluido o por el espacio para su colocación es estrecho. Se aplica para elementos esbeltos, de bastante altura o difícil acceso.
- Plástico: Muy manipulable con consistencia plástica utilizado en la elaboración de columnas, muros y losas, donde no es indispensable un equipo especial de colocación.
- Alta resistencia: Diseñado para resistencias iguales o superiores a los 7000 psi (libras por pulgada cuadrada, por sus siglas en ingles), con especificaciones de durabilidad muy altas.
- Lanzado: Este concreto que se utiliza para forjarse a alta velocidad sobre una superficie; con su aplicación a través de una manguera que lo proyecta (fuerza de chorro) se compacta y soporta en sí mismo sin desprenderse sin importar la posición o elevación de la estructura.
- Autocompactante: Es altamente fluido y puede ser extendido mediante el llenado del encofrado y encapsulado del acero de refuerzo sin necesidad de ayuda mecánica. Su alto grado de fluidez se debe al uso de aditivos reductores el agua; es útil para concretos arquitectónicos de difícil acceso.

Entre otros como: Livianos, de alto desempeño para pavimentos, para pisos industriales, etc. No especificados puesto que el tema de la presente edificación está orientada a las edificaciones convencionales.

3. Bases legales

Como indica el **Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2021)** el reglamento nacional de edificaciones (RNE) es de obligatorio cumplimiento para toda entidad pública, persona jurídica y natural con derecho privado que ejecute habilitaciones urbanas y edificaciones en el territorio nacional y constituye el único marco normativo con criterios y requisitos mínimos de calidad para el diseño producción y conservación de las edificaciones.

Con respecto al tema de interés se listará las normas del RNE que necesariamente se revisarán para la elaboración de cualquier sustento técnico relacionado a sus objetivos principales y secundarios:

- Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.
- Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones.
- Norma Técnica E.060 Concreto Armado
- Norma Técnica E-070 Albañilería.

En el presente estudio se dará un alcance especial sobre la Norma Técnica E.060 puesto que es la que más prevalecerá en cuanto al diseño de elementos estructurales según el tipo de edificaciones a analizar.

3.1. RNE NTE E-060 concreto armado

Como indica el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, (2009):

- Esta Norma fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la supervisión de estructuras de concreto armado, pre esforzado y simple. Los planos y especificaciones técnicas del proyecto de construcción deben cumplir con este patrón.

- Los planos y las especificaciones técnicas del proyecto estructural deberán cumplir con esta Norma.
- Lo establecido en esta Norma tiene prioridad cuando está en discrepancia con otras normas a las que ella hace referencia.
- Esta Norma no controla el diseño e instalación de las porciones de pilotes de concreto, pilas excavadas y cajones de cimentación que quedan enterrados en el suelo, excepto en lo dispuesto en el Capítulo 21.
- Esta Norma no rige el diseño y la construcción de losas apoyadas en el suelo, a menos que la losa transmita cargas verticales o laterales desde otras partes de la estructura al suelo.
- El diseño y construcción de losas de concreto estructural, vaciadas sobre moldes permanentes de acero consideradas como no compuestas, están regidos por esta Norma.
- Esta Norma no rige para el diseño de losas de concreto estructural vaciadas sobre moldes permanentes de acero consideradas como compuestas. El concreto usado en la construcción de tales losas debe estar regido por los Capítulos 1 a 7 de esta Norma, en lo que sea aplicable. (p.1)

3.2. ACI 318 Requisitos de reglamento para concreto estructural

Es de suma importancia mencionar al American Concrete Institute (ACI) puesto que en sus normas se basan la mayoría de Normas técnicas de los países que utilizan el concreto armado como material para sistemas estructurales, es una entidad de investigación americana que está en constante actualización e investigación acerca de este tipo de estructura.

El Comité ACI 318, (2005) menciona en “Requisitos para el diseño estructural” que se tienen los requisitos mínimos para el material, el diseño y la especificación del material de construcción además de tratar demás como planos, especificaciones, materiales, requisitos de durabilidad, calidad de concreto, mezclado y colocación encofrados y cimbras, entre otros.

Tal documento será esencial a la hora de sustentar los elementos diseñados técnicamente como encofrados puesto que determina las especificaciones para encofrados, procesos de descimbrado (retiro de encofrados) tiempos de encofrado, entre otras especificaciones.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo Descriptivo, puesto que se conocen los procesos convencionales de encofrado para el tipo de edificación descrita, sin embargo, se ahondará más respecto a los insumos que intervienen en el costo final con exactitud y en base a dicha investigación se propondrá una mejora viable, de la cual se deducirán las ventajas ofrecidas en la eventual aplicación de tal mejora.

2. Diseño de investigación

Etapas 01 - Evaluar el proceso de encofrado convencional

- Describir unidades (edificación) de estudio.
- Analizar los costos (materiales, mano de obra, herramientas) de las partidas más importantes del encofrado convencional.
- Analizar la oferta actual de los materiales que intervienen en el proceso de encofrado convencional.
- Determinar las actividades (partidas) vinculadas que al proceso de encofrado normal.
- Identificar los peligros y riesgos que implican los trabajos de encofrado convencional.
- Analizar las ventajas que ofrece el proceso de encofrado convencional en el vaciado de losas.

Etapas 02.- Evaluar el proceso de encofrado utilizando vigas prefabricadas y encofrado colgante de viguetas.

- Describir los lineamientos de la propuesta de mejora.
- Definir los puntos donde se tenga que realizar un sustento técnico para garantizar la calidad de los vaciados.
- Realizar el sustento técnico de cada uno de los puntos anteriores.

- Diseñar los elementos más importantes del encofrado como propuesta de mejora.
- Analizar los costos (materiales, mano de obra, herramientas) que intervendrían en las partidas más importantes de la propuesta de mejora.
- Contabilizar los materiales que intervendrían en total en cada una de las estructuras de estudio.
- Identificar los peligros y riesgos que implicarían ejecutar la propuesta de mejora.
- Analizar ventajas y limitantes de propuesta de optimización para ingresar a un análisis comparativo.

Etapas 03 - Elaborar un análisis comparativo de los parámetros más importantes que intervienen en ambos sistemas de encofrado.

- Definir los parámetros que tienen mayor relevancia en ambos sistemas de encofrados analizados anteriormente.
- Comparar dichos parámetros para identificar las mayores ventajas y limitaciones del sistema de vigas prefabricadas y encofrado colgante de viguetas propuesto.
- En Base a la comparación anteriormente realizada concluir la viabilidad de la aplicación del sistema no convencional propuesto.

3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La presente investigación se realizará en una empresa constructora de la ciudad de Arequipa, la cual viene ejecutando una obra que tiene como componentes EDIFICACIONES con las características del objeto de estudio en el distrito de Paucarpata.

3.1. Observación

Se utilizará la observación como técnica de estudio, puesto que mediante ella podemos reconocer principalmente los riesgos y peligros que comprometen la seguridad en la obra, además de las falencias que implica la elaboración de un encofrado convencional en las unidades de estudio como desperdicios y diferenciación de tiempos de trabajo (productivo, contributivo y no contributivo).

3.2. Análisis documental

En la presente investigación se utilizará la técnica de Análisis documental, ya que se evaluarán las partidas tanto del encofrado convencional como de la propuesta de mejora (con partidas equivalentes) bajo los aspectos de tiempos costos y seguridad, dicho análisis implica la elaboración de costos unitarios y metrados a partir de las guías de análisis y tomas de datos obtenidas en las unidades de estudio.



CAPÍTULO IV. DESARROLLO

1. Descripción General del Proyecto que alberga los casos de estudio.

El primer caso de estudio corresponde a una edificación parte de uno de los componentes de la obra denominada “Mejoramiento y ampliación del servicio de seguridad ciudadana del distrito de Paucarpata” obra ejecutada por la modalidad de “obras por impuestos” financiada por GRUPO FALABELLA Y ejecutada por la empresa “SAN AGUSTIN S.R.L” con un presupuesto de S/ 30,709,204.09

1.1. Características del entorno

Las condiciones geográficas para la ejecución de la obra fueron las siguientes de acuerdo a la ubicación en la que se encuentra:

Tabla 6
Condiciones geográficas

Región Geográfica	Yunga
Zona	Alta, accidentada con taludes de hasta 60% de pendiente
Altitud	2489 m.s.n.m.
Coordenadas	16° 22' 20.28" S 71° 30' 36.54" O
Temperatura media anual	10.5° min -22° máx.
Humedad media	77%
Índice UV	6
Precipitación pluvial	Enero/Febrero/Marzo 19mm promedio

Nota. Adaptado de “Expediente técnico mejoramiento y ampliación del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa – Arequipa” por Grupo Falabella, 2022

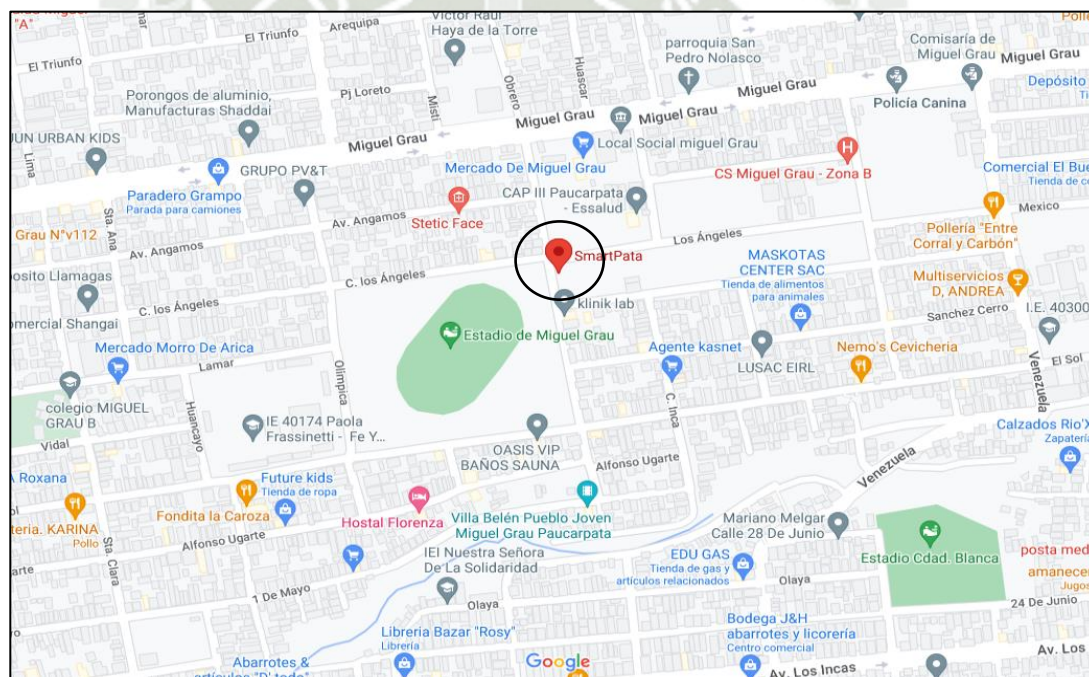
Se determina que las peores condiciones climáticas críticas para los procesos constructivos se dan en los meses de enero/febrero/marzo donde las precipitaciones en la ciudad hacen que los rendimientos de mano de obra bajen, e incluso que se suspendan las actividades como se dio eventualmente en la ejecución de la obra.

1.2. Componentes

La obra “Mejoramiento y ampliación del servicio de seguridad ciudadana del distrito de Paucarpata” contempla en su presupuesto lo siguientes componentes:

Infraestructura: Referida a la construcción la base central de seguridad ciudadana del distrito. Dicha edificación se encuentra ubicada en: *Pueblo Joven Miguel Grau Mz. 36´ Lote 01 de la Zona “B” en la intersección de las calles Mariscal Nieto con Calle José Olaya y Calle Los Ángeles (calles 08 y 23), distrito de Paucarpata Arequipa - Arequipa, en base a la dirección de la infraestructura de la obra por lo cual se puede decir que todos los insumos para la ejecución de la misma son los encontrados en la misma ciudad o localidad.*

Figura 1
Ubicación de edificación objeto de estudio



Nota. Ubicación de obra “SmartPata” donde se encuentran las unidades de estudio.
Adaptado de Google Maps 2022

En lo concerniente a la presente investigación el componente de infraestructura referido a la edificación base de seguridad ciudadana está conformado por los siguientes ítems:

- Obras provisionales.
- Trabajos preliminares.
- Plan de seguridad y salud en el trabajo.
- Control de bioseguridad covid-19.
- Mitigación de impacto ambiental.
- **Estructuras.**
- Arquitectura.
- Instalaciones sanitarias.
- Instalaciones eléctricas.

La base central de seguridad ciudadana es una edificación de tres niveles y un sótano, conformada por siete módulos estructurales separados por juntas sísmicas de acuerdo al siguiente esquema:

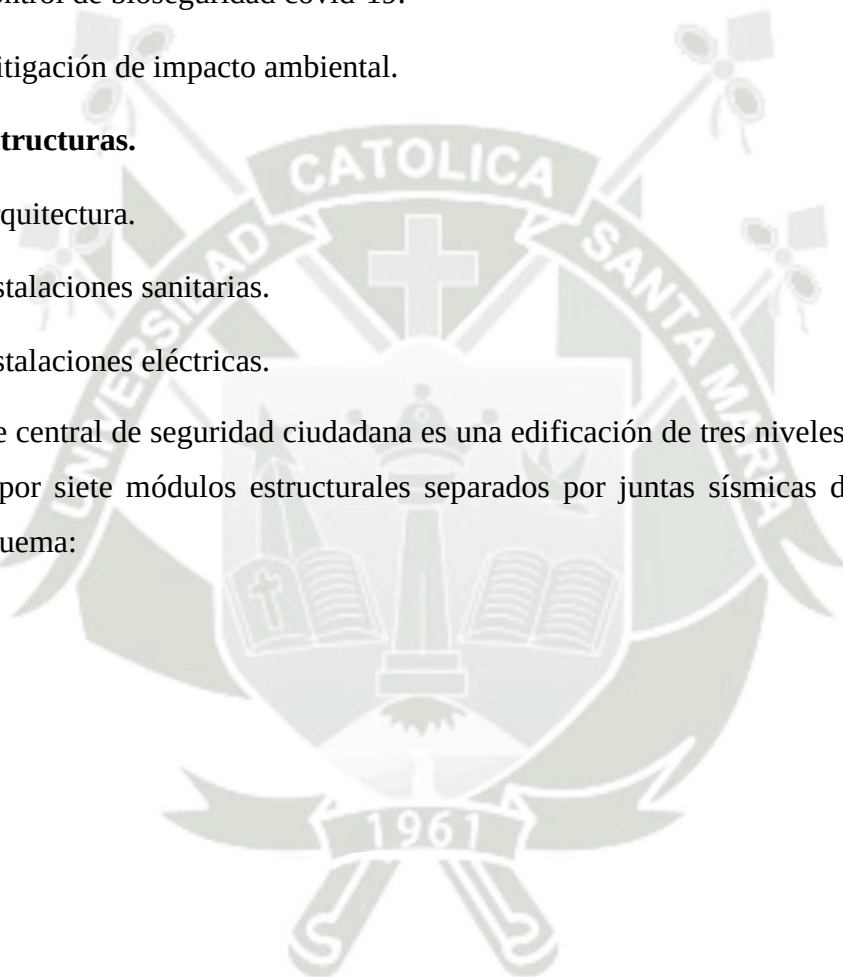
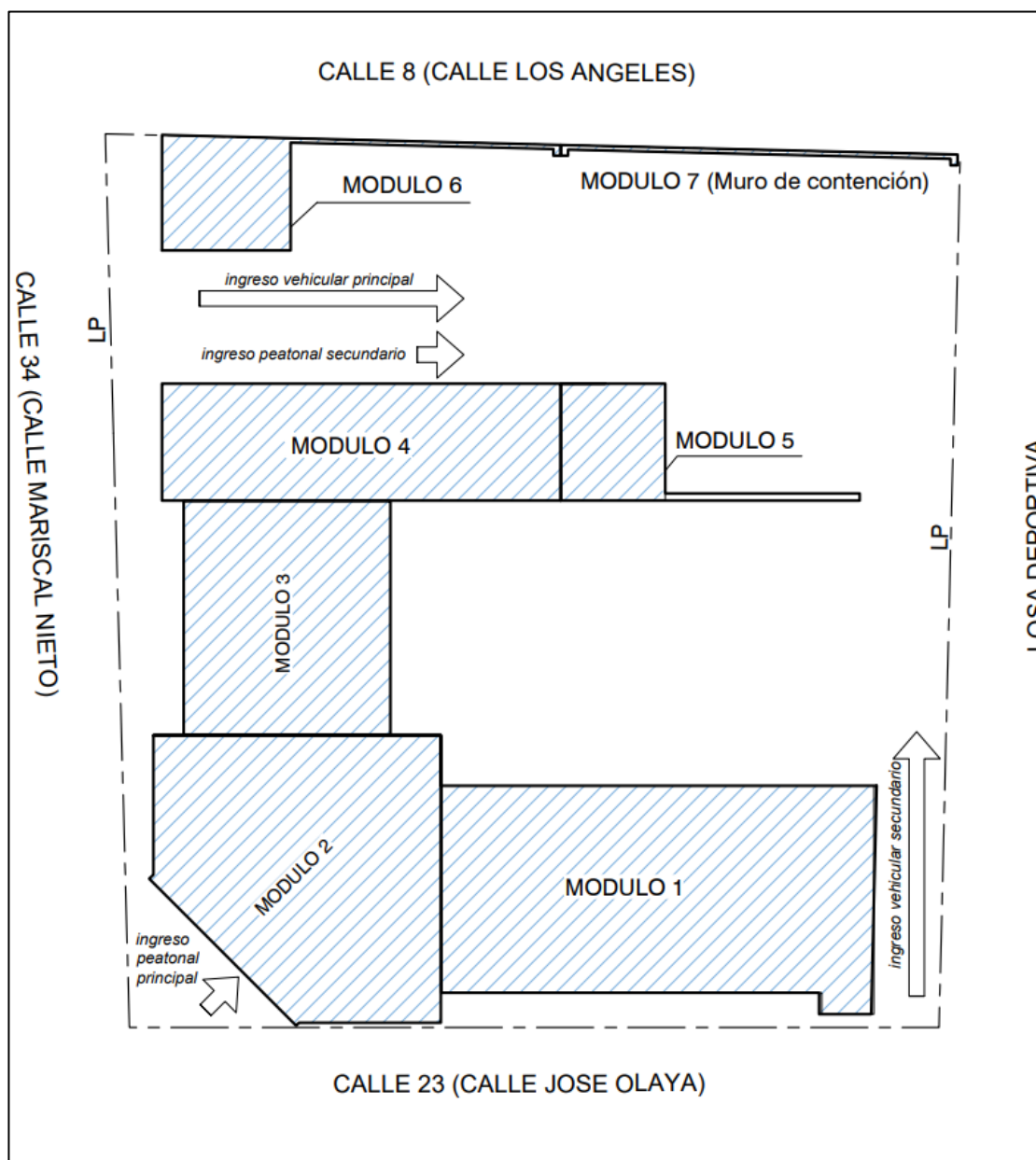


Figura 2

Esquema de modulación de infraestructura de obra



Nota. Se observan los módulos de construcción de la obra objeto de estudio donde se encuentran las unidades de estudio.

Figura 3
Cuadro de áreas techadas

CUADRO DE AREAS TECHADAS (m ²)						
NIVEL MODULO	Sótano	Primer Nivel	Segundo Nivel	Tercer Nivel	Azotea	Total
MODULO 1	66.98	280.06	280.06	280.06	-	907.16
MODULO 2	-	188.77	188.77	205.75	7.07	583.29
MODULO 3	-		149.50	149.50	-	299.00
MODULO 4	-	141.87	141.87	141.87	13.88	425.61
MODULO 5	-	37.70	37.70	37.70	-	113.10
MODULO 6	-	45.25	-	-	-	45.25
MODULO 7		<i>Muro de contencion</i>	-	-	-	
Total	66.98	693.65	797.90	814.88	20.95	2373.41
<i>*Nota: no está considerada el área en la doble altura correspondiente al nivel más bajo de la misa</i>						

Nota. Cuadro de doble entrada donde se muestran las áreas techadas por módulos y niveles en la edificación de estudio

Tecnología: Componente destinado a la disminución efectiva de las víctimas del distrito, ya sea por delincuencia, accidentes, incidentes, etc. Utilizando la tecnología como principal herramienta para el grupo humano especializado conformado. Es así que se contempla la instalación de 175 nodos de vigilancia en los cuales se encuentran cámaras de vigilancia y altavoces IP, integrados mediante fibra óptica a la sala de control y monitoreo establecida en la infraestructura antes descrita, la que cuenta con un video-wall para poder vigilar las 24 horas del día el distrito por medio del uso de las cámaras. Además, el componente tecnología cuenta partidas importantes para el proyecto como son la de protección contra incendio, sistema de radio comunicaciones, entre otras.

Equipamiento: En este componente se tomaron en cuenta los implementos que son necesarios para el correcto funcionamiento de la infraestructura, y no estaban contemplados en el componente infraestructura, siendo los más importantes: la adquisición de tres camionetas “pick-up” 4x2 y dos motocicletas que forman parte del sistema de vigilancia móvil.

Capacitación: Comprendió la sensibilización a la población sobre la capacidad e importancia del proyecto y a su vez, la difusión de información e instrucción del personal que trabajará permanentemente para la mejorar la seguridad ciudadana (grupos de ayuda, juntas vecinales, operadores de cámaras y CODISEC)

1.3. Descripción funcional de la edificación.

Como ya se indicó anteriormente, la edificación, consta de tres niveles (en los módulos 1,2,3,4, y 5) estando el módulo 6 el destinado a albergar la subestación, tablero general y grupo electrógeno por lo que consta de un solo nivel y el módulo 7 es únicamente un muro de contención.

La edificación principal, entonces, será descrita a continuación en función de los ambientes de uso por niveles y módulos.

El primer nivel consta de un ingreso principal a través del módulo 2 el cual cumple la función de lobby de acceso tanto al auditorio (módulo 1) como a la sala de monitoreo, sala de crisis (módulo 3) y al patio de honor. Es importante mencionar que el mencionado lobby de acceso (módulo 2) cuenta con servicios higiénicos para damas, varones y discapacitados en sus tres niveles y que sirve también como circulación vertical puesto que cuenta con una caja de escaleras hasta el tercer nivel y el ascensor de cuatro paradas hasta la azotea.

El auditorio tiene capacidad para 191 espectadores (05 espacios para discapacitados) en hileras escalonadas que, descienden de nivel hasta llegar al escenario que ya pertenece al sótano de la edificación, con conexión al backstage, vestidores y a otra caja de escaleras de evacuación o de emergencia hasta el tercer nivel.

En lo que respecta a la presente investigación, se recalca que la distribución del auditorio conforma una **dobles altura** completa de entepiso en el nivel del escenario y primera fila de espectadores, la cual se irá acortando a medida que los escalones se acercan al primer nivel o nivel de ingreso por el módulo 1, sin embargo, se deben considerar que la altura mínima de entepiso en el proyecto es de 3.60 metros, altura mucho mayor a los entepisos de viviendas oscilantes entre, 2.40 y 2.60 metros.

Por otro lado, en el primer nivel se encuentra también la sala de monitoreo (módulo 3), principal ambiente de la edificación, donde se ubica el “videowall” (configuración de monitores a modo de pantalla “gigante”) para la vigilancia del distrito, este ambiente también conforma una doble altura, pero a diferencia del auditorio ésta doble altura no es escalonada, sino que es a lo largo de toda la extensión de dicho ambiente.

El primer nivel del módulo 4 alberga el data center en el cual se encuentra toda la tecnología necesaria para el correcto funcionamiento de la sala de monitoreo y “videowall”, también podemos encontrar los baños e ingreso de personal de servicio, guardianía y una tercera caja de escaleras para circulación vertical hasta la azotea de la edificación, mientras que en el módulo 5 se encuentra la oficina correspondiente a “Juntas vecinales”.

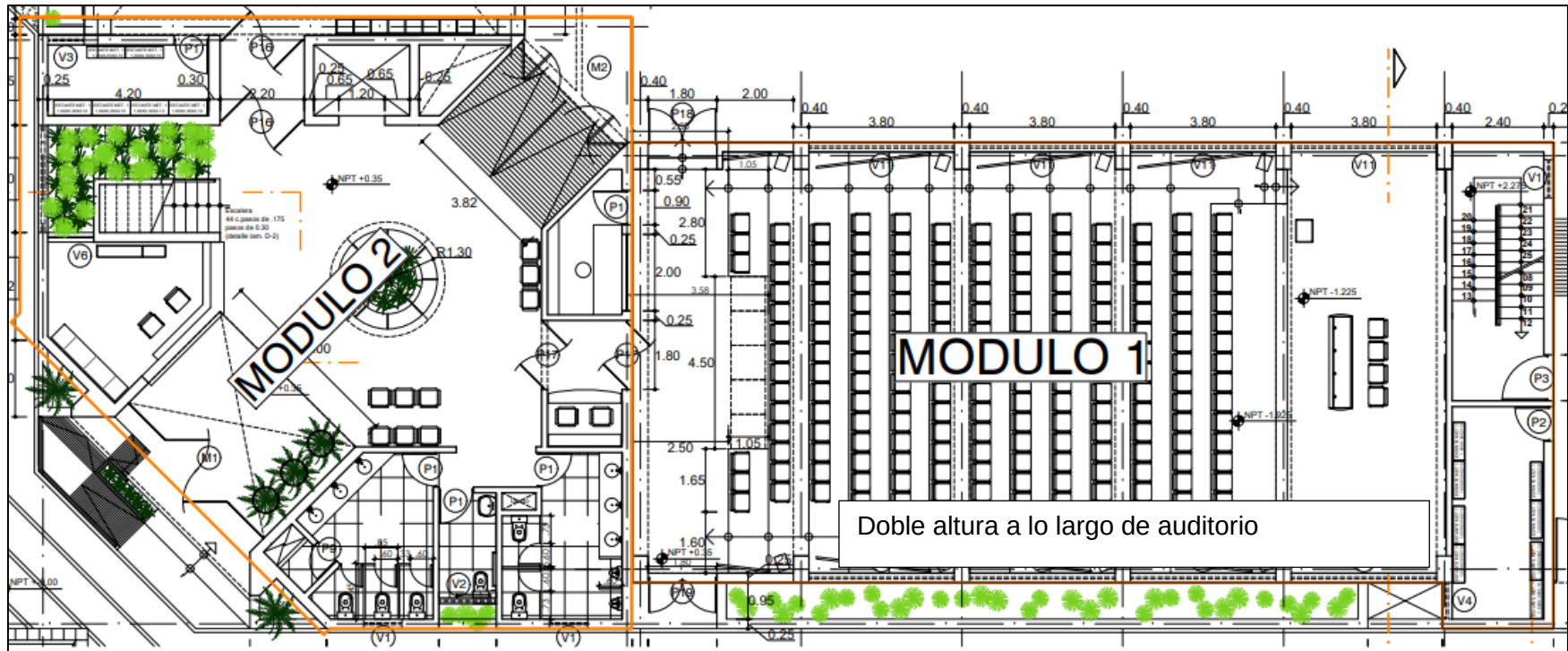
En cuanto al segundo nivel, comprende el lobby principal de distribución (módulo 2) hacia la central de oficinas administrativas institucionales (módulo 1), y a través de un pasaje de circulación (módulo 3) llega a los ambientes del módulo 4 (oficina de jefe de mantenimiento, CODISEC y servicios higiénicos) y a la cafetería (módulo 5).

Finalmente describiremos el tercer nivel, cuenta con más ambientes puesto que el módulo 3 vuelve a ser un piso de acceso después de la doble altura en la que se encuentra la sala de monitoreo, es así que, sobre ese ambiente se ubica el gimnasio para los trabajadores, así como dos oficinas administrativas más, contiguas al lobby principal (módulo 2) que permite el acceso a la sala de usos múltiples (módulo 1). Además, en el módulo 4 se encuentran los vestidores y duchas para el personal de uso de la edificación. El módulo 5 en el tercer nivel consta de una terraza de observación.

A continuación, se presentan secciones de las plantas de arquitectura del primer nivel obtenidas del expediente técnico del proyecto, para graficar lo descrito anteriormente, principalmente de los ambientes donde se encuentran las dobles alturas.

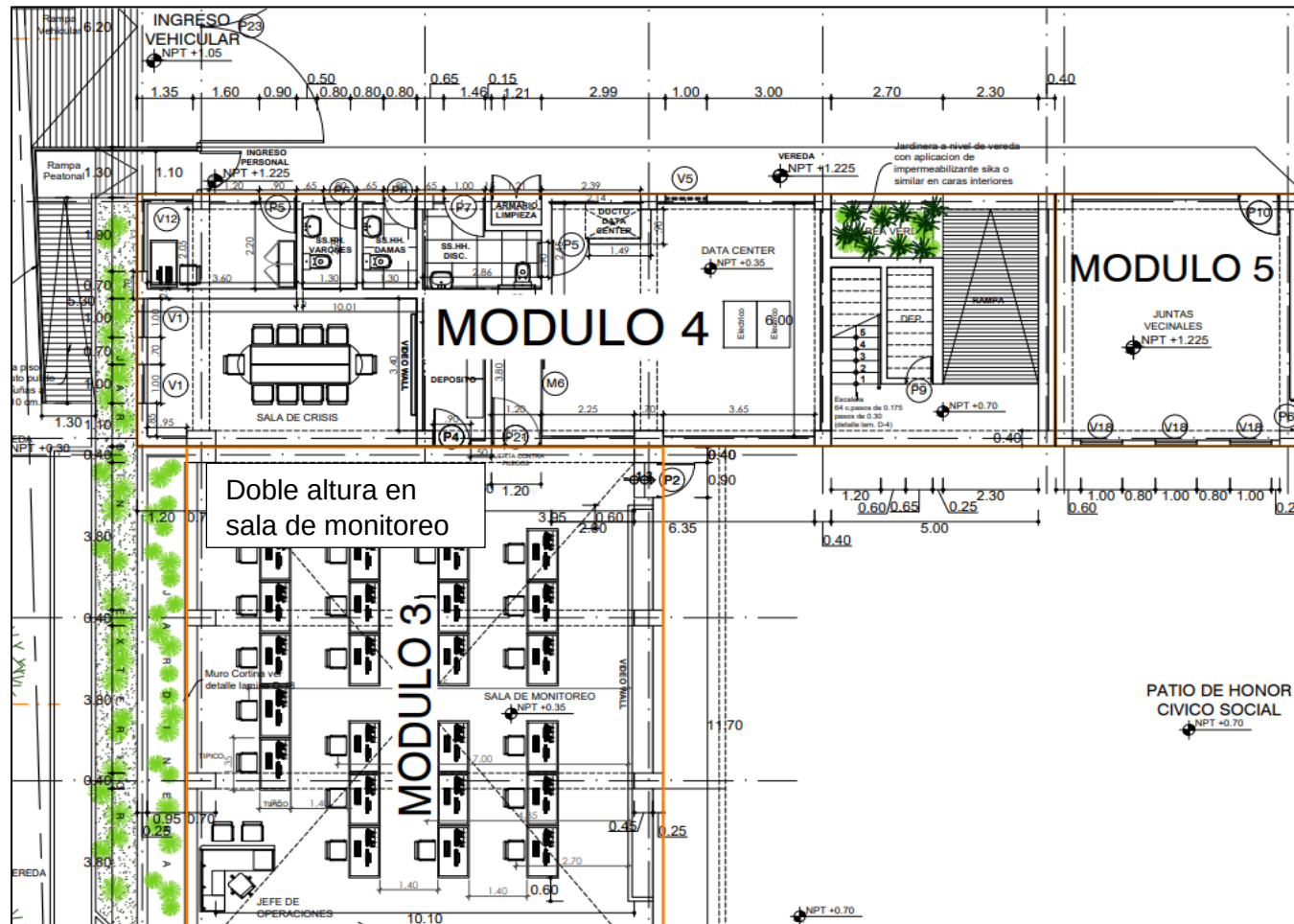
Figura 4

Esquema de distribución de primer nivel Módulos 1 y 2.



Nota. Se muestra la distribución arquitectónica de los primeros dos módulos.

Figura 5
Esquema de distribución módulos 3,4 y 5.



Nota. Se muestra la distribución arquitectónica de los módulos restantes de la edificación.

2. Primer Caso de Estudio

Corresponde al módulo 1 en su primer nivel y sótano, los cuales conforman un auditorio de 11 metros de luz libre (ancho) por 21.28 metros de largo. El ingreso y salidas de emergencia de dicho auditorio se realiza por el primer nivel a un nivel de piso terminado (NPT DE +0.35) y el punto más bajo correspondiente al nivel de piso en la primera hilera de butacas (contada a partir del escenario) se encuentra a un NPT de -1.93 metros, 12 graderías abajo, dicho escenario ya forma parte del sótano de la edificación. Sobre el auditorio se encontrarían los dos pisos siguientes que forman parte del módulo 1.

A continuación, se presentan cortes esquemáticos representando lo descrito.

De aquí desprendemos que las alturas para el encofrado (partida específica a estudiar) son las siguientes: Altura mínima 3.60 metros y la altura máxima 5.88 metros.

Dichas alturas se tomaron considerando que la losa escalonada del auditorio ya se encontraba vaciada, tal y como se ejecutó en la obra.



Corte esquemático de Auditorio de módulo 1



a lo largo del auditorio.

2.1. Sistema estructural

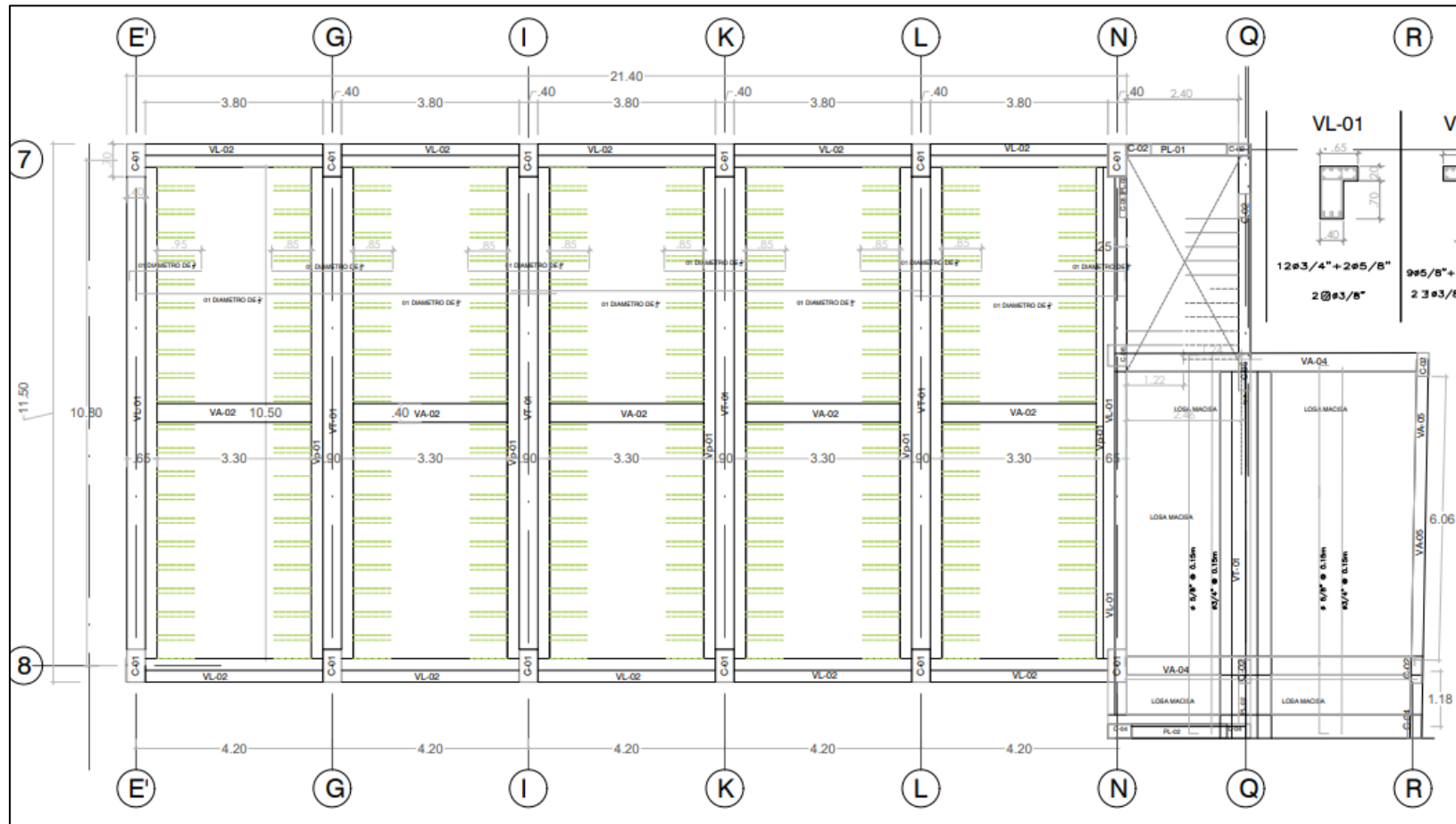
El sistema utilizado en la construcción es un sistema aporticado conformado por pórticos principales de una crujía cimentados en zapatas armadas aisladas, unidas mediante vigas de cimentación.

Además, es importante mencionar que como la mayor parte del auditorio recibirá presiones laterales del suelo al encontrarse por debajo del nivel de base y del NPT +0.00 se construyó un muro de contención de 3.35 m de alto (pantalla), el cual está cimentado en una zapata corrida.

Para describir mejor la estructura a continuación se presentará la planta de aligerado, de tal manera que en ella se puedan ubicar mejor los ejes principales y secundarios que serán descritos posteriormente.



Figura 7
Aligerado de módulo 1 primer nivel.



Nota. Se muestra el aligerado del primer nivel.

Los pórticos principales se encuentran en los ejes “E”, “G”, “I”, “K”, “L”, y “N” con las siguientes características:

Tabla 7

Características de elementos estructurales de ejes “E”, “G”, “I”, “K”, “L”, y “N”.

ELEMENTO	DIMENSIONES	ARMADO DE ACERO LONGITUDINAL	ESTRIBAJE
COLUMNA C-1	40 cm x 70cm	10 Ø 1”	Ø 3/8” 1@0.05 m, 10@0.10m,resto @0.20 m
VIGA VT-01	ALMA: 40 cm x70 cm ALA: 90 cm x 20 cm	Ver grafico	2 Ø 3/8” 1@0.05 m, 10@0.10m,resto @0.20 m
VIGA VL-01	ALMA: 40 cm x70 cm ALA: 65 cm x 20 cm	Ver grafico	2 Ø 3/8” 1@0.05 m, 10@0.10m,resto @0.20 m

Nota. Los gráficos de armado de acero en vigas se mostrarán posteriormente.

Los pórticos secundarios en los ejes “7” y “8”, están conformados de la siguiente manera:

Tabla 8

Características de elementos estructurales de ejes “7” y “8”

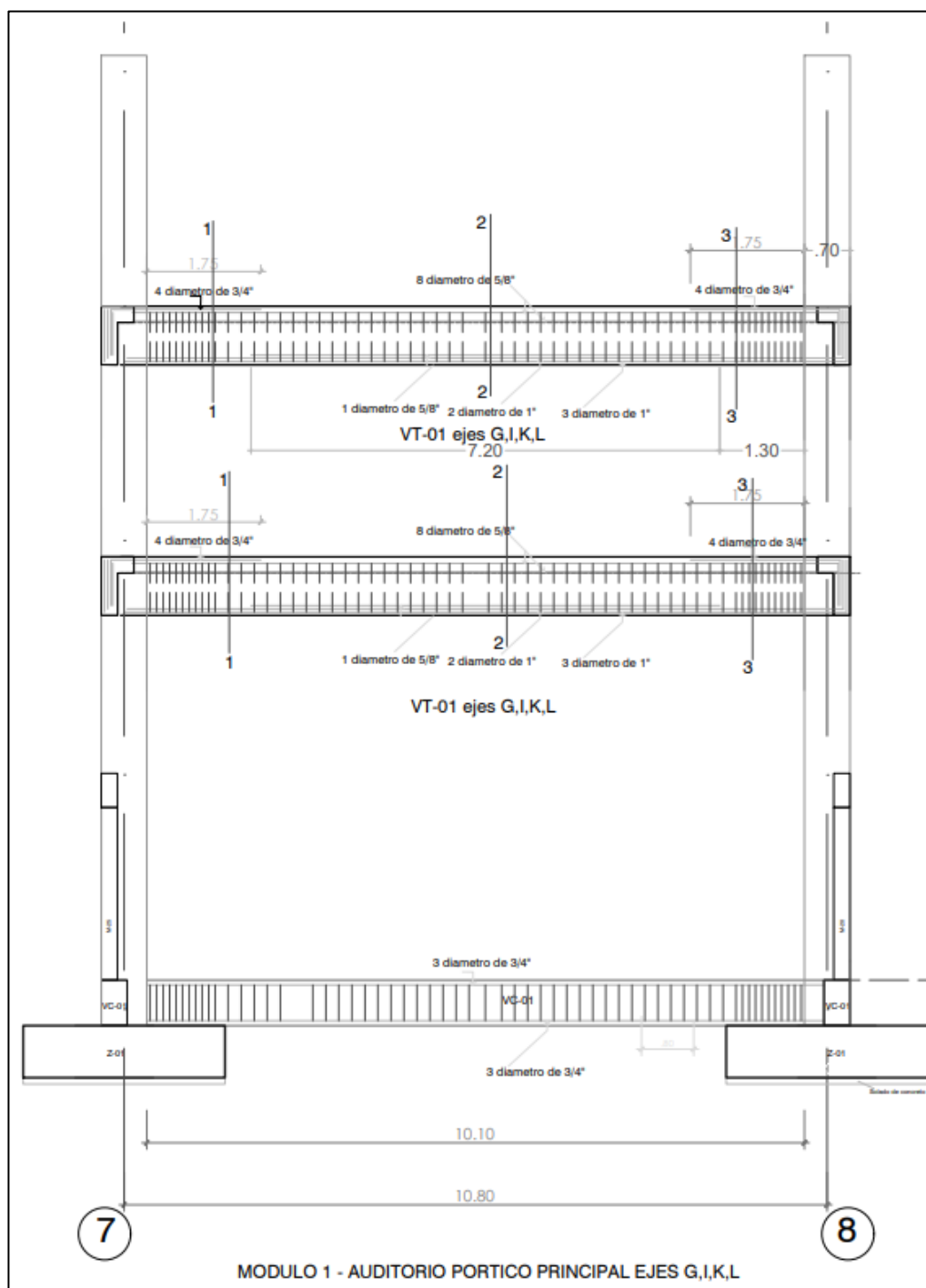
ELEMENTO	DIMENSIONES	ARMADO DE ACERO LONGITUDINAL	ESTRIBAJE
COLUMNA C-1	70cm X 40 cm	10 Ø 1”	2 Ø 3/8” 1@0.05 m, 10 @ 0.10 m, resto @0.20 m
VIGA VL-02	ALMA: 25 cm x70 cm ALA: 50 cm x 20 cm	Ver grafico	2 Ø 3/8” 1@0.05 m, 10@ 0.10 m, resto @0.20 m

Nota. Los gráficos de armado de acero en vigas se mostrarán posteriormente.

En los cuadros anteriores se indica que las vigas de los pórticos principales comprenden vigas de sección “T” en los ejes interiores y vigas de sección tipo “L” en los tramos de borde, y en los pórticos secundarios solo se cuenta con vigas tipo “L” según la sección descrita. A continuación, se presentan los armados de las vigas que figuran en el expediente técnico, así como las secciones transversales de los elementos más importantes.

Figura 8

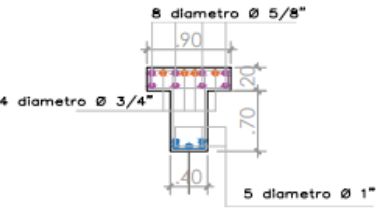
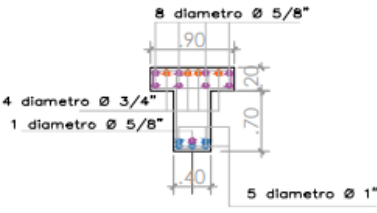
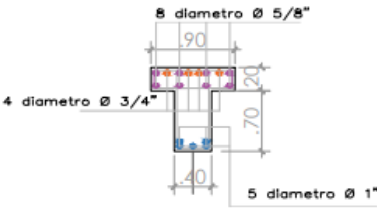
Armado de acero en viga principal VT-01 módulo 1 ejes G, I, K, L



Nota. Adaptado de “Expediente técnico mejoramiento y ampliación del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa – Arequipa” por Grupo Falabella, 2022

Figura 9

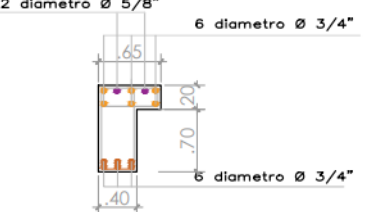
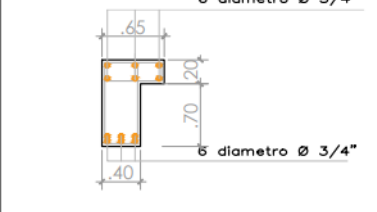
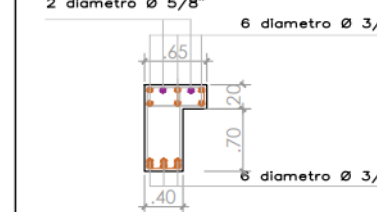
Cuadro de detalle de Viga T ejes principales MODULO 1 ejes G, I, K, L

CUADRO DETALLE DE VIGA		
VT-01 CORTE 1-1	VT-01 CORTE 2-2	VT-01 CORTE 3-3
 8 diametro $\varnothing$ 5/8" 4 diametro $\varnothing$ 3/4" 5 diametro $\varnothing$ 1" 8$\varnothing$5/8"+4$\varnothing$3/4"+5$\varnothing$1" 2 $\varnothing$3/8" corrugado:	 8 diametro $\varnothing$ 5/8" 4 diametro $\varnothing$ 3/4" 1 diametro $\varnothing$ 5/8" 5 diametro $\varnothing$ 1" 9$\varnothing$5/8"+4$\varnothing$3/4"+5$\varnothing$1" 2 $\varnothing$3/8" corrugado:	 8 diametro $\varnothing$ 5/8" 4 diametro $\varnothing$ 3/4" 5 diametro $\varnothing$ 1" 8$\varnothing$5/8"+4$\varnothing$3/4"+5$\varnothing$1" 2 $\varnothing$3/8" corrugado:
$\varnothing$ EL INDICADO, 1 $\varnothing$ 0.05, 10 $\varnothing$ 0.10, RESTO $\varnothing$ 0.20, EN ambos extremos.		

Nota. Adaptado de “Expediente técnico mejoramiento y ampliación del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa – Arequipa” por Grupo Falabella, 2022

Figura 10

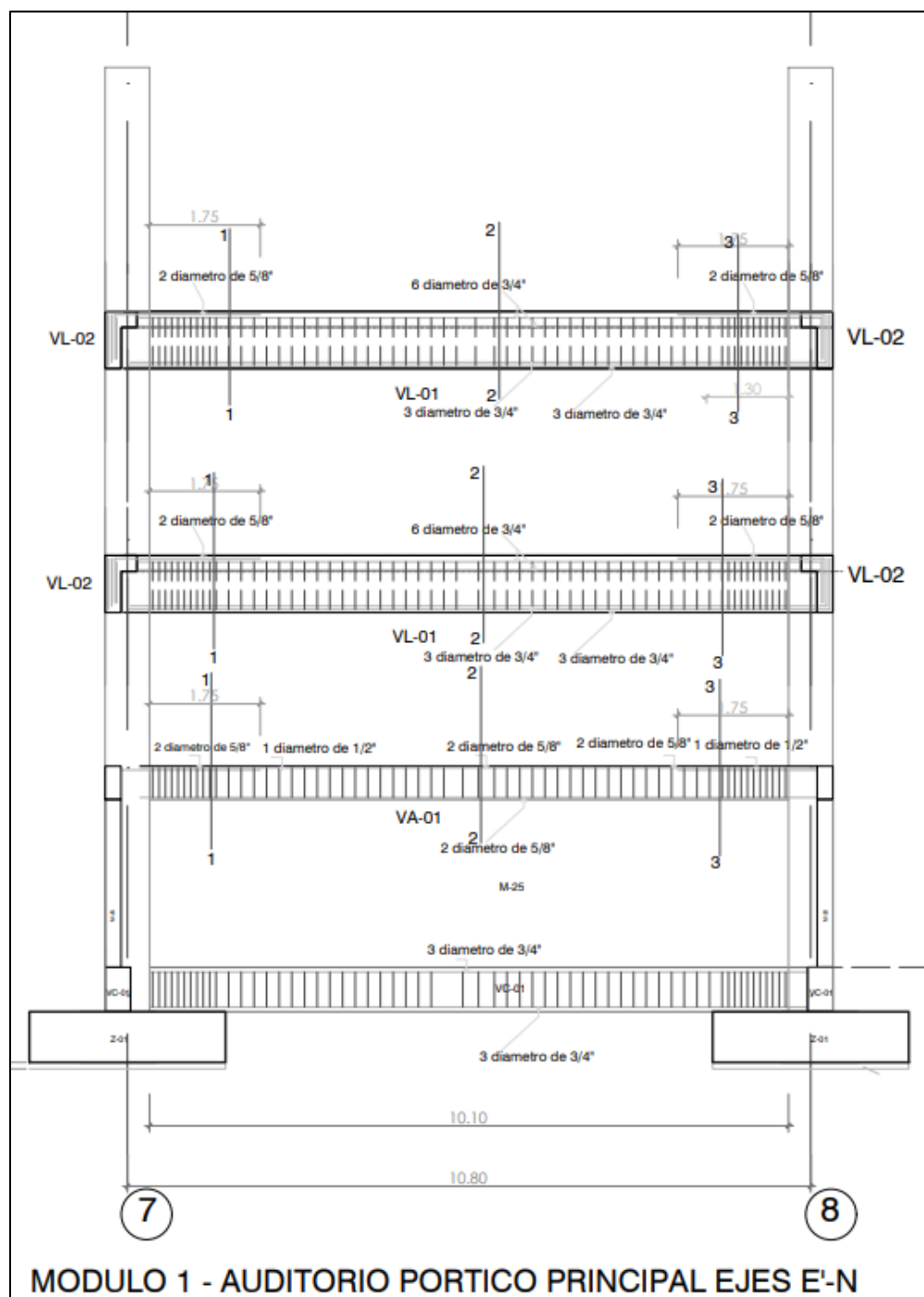
Cuadro de detalle de Viga L ejes principales MODULO 1 ejes E y N

CUADRO DETALLE DE VIGA		
VL-01 CORTE 1-1	VL-01 CORTE 2-2	VL-01 CORTE 3-3
 2 diametro $\varnothing$ 5/8" 6 diametro $\varnothing$ 3/4" 6 diametro $\varnothing$ 3/4" 2$\varnothing$5/8"+12$\varnothing$3/4" 2 $\varnothing$3/8" corrugado:	 6 diametro $\varnothing$ 3/4" 6 diametro $\varnothing$ 3/4" 12$\varnothing$3/4" 2 $\varnothing$3/8" corrugado:	 2 diametro $\varnothing$ 5/8" 6 diametro $\varnothing$ 3/4" 6 diametro $\varnothing$ 3/4" 2$\varnothing$5/8"+12$\varnothing$3/4" 2 $\varnothing$3/8" corrugado:
$\varnothing$ EL INDICADO, 1 $\varnothing$ 0.05, 10 $\varnothing$ 0.10, RESTO $\varnothing$ 0.20, EN ambos extremos.		

Nota. Adaptado de “Expediente técnico mejoramiento y ampliación del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa – Arequipa” por Grupo Falabella, 2022

Figura 11

Armado de acero en viga principal VL-01 módulo 1 ejes E' y N

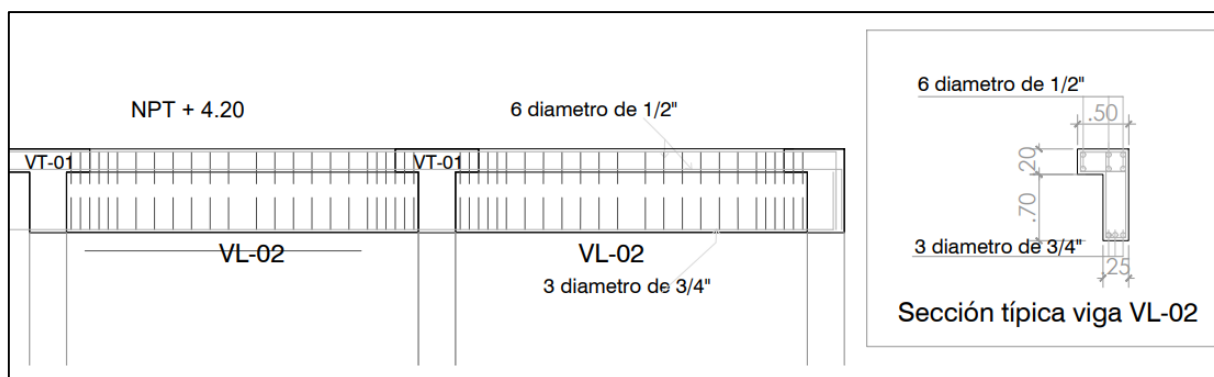


Nota. Adaptado de “Expediente técnico mejoramiento y ampliación del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa – Arequipa” por Grupo Falabella, 2022

A continuación, se presenta el detalle de la viga VL-02 que conforma los pórticos de los ejes “7” y “8” en la figura se muestra un tramo típico interior y un tramo típico exterior, así como su sección transversal.

Figura 12

Armado de acero en viga de pórticos secundarios VL-02 módulo 1 ejes 7 y 8



Nota. Se muestran los tramos típicos de la viga VL 02 un interior y uno de borde o exterior.

2.1.1. Losa aligerada

Respecto a la losa, se trata de una losa aligerada en una dirección de espesor total de 20 cm con las viguetas apoyadas en el sentido de los pórticos secundarios el paño de mayor luz es de 3.80m (apoyos entre caras de columnas), dicha longitud es típica en los cinco paños que conforman el techo del auditorio.

3. Segundo Caso de Estudio

3.1. Descripción General y diferenciación con primer caso de estudio

El segundo caso corresponde al módulo 3 de la edificación descrita anteriormente, lo que corresponde en lo arquitectónico a la sala de monitoreo (*videowall*), por lo tanto, tendrá las mismas características del entorno y formará parte del mismo componente (infraestructura) de la obra.

Es importante señalar que el presente caso de estudio es un caso completamente diferente al anterior puesto que:

La doble altura de entrepisos es mayor que en el caso anterior ya que en el auditorio, se tenía que encofrar la losa aligerada en la zona más crítica a una altura correspondiente a la del sótano más la del primer nivel y como es de conocimiento, el entrepiso del sótano es menor a los tres entrepisos superiores. Además, la doble altura en el caso actual, está emplazada en el primer y segundo nivel, a lo largo de toda la extensión del ambiente lo que representa una altura de encofrado mayor a la presentada en el primer caso de estudio.

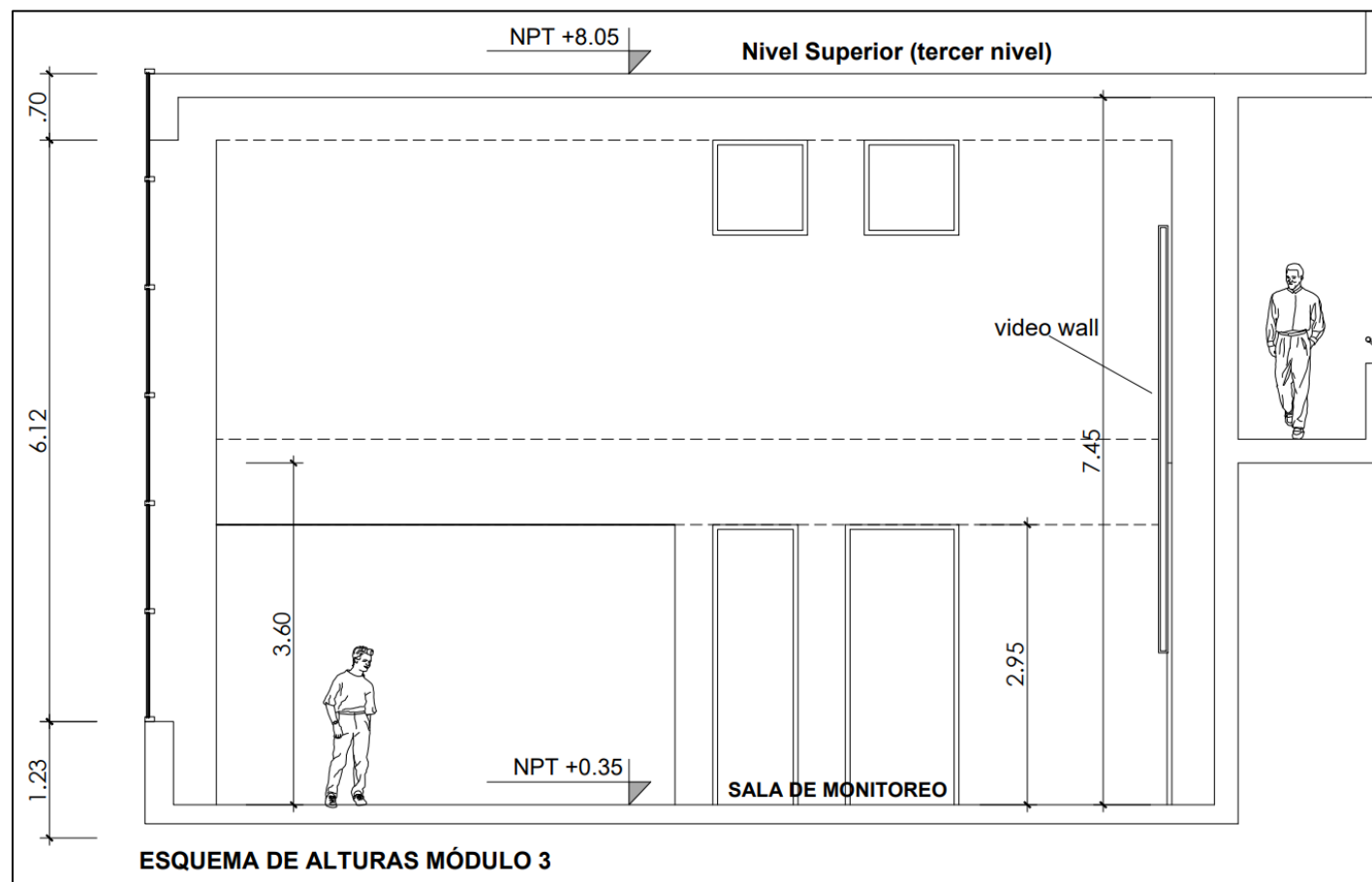
En el primer caso de estudio, la pantalla del muro de contención enterrado, posicionada perimetralmente en todo el nivel de sótano, sirvió para asegurar el correcto funcionamiento del arriostramiento de la primera plataforma del encofrado, sin embargo en el caso actual solo se tiene como elemento estructural de sujeción la denominada “viga collarín” de 0.40m x 0.90m posicionada a la altura de lo que sería el “techo del primer nivel” dicha circunstancia dificultó los trabajos tras verse la necesidad de idear una manera de arriostrar correctamente la plataforma baja de encofrado.

Respecto al encofrado en la segunda plataforma a la altura del piso del segundo nivel: Se avanzó previamente con las columnas y placas de los módulos contiguos (módulos 2 Y 4) de tal manera que al momento de encofrar la doble altura del módulo 3 se cuentan con estos elementos estructurales, que si bien es cierto conforman estructuras completamente independientes (separados por juntas sísmicas), durante los procedimientos de construcción sirvieron de sostén de estructuras de arriostramiento.

Al igual que en el caso anterior se presenta el esquema de alturas de la edificación en estudio para corroborar lo descrito anteriormente, además del aligerado para tener referenciados los ejes estructurales que se describirán posteriormente.

Figura 13

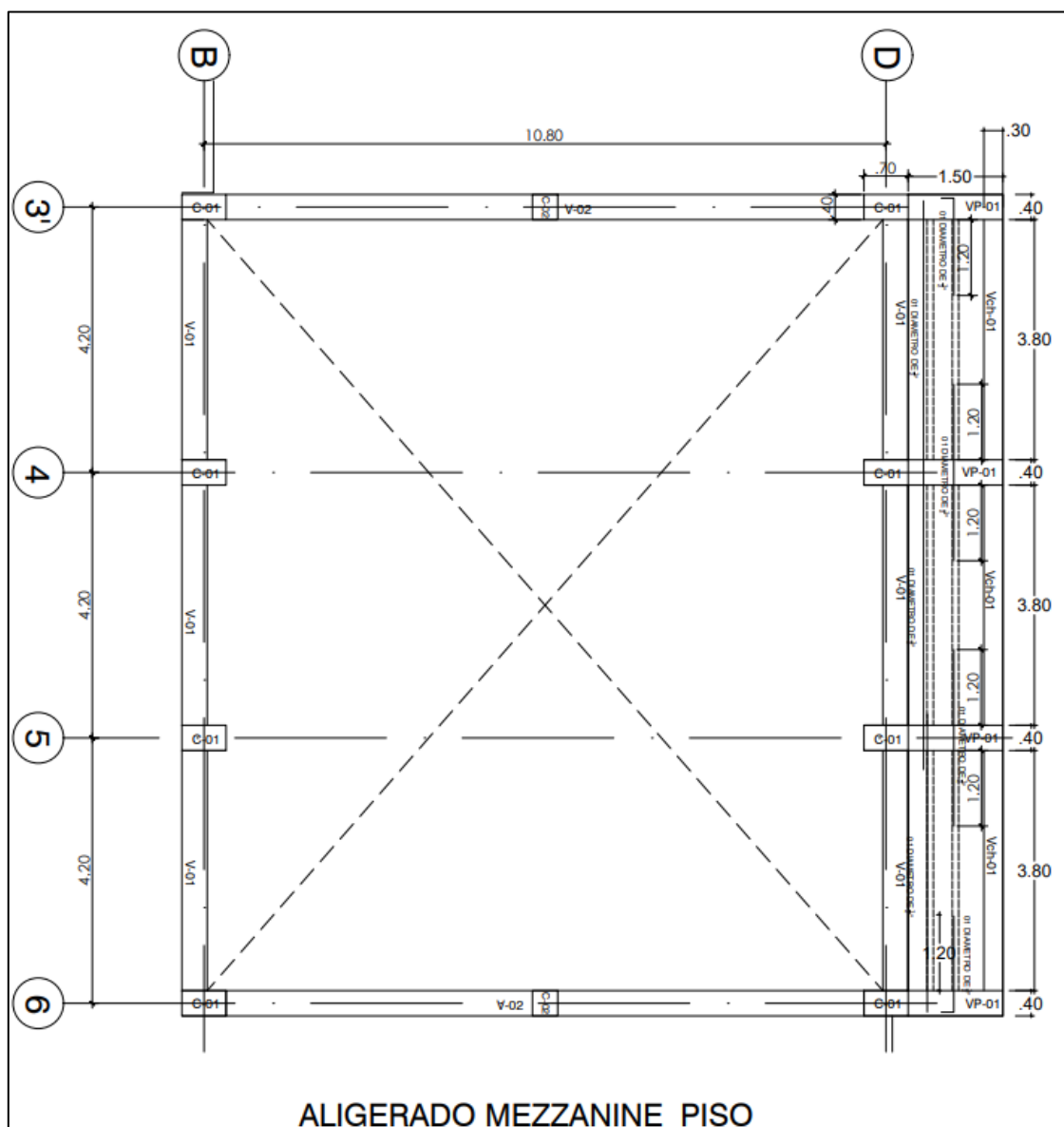
Corte esquemático de sala de monitoreo de módulo 3



Nota. Adaptado de “Expediente técnico mejoramiento y ampliación del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa – Arequipa” por Grupo Falabella, 2022

Figura 14

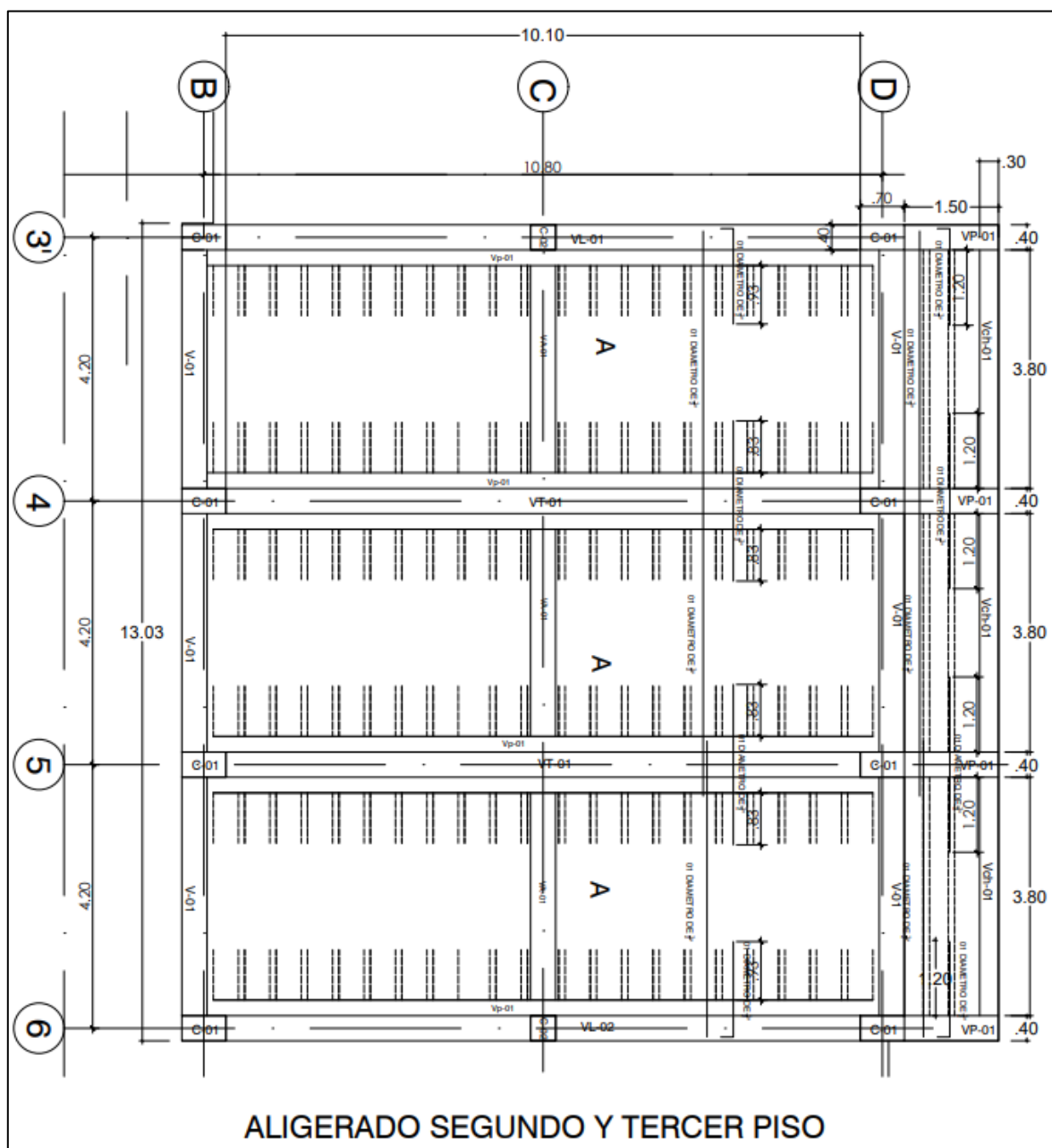
Aligerado de mezanine "primer nivel" módulo 3



Nota. Adaptado de “Expediente técnico mejoramiento y ampliación del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa – Arequipa” por Grupo Falabella, 2022

Figura 15

Aligerado segundo piso de segunda unidad de estudio



Nota. Adaptado de “Expediente técnico mejoramiento y ampliación del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa – Arequipa” por Grupo Falabella, 2022

3.2. Sistema estructural

Al igual que en el caso anterior el sistema utilizado en la construcción es un sistema aporticado conformado por pórticos principales de una crujía cimentados en zapatas armadas aisladas, unidas mediante vigas de cimentación. Sin embargo, no cuenta con un muro de contención al encontrarse sobre el nivel natural del terreno.

A nivel “Mezanine” como se le ha denominado al nivel en el que en condiciones de altura normal iría la losa (techo) del primer nivel, se encuentra una viga collarín de dimensiones b:40cm x h:90 cm. Sin embargo, nos enfocaremos en la losa (techo) de la doble altura que será la que finalmente se encofró y vació en obra.

Los pórticos principales se encuentran en los ejes “3”, “4”, “5”, “6” siguientes características:

Tabla 9

Características de elementos estructurales de ejes 3, 4, 5, 6

ELEMENTO	DIMENSIONES	ARMADO DE ACERO LONGITUDINA L	ESTRIBAJE
COLUMNA C-1	40 cm x 70cm	12 Ø 3/4"	Ø 3/8" 1@0.05 m, 10@0.10m,resto @0.20 m
VIGA VT-01	ALMA: 40 cm x70 cm ALA: 90 cm x 20 cm	Ver grafico	2 Ø 3/8" 1@0.05 m, 10@0.10m,resto @0.20 m
VIGA VL-01 y VL-02	ALMA: 40 cm x70 cm ALA: 65 cm x 20 cm	Ver grafico	2 Ø 3/8" 1@0.05 m, 10@0.10m,resto @0.20 m

Nota. Los gráficos de armado de acero en vigas se mostrarán posteriormente.

Los pórticos secundarios en los ejes “B” y “D”, están conformados de la siguiente manera:

Tabla 10

Características de elementos estructurales de ejes B y D

ELEMENTO	DIMENSIONES	ARMADO DE ACERO LONGITUDINAL	ESTRIBAJE
COLUMNA C-1	70cm X 40 cm	12 Ø 3/4"	2 Ø 3/8" 1@0.05 m, 10@0.10m,resto @0.20 m
VIGA V-01	b:40 cm x h:90 cm	Ver grafico	2 Ø 3/8" 1@0.05 m, 10@0.10m,resto @0.20 m

Nota. Los gráficos de armado de acero en vigas se mostrarán posteriormente.

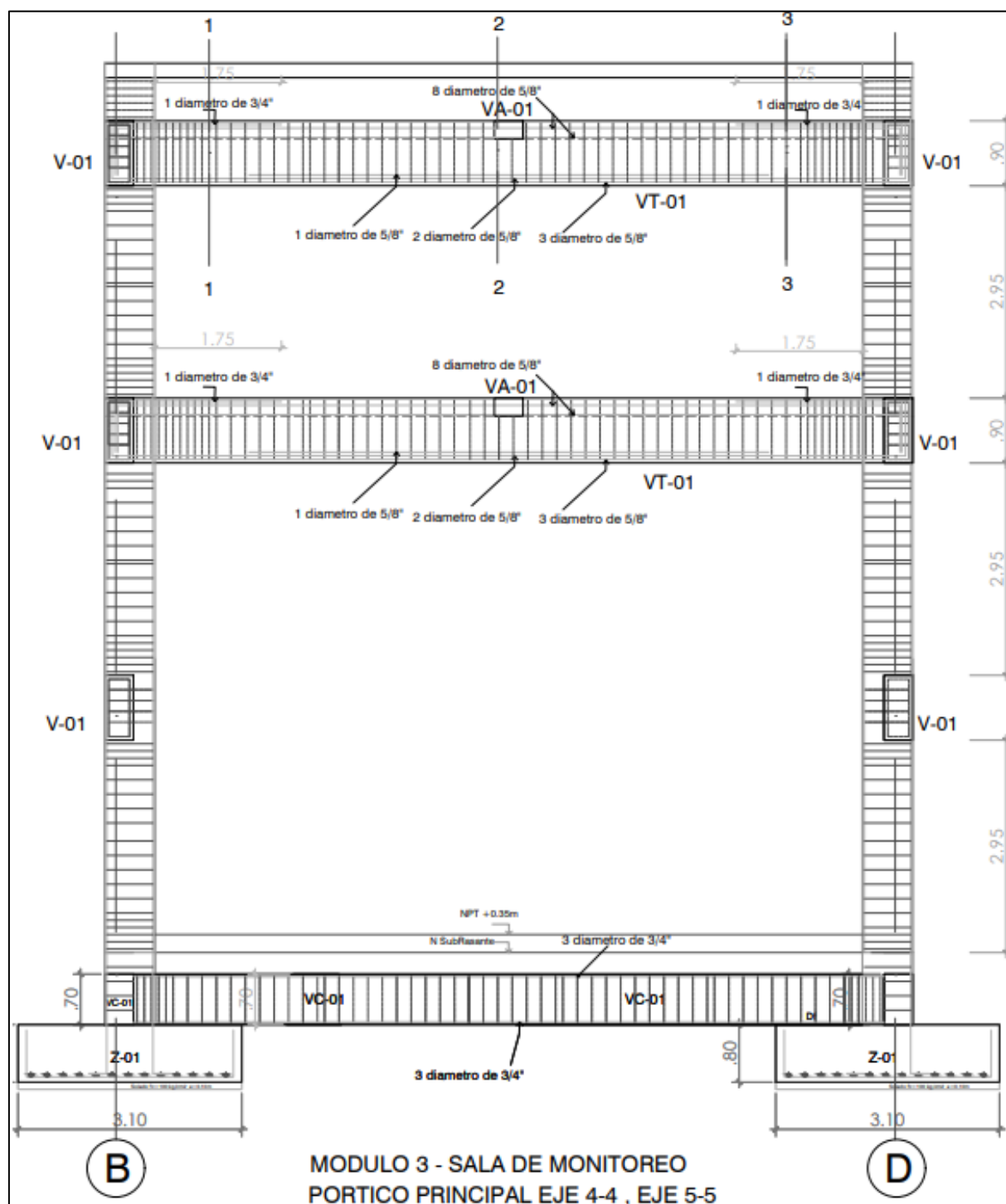
En los cuadros anteriores se indica que las vigas de los pórticos principales comprenden vigas de sección “T” en los ejes interiores y vigas de sección tipo “L” en los tramos de borde, que siguen conformando pórticos principales. Además, en los pórticos secundarios se cuenta con vigas tipo “V-01” según la sección descrita.

A continuación, se presentan los armados de las vigas que figuran en el expediente técnico, así como las secciones transversales de los elementos más importantes.



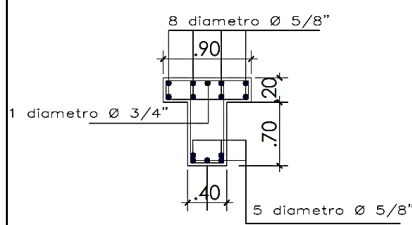
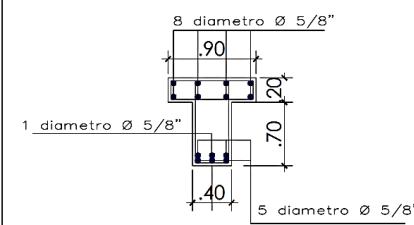
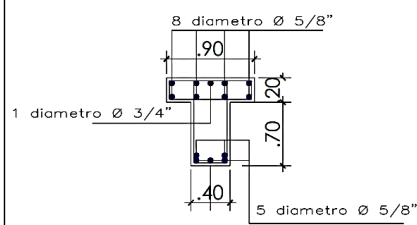
Figura 16

Armado de acero en viga principal VT-01 módulo 3 ejes 4 y 5



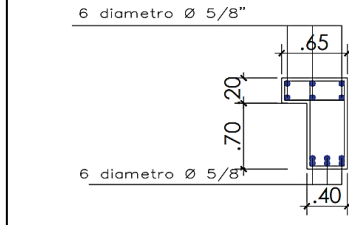
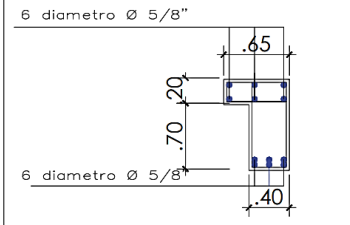
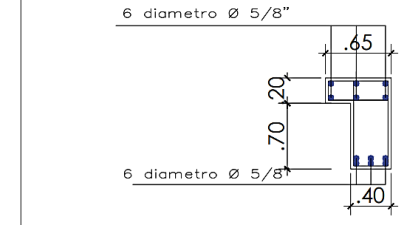
Nota. Adaptado de “Expediente técnico mejoramiento y ampliación del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa – Arequipa” por Grupo Falabella, 2022

Figura 17
Cuadro de detalle de Viga T ejes principales MÓDULO 3 ejes 4 y 5

CUADRO DETALLE DE VIGA		
VT-01 CORTE 1-1	VT-01 CORTE 2-2	VT-01 CORTE 3-3
 13Ø5/8" + 1Ø3/4" 2 Ø3/8" corrugado:	 14Ø5/8" 2 Ø3/8" corrugado:	 13Ø5/8" + 1Ø3/4" 2 Ø3/8" corrugado:
Ø EL INDICADO, 1@0.05, 10@0.10, RESTO @0.20, EN ambos extremos.		

Nota. Adaptado de “Expediente técnico mejoramiento y ampliación del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa – Arequipa” por Grupo Falabella, 2022

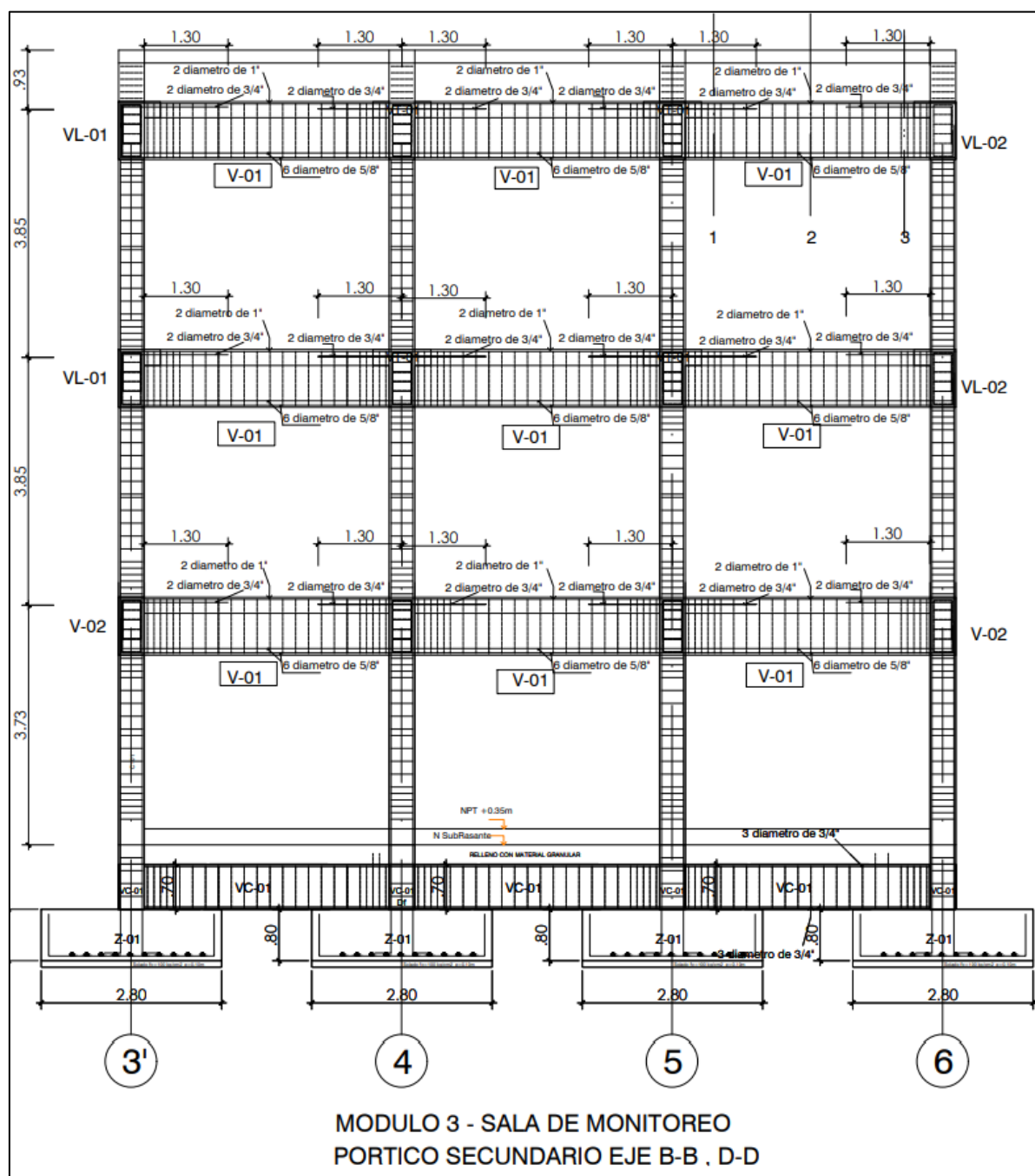
Figura 18
Cuadro de detalle de Viga L ejes principales MÓDULO 3 ejes 3 y 6

CUADRO DETALLE DE VIGA		
VL-02 CORTE 1-1	VL-02 CORTE 2-2	VL-02 CORTE 3-3
		
Ø EL INDICADO, 1@0.05, 10@0.10, RESTO @0.20, EN ambos extremos.		

Nota. Adaptado de “Expediente técnico mejoramiento y ampliación del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa – Arequipa” por Grupo Falabella, 2022

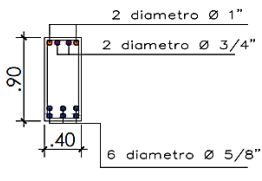
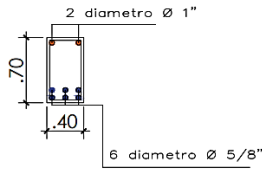
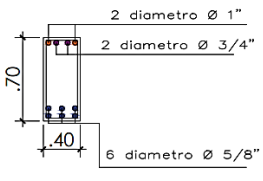
Figura 19

Armado de acero en viga secundaria V-01 módulo 3 ejes B y D



Nota. Adaptado de “Expediente técnico mejoramiento y ampliación del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa – Arequipa” por Grupo Falabella, 2022

Figura 20
Cuadro de detalle de Viga V-01 ejes secundarios módulo 3

CUADRO DETALLE DE VIGA		
V-01 CORTE 1-1	V-01 CORTE 2-2	V-01 CORTE 3-3
 6'5/8" + 2'3/4" + 2'1" Ø 3/8"	 6'5/8" + 2'1" Ø 3/8"	 6'5/8" + 2'3/4" + 2'1" Ø 3/8"
Ø EL INDICADO, 1Ø0.05, 5Ø0.10, RESTO Ø0.20, EN ambos extremos.		

Nota. Adaptado de “Expediente técnico mejoramiento y ampliación del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa – Arequipa” por Grupo Falabella, 2022

4. Partidas de Análisis del método convencional

En este punto se procederá a organizar la información obtenida en campo de tal manera que se presenten todas las actividades vinculadas a los encofrados convencionales que se dieron en los dos casos de estudio, así tenemos entre éstas tres hitos importantes:

- Encofrado de plataforma de apoyo para doble apuntalamiento.
- Encofrado de Vigas
- Encofrado de losas aligeradas

En cada uno de éstos se considerarán sub actividades que en conjunto formarán un análisis muy detallado de lo trabajado en obra.

4.1. Primer Caso de Estudio

Se procederá a detallar las características y cantidades de insumos de los tres puntos antes mencionados: encofrado de plataforma de apoyo, encofrado de vigas y losas aligeradas

Tabla 11
Características de insumos utilizados para plataforma de apoyo (Caso de estudio 1)

ARMADO DE PLATAFORMA DE APOYO TIPO "FALSO PISO" PARA POSTERIOR ENCOFRADO DE VIGAS PERALTADAS Y LOSAS (CASO DE ESTUDIO 1)				
CARACTERÍSTICAS				
ÍTEM	SUBACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	TIPO	COMPONENTE PRINCIPAL
1	Suministro y transporte de soleras para armado de plataforma (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	Traslado de materiales desde lugar de alquiler D=2 km	Vehículo de carga propio	EQUIPO Y MANO DE OBRA
2	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 3 m (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	Traslado de materiales desde lugar de alquiler D=2 km	Vehículo de carga propio	EQUIPO Y MANO DE OBRA
3	Conformación de armazón con soleras para plataforma inferior de vigas (incluye apuntalamiento y armado de andamiaje para su fin) Plataforma en 03 paños de "falso piso" de apoyo, cada paño de 41.8 m ² . Área total de plataforma 125.40 m²	Soleras de base de entablado o plataforma "falso piso" de apoyo de puntales	Alquilado/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Puntales de 3 m de Sostén de plataforma "falso piso"	Alquilado/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Clavos de 3" para fijación de puntales	Propio/no recuperable	MATERIAL
4	Entablado de plataforma inferior de vigas Plataforma en 03 paños de "falso piso" de apoyo, cada paño de 41.8 m ² . Total área de plataforma 125.40 m²	Entablado de plataforma tipo falso piso con tablas de 20 cm de ancho e=1"	Alquilado/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Clavos de 4" para fijación de tablas a soleras	Propio/no recuperable	
5	Arriostramiento lateral con rieles/rigidizadores utilizados en encofrado metálico para evitar desplazamientos en paño crítico 41.8 m²	Arriostramiento con "rieles alineadores o rigidizadores" utilizados originalmente en encofrado metálico de columnas	Propio/recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
6	Arriostramiento con acero de construcción entre puntales de plataforma inferior 02 paños restantes de plataforma inferior (cada paño de 41.8 m ²) + un sentido en paño crítico de posible deslizamiento 83.6 m²	Arriostramiento en el sentido de ejes cartesianos con acero de 1/2" de diámetro	Propio/recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA

Nota. Se establecen los componentes principales por subactividad.

Tabla 12
Insumos (materiales) utilizados para plataforma de apoyo (Caso de estudio 1)

ÍTEM	SUBACTIVIDAD	MATERIAL				
		METRADO DE SUBACTIVIDAD		CANTIDAD COMERCIAL PARA CONSIDERAR EN A.C.U		
		Sustento	Cant.	Und	Sustento	Cantidad
1	Suministro y transporte de soleras para armado de plataforma (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	Se realizo en 01 viaje D=2 km	2	viaje	2	02 viajes
2	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 3 m (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	Se realizo en 01 viaje D=2 km	2	viaje	2	02 viajes
3	Conformación de armazón con soleras para plataforma inferior de vigas (incluye apuntalamiento y armado de andamiaje para su fin) Plataforma en 03 paños de "falso piso" de apoyo, cada paño de 41.8 m ² . Total área de plataforma 125.40 m²	03 paños de Plataforma, 05 hileras por paño, longitud de hilera 11.00 m	165	m	15 hileras, cada hilera cuenta con 2 soleras de 4.00 m y una solera de 3.00m	30 soleras de 4.00 m + 15 soleras de 3.00 m
		03 paños de plataforma, 05 hileras por paño, 15 puntales por hilera. 10 puntales adicionales de arriostramiento diagonal	235	und	03 paños de plataforma, 05 hileras por paño, 15 puntales por hilera. 10 puntales adicionales de arriostramiento diagonal	235 puntales de capacidad de extensión 3.00 m
		03 clavos por puntal en todos los puntales	705	und	139 clavos/kg	5.07 kg de Clavos de 3"
4	Entablado de plataforma inferior de vigas Plataforma en 03 paños de "falso piso" de apoyo, cada paño de 41.8 m ² . Total área de plataforma 125.40 m²	03 paños de Plataforma Completa de trabajo con separación aproximada entre tablas de 5.00 cm	125.4	m ²	44 tablas por paño	132 tablas de 3.80 m de largo
		10 clavos por tabla (en cada una de las soleras) 132 tablas en total en los 03 paños	1320	Und	72 clavos/kg	18.33 kg de clavos de 4"
5	Arriostramiento lateral con rieles/rigidizadores utilizados en encofrado metálico para evitar desplazamientos en paño crítico 41.8 m²	01 paño crítico de posible deslizamiento (pañó central donde inicia plataforma)	42	m ²	Utilizado en los puntales interiores, es decir no se cuenta los puntales laterales en la VL02 (13 puntales) el largo de los rieles utilizados es de 3.00 m	13 rieles de arriostre de 3.50 m
		Amarres para arrostramiento en las hileras interiores sujetos 05 puntales por rigidizador			05 amarres de alambre n° 8 por rigidizador de longitud de 75.00 cm, 01 paño de 13 rigidizadores. (9 m por kg)	5.05 kg de Alambre N°8
6	Arriostramiento con acero de construcción entre puntales de plataforma inferior 02 paños restantes de plataforma inferior (cada paño de 41.8 m ²) + un sentido en paño crítico de posible deslizamiento 83.6 m²	02 paños restantes de plataforma inferior (cada paño de 41.8 m ²) + un sentido en paño crítico de posible deslizamiento	84	m ²	No se considera el acero de 1/2" como material debido a que se recuperó y reutilizó en obra, el principal trabajo a medir es el arriostramiento como mano de obra.	-
		Totalidad de amarres con alambre N°08 en los 03 paños para arriostramiento con varillas corrugadas			03 paños, 5*15=75 amarres por paño, Longitud de alambre 60.00 cm (9 m x kg)	15 kg de alambre N°8

Tabla 13
Insumos (mano de obra y equipo) utilizados para plataforma de apoyo (Caso de estudio 1)

ÍTEM	SUBACTIVIDAD	MANO DE OBRA	EQUIPO Y HERRAMIENTAS
		PERSONAL	Tipo de Herramienta
1	Suministro y transporte de soleras para armado de plataforma (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	01 operador (chofer) +02 peones	Vehículo de carga furgón (capacidad 2 toneladas)
2	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 3 m (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	01 operador (chofer) +02 peones	Vehículo de carga furgón (capacidad 2 toneladas)
3	Conformación de armazón con soleras para plataforma inferior de vigas (incluye apuntalamiento y armado de andamiaje para su fin) Plataforma en 03 paños de "falso piso" de apoyo, cada paño de 41.8 m ² . Total área de plataforma 125.40 m²	04 operadores + 02 peones	Herramientas manuales
4	Entablado de plataforma inferior de vigas Plataforma en 03 paños de "falso piso" de apoyo, cada paño de 41.8 m ² . Total área de plataforma 125.40 m²	04 operadores + 02 peones	Herramientas manuales
5	Arriostramiento lateral con rieles/rigidizadores utilizados en encofrado metálico para evitar desplazamientos en paño crítico 41.8 m²	02 peones	Herramientas manuales
6	Arriostramiento con acero de construcción entre puntales de plataforma inferior 02 paños restantes de plataforma inferior (cada paño de 41.8 m ²) + un sentido en paño crítico de posible deslizamiento 83.6 m²	03 peones	Herramientas manuales

Nota. Los planos que sustentan las cantidades anteriores se mostrarán posteriormente.

Tabla 14
Características de insumos utilizados para encofrado de vigas (Caso de estudio 1) ítems 1 a 7

ENCOFRADO DE VIGAS (CASO DE ESTUDIO 1)				
CARACTERÍSTICAS				
N°	SUBACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	TIPO	COMPONENTE PRINCIPAL
1	Suministro y transporte de tablas de 1 1/2" de espesor para fondos de vigas ancho=45 cm y 30 cm (01 viaje)	Traslado de materiales desde lugar de compra D=2 km	Vehículo de carga propio	EQUIPO Y MANO DE OBRA
2	Suministro y transporte de tablas de 1" para tapas de vigas (01 viaje)	Traslado de materiales desde lugar de compra D=2 km	Vehículo de carga propio	EQUIPO Y MANO DE OBRA
3	Suministro y transporte de cuartones de 3"x4" para barrotes de refuerzo lateral y armado de “tes” de soporte de fondos (01 viaje)	Traslado de materiales desde lugar de compra D=2 km	Vehículo de carga propio	EQUIPO Y MANO DE OBRA
4	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 4 m (incluye devolución de materiales alquilados) (viaje considerado en puntales de losas)	Traslado de materiales desde lugar de alquiler D=2 km	Vehículo de carga propio	EQUIPO Y MANO DE OBRA
5	Preparación de Tablas (corte longitudinal de alineado) y corte transversal para alcanzar longitud de viga (01 día)	Corte longitudinal para alinear canto y transversal para largo requerido	Sierra propia	EQUIPO Y MANO DE OBRA
6	Encofrado de Fondos de Vigas Principales VT-01 y VL-01 (20.2 m²)	Armado de “tes” para fondos de vigas con puntales y cuartones	Alquilado (puntales), compra (cuartones)/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Puntales de 4.00 m incluye armado de “tes” y refuerzo adicional (puntales libres) por peso	Alquilado/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Entablado de fondos de vigas ancho=0.45 m (5 cm adicionales a los 40 cm de viga)	Compra/ % no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Clavos de 3" para fijación de puntales en “tes”, fondos de vigas en “tes”	Propio/no recuperable	MATERIAL
7	Encofrado de Fondos de Vigas Secundarias VL-01 (9.5 m²)	Armado de tes para fondos de vigas con puntales y cuartones	Alquilado (puntales), compra (cuartones)/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Puntales de 4.00 m incluye armado de “tes” y refuerzo adicional (puntales libres) por peso	Alquilado/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Entablado de fondos de vigas ancho=0.30 m	Compra/ % no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Clavos de 3" para fijación de puntales en “tes”, fondos de vigas en “tes”	Propio/no recuperable	MATERIAL

Tabla 15
Características de insumos utilizados para encofrado de vigas (Caso de estudio 1) ítems 8 A 12

ENCOFRADO DE VIGAS (CASO DE ESTUDIO 1)				
N°	SUBACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS		
		DESCRIPCIÓN	TIPO	COMPONENTE PRINCIPAL
8	Preparación de tablas para tapas de vigas e=1" (corte longitudinal para altura requerida y corte transversal para longitud de viga) y preparado de barrote para rigidez lateral	Corte longitudinal para alinear canto y transversal para largo requerido	Sierra propia	EQUIPO Y MANO DE OBRA
9	Encofrado de tapas de Vigas Principales VT-01 (70.7 m²)	Barrote de rigidez lateral con cuartones de 3" x 4"	Compra/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Rigidizadores de encofrado metálico para tapas de vigas, con espárragos y tuercas	Propio/recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Espárragos y tuercas para alineadores	Propio/recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Entablado de tapas de vigas, altura 73.81 cm (considerando espesor de fondo)	Compra/ % no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Clavos de 3" para fijación de tapas a barrote	Propio/no recuperable	MATERIAL
10	Encofrado de tapas interiores de Vigas Secundarias VL-01 (26.6 m²)	Barrote de rigidez lateral con cuartones de 3" x 4 "	Compra/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Rigidizadores de encofrado metálico para tapas de vigas, con espárragos y tuercas	Propio/recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Espárragos y tuercas para alineadores	Propio/recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Entablado de tapas de vigas, altura 73.81 cm (considerando espesor de fondo)	Compra/ % no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Clavos de 3" para fijación de tapas a barrote	Propio/no recuperable	MATERIAL
11	Encofrado de Frisos con paneles de encofrado armado con fenólico y bastidores (48.87 m²)	Se utilizan los paneles armados para otros fines como encofrado de cimientos corridos, placas, columnas, etc.	Propio/recuperable	MANO DE OBRA
12	Arriostramiento especial perpendicular a vigas principales en tramos donde se encuentra plataforma (22.8 m)	ARRIOSTRAMIENTO Perpendicular a 04 paños PRINCIPALES (02 hileras de 03 tramos c/u la longitud de arriostramiento de cada tramo es L=3.80 m)	Propio/recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA

Tabla 16
Insumos (materiales) utilizados para encofrado de vigas (Caso de estudio 1) ítems 1 a 6

N°	SUBACTIVIDAD	MATERIAL				
		METRADO DE SUBACTIVIDAD	CANTIDAD COMERCIAL PARA CONSIDERAR EN A.C.U			
			Sustento	Cant.	Und	Cantidad
1	Suministro y transporte de tablas de 1 1/2" de espesor para fondos de vigas ancho=45 cm y 30 cm (01 viaje)	Combustible para traslado de materiales	1	viaje	1	viaje
2	Suministro y transporte de tablas de 1" para tapas de vigas (01 viaje)	Combustible para traslado de materiales	1	viaje	1	viaje
3	Suministro y transporte de cuartones de 3"x4" para barrotes de refuerzo lateral y armado de “tes” de soporte de fondos (01 viaje)	Combustible para traslado de materiales	1	viaje	1	viaje
4	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 4 m (incluye devolución de materiales alquilados) (viaje considerado en puntales de losas)	Combustible para traslado de materiales	0	viaje	1	viaje
5	Preparación de Tablas (corte longitudinal de alineado) y corte transversal para alcanzar longitud de viga (01 día)	Se realizó el trabajo total en una jornada laboral, 01 operador	1	día	1	día
6	Encofrado de Fondos de Vigas Principales VT-01 y VL-01 (20.2 m²)	05 vigas principales, 60 % de la totalidad de puntales llevan “tes”, cada viga principal cuenta con 25 puntales	75	und	Cada “te” lleva un cuartón de 0.60 m de longitud en total 45 m de cuartón de 3"x4"	15 cuartones de 3"x 4" de 3.00 m de longitud
		Alambre N° 8 de refuerzo diagonal en “tes” de soporte de fondos de vigas	75	und	Cada “te” lleva una longitud diagonal de 0.35*3 (tensado)= 75*0.35*3=78.75 m (9 m/kg)	9 kg de alambre N° 8
		05 vigas principales, cada viga cuenta con 25 puntales, dos hileras de puntales a nivel de plataforma inferior	175	und	05 vigas principales, cada viga cuenta con 25 puntales, dos hileras de puntales a nivel de plataforma inferior	175 und de puntales de 4m
		05 vigas principales, cada viga tiene una longitud de L= 10.10 m, por lo tanto, para cada viga se consideraron 3 tablas de 3 m, y 1/3 de una tabla de 3.3 m (1.10 m)	50.5	m	05 vigas principales, cada viga tiene una longitud de L= 10.10 m, por lo tanto, para cada viga se consideraron 3 tablas de 3 m, y 1/3 de una tabla de 3.3 m (1.10 m) ancho de tabla 45 cm	15 tablas de 3 m, ancho 45 cm + 02 tablas de 3.30 m ancho 45 cm e=1.5"
		06 clavos por puntal promediando “tes” y puntales comunes	1050	und	139 clavos/kg	7.55 kg de clavos de 3"

Tabla 17

Insumos (materiales) utilizados para encofrado de vigas (Caso de estudio 1) ítems 7 a 9

N°	SUBACTIVIDAD	MATERIAL			
		METRADO DE SUBACTIVIDAD		CANTIDAD COMERCIAL PARA CONSIDERAR EN A.C.U	
		Sustento	Cant. Und	Sustento	Cantidad
7	Encofrado de Fondos de Vigas Secundarias VL-01 (9.5 m²)	10 tramos de Vigas secundarias de 3.80 m c/u, 70 % de la totalidad de puntales llevan “tes”, cada tramo de viga principal cuenta con 06 puntales	42 und	Cada “te” lleva un cuartón de 0.60 m de longitud en total 25.20 m de cuartón de 3"x4"	9 cuartones de 3" x 4" de 3.00 m de longitud
		Alambre N° 8 de refuerzo diagonal en “tes” de soporte de fondos de vigas	42 und	Cada “te” lleva una longitud diagonal de 0.35*3 (tensado)= 42*0.35*3=44.1 m (9 m/kg)	4.9 kg de alambre N° 8
		10 tramos de vigas secundarias, cada tramo de viga cuenta con 06 puntales	60 und	10 tramos de vigas secundarias, cada viga cuenta con 06puntales.	60 und de puntales de 4 m
		10 tramos de vigas secundarias, cada tramo tiene una longitud de L= 3.80 m, por lo tanto, para cada viga se consideraron 1 tablas de 3m, y 1/3 de una tabla de 3.0 m (1.0m) retazo de 20cm	38 m	10 tramos de vigas secundarias, cada viga tiene una longitud de L= 3.80 m, por lo tanto, para cada tramo se consideraron 1 tablas de 3m, y 1/3 de una tabla de 3.0m (1.00m) ancho de tabla 30 cm	14 tablas de 3m, ancho 30 cm ancho 30 cm e=1.5"
		06 clavos por puntal promediando “tes” y puntales comunes	360 und	139 clavos/kg	2.59 kg de Clavos de 3"
8	Preparación de tablas para tapas de vigas e=1" (corte longitudinal para altura requerida y corte transversal para longitud de viga) y preparado de barrotes para rigidez lateral	Se realizó el trabajo total en una jornada laboral, 01 operador	1 día	1	día
9	Encofrado de tapas de Vigas Principales VT-01 (70.7 m²)	05 vigas principales, cada viga cuenta con 02 caras, cada cara cuenta con 10 barrotes del cuartón de referencia	100 und	Cada unidad de barrote es de 0.85m aproximadamente total de 85m de barrotes.	29 cuartones de 3" x 4" de 3m
		05 vigas principales, cada viga cuenta con 02 caras, cada cara cuenta con 14 rigidizadores	140 und	140 rigidizadores en total	140 rieles de 1.50 m (medida mínima en obra)
		Por cada 02 rigidizadores (en ambas caras) 02 espárragos y 02 tuercas de sujeción	140 und	Se cuenta 01 espárrago y 02 tuercas por riel	140 espárragos, 280 tuercas de encofrado metálico
		05 vigas principales, cada viga tiene dos caras de longitud de Largo= 10.10 m , por lo tanto, para cada cara se consideraron 3 tablas de 3m, y 1/3 de una tabla de 3.3 m (1.10m), y a lo alto : la altura es de 73.81 cm, se consideraron dos tablas de 30 cm 1" y la mitad de una de 30 cm para completar la altura	50.5 m	Por cara de Viga: 7 1/2 tablas de 3.00 m + 2/3 de tabla de 3.30m + 1/6 de tabla de 3.30 m (ver plano detalle)	75 tablas de 3.00 m ancho 30 cm+ 9 tablas de 3.30 m ancho de 30 cm
		06 clavos por barrote	600 und	139 clavos/kg	4.32 kg de Clavos de 3"

Tabla 18*Insumos (materiales) utilizados para encofrado de vigas (Caso de estudio 1) ítems 10 a 12*

N°	SUBACTIVIDAD	MATERIAL			
		METRADO DE SUBACTIVIDAD		CANTIDAD COMERCIAL PARA CONSIDERAR EN A.C.U	
		Sustento	Cant. Und	Sustento	Cantidad
10	Encofrado de tapas interiores de Vigas Secundarias VL-01 (26.6 m ²)	10 tramos de vigas secundarias, cada tramo cuenta con 01 cara, cada cara cuenta con 04 barrotes del cuartón de referencia	40 und	Cada unidad de barrote es de 0.85m aproximadamente total de 85m de barrotes.	11 cuartones de 3" x 4" de 3m.
		10 tramos de vigas secundarias, cada tramo cuenta con 02 caras, cada cara cuenta con 05 rigidizadores	100 und	140 rigidizadores en total	140 rieles de 1.50 m (medida mínima en obra)
		Por cada 02 rigidizadores (en ambas caras) 02 espárragos y 02 tuercas de sujeción	100 und	Se cuenta 01 espárrago y 02 tuercas por riel.	100 espárragos, 200 tuercas de encofrado metálico
		10 tramos de vigas secundarias, cada tramo tiene una longitud de Largo= 3.80 m , por lo tanto, para cada viga se consideraron 3 tablas de 3m, y 1/3 de una tabla de 3.0 m (1.00m), y a lo alto : la altura es de 73.81 cm, se consideraron dos tablas de 30 cm 1" y la mitad de una de 30 cm para completar la altura	38 m	Por cara de Viga: 2.5 tablas de 3.00 m + 2/3 de tabla de 3.00m + 1/6 de tabla de 3.00 m (ver plano detalle)	34 tablas de 3.00 m ancho 30 cm
		06 clavos por barrote	600 und	139 clavos/kg	4.32 kg de Clavos de 3"
11	Encofrado de Frisos con paneles de encofrado armado con fenólico y bastidores (48.87 m ²)	Perímetro encofrado de módulo 1, los espárragos y tuercas utilizadas se consideraron en el encofrado de tapas interiores de vigas	54.3 m	No se considera material porque es 100% recuperable.	No se considera material porque es 100% recuperable.
12	Arriostramiento especial perpendicular a vigas principales en tramos donde se encuentra plataforma (22.8 m)	Pernos con respectivas arandelas y tuercas para unir los rigidizadores a la hilera de puntales respectiva por los agujeros del puntal que normalmente se utilizan para proporcionar la altura telescópica.	22.8 m	06 rieles de 3.00 m perpendicular a vigas principales	06 rieles de arriostre de 3.00 m
		Se utilizaron 4 pernos (diámetro 1/2" x largo 6"). Para cada perno: 02 arandelas (1/2" diámetro normal), 01 arandela (1/2 mayor diámetro exterior) y 01 tuerca. POR CADA RIEL DE 3.00 m.		Pernos hexagonales por unidad, 64 arandelas diámetro normal/kg, 48 arandelas diámetro exterior 40 mm/kg	24 pernos hexagonales de 1/2" x 6", 0.75 kg de arandelas de 1/2", 0.5 kg de arandelas con diámetro exterior 40 mm, 24 tuercas.

Tabla 19

Insumos (equipo y herramientas) utilizados para encofrado de vigas (Caso de estudio 1)

N°	SUBACTIVIDAD	MANO DE OBRA	EQUIPO Y HERRAMIENTAS
		PERSONAL	Tipo de Herramienta
1	Suministro y transporte de tablas de 1 1/2" de espesor para fondos de vigas ancho=45 cm y 30 cm (01 viaje)	01 operador (chofer) +02 peones	Vehículo de carga furgón (capacidad 2 toneladas)
2	Suministro y transporte de tablas de 1" para tapas de vigas (01 viaje)	01 operador (chofer) +02 peones	Vehículo de carga furgón (capacidad 2 toneladas)
3	Suministro y transporte de cuarterones de 3"x4" para barrotes de refuerzo lateral y armado de "tes" de soporte de fondos (01 viaje)	01 operador (chofer) +02 peones	Vehículo de carga furgón (capacidad 2 toneladas)
4	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 4m (incluye devolución de materiales alquilados) (viaje considerado en puntales de losas)	01 operador (chofer) +02 peones	Vehículo de carga furgón (capacidad 2 toneladas)
5	Preparación de Tablas (corte longitudinal de alineado) y corte transversal para alcanzar longitud de viga (01 día)	01 operador	Sierra circular estacionaria
6	Encofrado de Fondos de Vigas Principales VT-01 y VL-01 (20.2 m²)	04 operadores + 02 peones	Herramientas manuales+02 cuerpos de andamios
7	Encofrado de Fondos de Vigas Secundarias VL-01 (9.5 m²)	04 operadores + 02 peones	Herramientas manuales+02 cuerpos de andamios
8	Preparación de tablas para tapas de vigas e=1" (corte longitudinal para altura requerida y corte transversal para longitud de viga) y preparado de barrotes para rigidez lateral	01 operador	Sierra circular estacionaria
9	Encofrado de tapas de Vigas Principales VT-01 (70.7 m²)	04 operadores + 02 peones	Herramientas manuales+02 cuerpos de andamios
10	Encofrado de tapas interiores de Vigas Secundarias VL-01 (26.6 m²)	04 operadores + 02 peones	Herramientas manuales+02 cuerpos de andamios
11	Encofrado de Frisos con paneles de encofrado armado con fenólico y bastidores (48.87 m²)	04 operadores + 02 peones	Herramientas manuales+02 cuerpos de andamios
12	Arriostramiento especial perpendicular a vigas principales en tramos donde se encuentra plataforma (22.8 m)	03 peones	Herramientas manuales

Nota. Los planos que sustentan las cantidades anteriores se mostrarán posteriormente.

Tabla 20
Características de insumos utilizados para encofrado de losas aligeradas (Caso de estudio 1)

ENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS (CASO DE ESTUDIO 1)				
N°	SUBACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS		
		DESCRIPCIÓN	TIPO	COMPONENTE PRINCIPAL
1	Suministro y transporte de Soleras para apoyo de tablas de encofrado de viguetas (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	Traslado de materiales desde lugar de alquiler D=2 km	Vehículo de carga propio	EQUIPO Y MANO DE OBRA
2	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 4 m (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	Traslado de materiales desde lugar de alquiler D=2 km	Vehículo de carga propio	EQUIPO Y MANO DE OBRA
3	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 5 m y puntales de eucalipto de 5 m (por falta de puntales telescópicos en el mercado) (incluye devolución de materiales alquilados) (03 viajes)	Traslado de materiales desde lugar de alquiler D=3 km	Vehículo de carga propio	EQUIPO Y MANO DE OBRA
4	Conformación de armazón con soleras para apoyo de tablas de encofrado de viguetas, 05 paños, cada paño de 41.8 m². Total área de losas encofradas 209 m²	Soleras de base de entablado de encofrado de viguetas	Alquilado/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Puntales de 4 m para soleras	Alquilado/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Puntales Telescópicos de 5 m y puntales de eucalipto de 5 m (por falta de puntales telescópicos en el mercado) (incluye devolución de materiales alquilados)	Alquilado/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
			Propio/recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Clavos de 3" para fijación de puntales	Propio/no recuperable	MATERIAL
5	Entablado para encofrado de viguetas. Total área de losas encofradas 209 m²	Entablado para encofrado viguetas con tablas de 20 cm de ancho e=1"	Alquilado/No recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Clavos de 4" para fijación de tablas a soleras	Propio/no recuperable	
6	Arriostramiento con acero de construcción entre puntales de aligerado. Total área arriostrada 209 m²	Arriostramiento en el sentido de ejes cartesianos con acero de 1/2" de diámetro	Propio/recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA

Tabla 21
Insumos (materiales) utilizados para encofrado de losas aligeradas (Caso de estudio 1)

N°	SUBACTIVIDAD	MATERIAL				
		METRADO DE SUBACTIVIDAD		CANTIDAD COMERCIAL PARA CONSIDERAR EN A.C.U.		
		Sustento	Cant	Und	Sustento	Cantidad
1	Suministro y transporte de Soleras para apoyo de tablas de encofrado de viguetas (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	Considerar combustible para traslado de materiales	2	viaje	2	viaje
2	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 4 m (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	Considerar combustible para traslado de materiales	2	viaje	2	viaje
3	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 5 m y puntales de eucalipto de 5 m (por falta de puntales telescópicos en el mercado) (incluye devolución de materiales alquilados) (03 viajes)	Combustible para traslado de materiales	3	viaje	3	viaje
4	Conformación de armazón con soleras para apoyo de tablas de encofrado de viguetas, 05 paños, cada paño de 41.8 m². Área total de losas encofradas: 209 m²	05 paños de Plataforma, 05 hileras por paño, longitud de hilera 11.00 m	275	m	25 hileras, cada hilera cuenta con 2 soleras de 4.00 m y una solera de 3.00 m	50 soleras de 4.00 m + 25 soleras de 3.00 m
		04 paños de plataforma, 05 hileras por paño, 15 puntales por hilera	300	und	04 paños de plataforma, 05 hileras por paño, 15 puntales por hilera	300 puntales de capacidad de extensión 4.00 m
		01 paño, 03 hileras, 15 puntales por hilera con puntales telescópicos de 5 m	45	und	01 paño, 03 hileras, 15 puntales por hilera con puntales telescópicos de 5 m	45 puntales telescópicos de extensión de 5.00 m
		01 paño ,02 hileras, 15 puntales por hilera con puntales de eucalipto	30	und	01 paño ,02 hileras, 15 puntales por hilera con puntales de eucalipto	30 puntales de eucalipto de 5.00 m
		05 clavos por puntal en todos los puntales	1875	und	139 clavos/kg	13.49 kg de Clavos de 3"
5	Entablado para encofrado de viguetas. Área total de losas encofradas 209 m²	05 paños de encofrado de losa con separación aproximada entre tablas de 20.00 cm de luz (cada paño de 41.8 m²)	209	m²	05 paños de encofrado de losa, 29 tablas por paño	145 tablas de 3.80 m de largo
		10 clavos por tabla (en cada una de las soleras) 145 tablas en total en los 05 paños	1450	Und	72 clavos/kg	20.14 kg de clavos de 4"
6	Arriostramiento con acero de construcción entre puntales de aligerado. Total área arriostrada 209 m²	05 paños (cada paño de 41.8 m²)	209	m²	No se considera el acero de 1/2" como material debido a que se recuperó y reutilizó en obra, el principal trabajo a medir es el arriostramiento como mano de obra.	-

Tabla 22
Insumos (materiales) utilizados para encofrado de losas aligeradas (Caso de estudio 1)

N°	SUBACTIVIDAD	MANO DE OBRA	HERRAMIENTAS
		PERSONAL	Tipo de Herramienta
1	Suministro y transporte de Soleras para apoyo de tablas de encofrado de viguetas (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	01 operador (chofer) +02 peones	Vehículo de carga furgón (capacidad 2 toneladas)
2	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 4 m (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	01 operador (chofer) +02 peones	Vehículo de carga furgón (capacidad 2 toneladas)
3	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 5 m y puntales de eucalipto de 5 m (por falta de puntales telescópicos en el mercado) (incluye devolución de materiales alquilados) (03 viajes)	01 operador (chofer) +02 peones	Vehículo de carga furgón (capacidad 2 toneladas)
4	Conformación de armazón con soleras para apoyo de tablas de encofrado de viguetas, 05 paños, cada paño de 41.8 m². Área total de losas encofradas 209 m²	04 operadores + 02 peones	Herramientas manuales, 02 cuerpos de andamios
5	Entablado para encofrado de viguetas. Área total de losas encofradas 209 m²	04 operadores + 02 peones	Herramientas manuales,02 cuerpos de andamios
6	Arriostramiento con acero de construcción entre puntales de aligerado. Área total arriostrada 209 m²	03 peones	Herramientas manuales, 02 cuerpos de andamios.

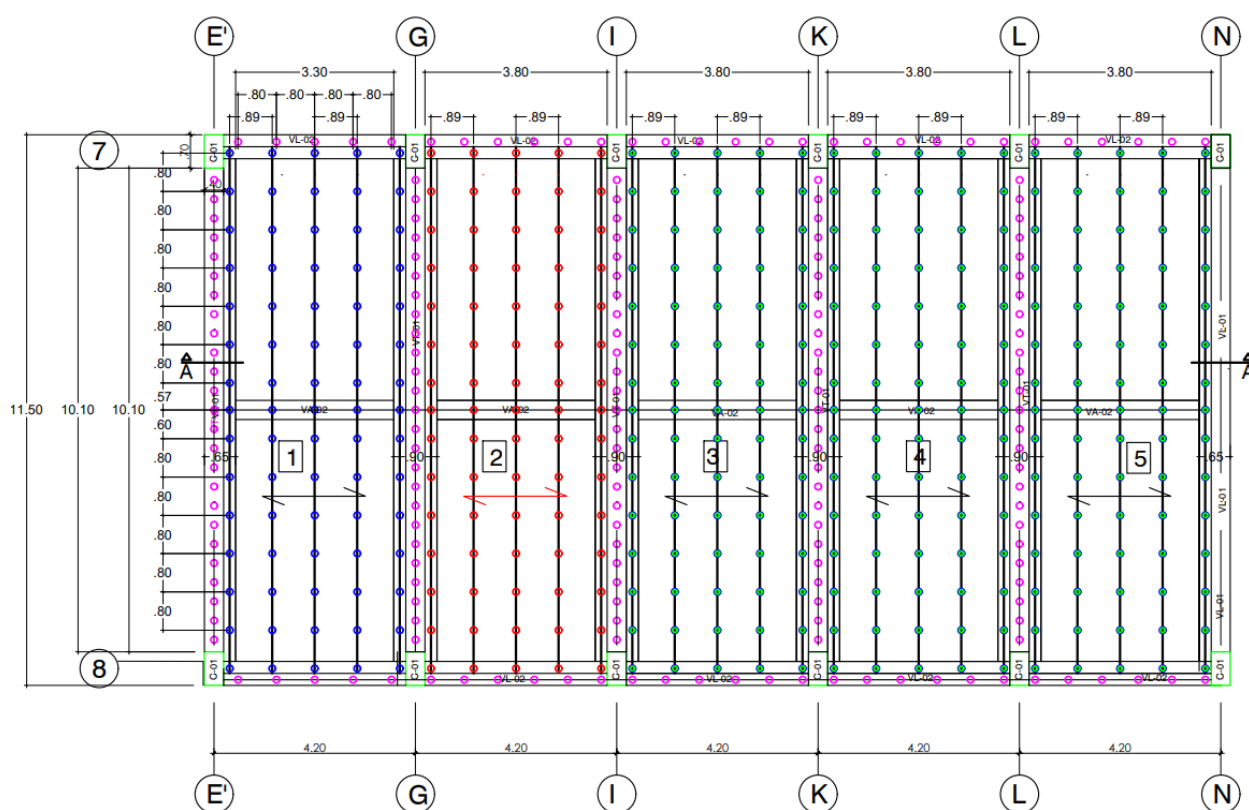
Nota. Los planos que sustentan las cantidades anteriores se mostrarán posteriormente.

Como se puede observar, de las tablas anteriores se obtienen las cantidades de insumos para cada una de las actividades y subactividades, con dichas cantidades se estimará el costo total del encofrado de techo de manera convencional en el primer caso de estudio, elaborando un presupuesto con actividades y subactividades y sus respectivos análisis de costos unitarios, a nivel de COSTO DIRECTO E IGV de tal manera que pueda ser comparable con el futuro diseño de sistema de encofrados.

A continuación, se presentan planos y esquemas del módulo 1 (primer caso de estudio) que sustentan dichos cálculos

Figura 21

Plano de encofrado ejecutado CASO DE ESTUDIO 1



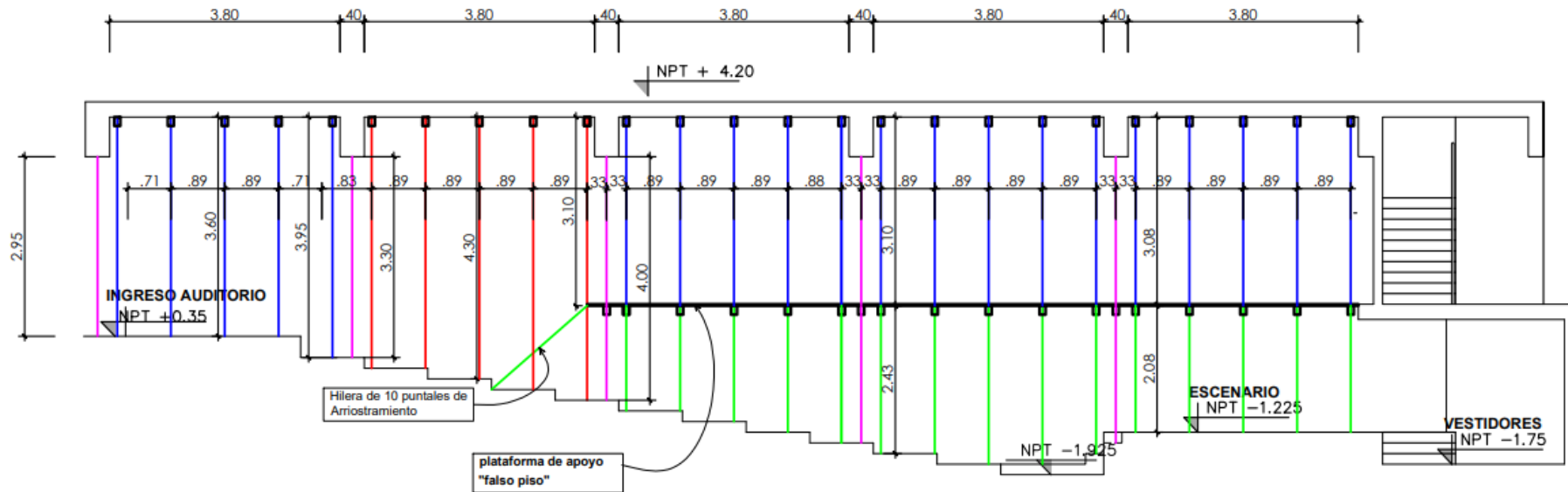
PLANO DE ENCOFRADO EJECUTADO CASO 1 MODULO 1
ALIGERADO Y PLATAFORMA FALSO PISO

Nota. Se observa la planta del encofrado ejecutado en el primer caso de estudio.

Elaboración propia.

Figura 22

Corte longitudinal de encofrado ejecutado



CORTE A-A ENCOFRADO EJECUTADO CASO 1 MODULO 1 ALIGERADO Y PLATAFORMA FALSO PISO

Nota. Se observa el corte y las alturas variables por el desnivel del auditorio.

Figura 23

Leyenda por colores de figuras 21 y 22

LEYENDA

- PUNTALES (4m)
- PUNTALES DE 4m sobre puntales de 3m
(plataforma "falso piso" entre ambos)
- PUNTALES (5m)
- PUNTALES (3m)
- PUNTALES para encofrado de Vigas

— Hileras de Soleras

← Sentido de aligerado

*Nota: El entablado de la plataforma y aligerado se encuentra en el sentido de las viguetas de aligerado.

*Nota: El entablado para la plataforma de apoyo es continuo dejandose una separacion entre tablas de 5cm (luz)

*Nota: El entablado para el aligerado tiene una separacion de 20 cm (luz) o 40 cm (eje a eje)

Nota. Leyenda que explica los diferentes elementos en las dos figuras anteriores.

Para efectos ilustrativos y para sustentar los insumos y la diferencia de materiales entre dos actividades que podrían parecer similares como lo son la plataforma de apoyo y el aligerado propiamente dicho, se presenta a continuación una figura que ilustra la diferencia de cantidades de tablas utilizadas en dichas actividades

Figura 24

Diferencia de entablado entre aligerado y plataforma de apoyo

1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
	30
	31
	32
	33
	34
	35
	36
	37
	38
	39
	40
	41
	42
	43
	44

Entablado por cantidad en 01 paño típico de aligerado

Entablado por cantidad en 01 paño típico de plataforma de apoyo

Nota. Se observan diferentes separaciones por necesidades estructurales en el aligerado (viguetas) y de uso (apoyo de puntales en plataforma de apoyo).

4.2. Segundo Caso de Estudio

De la misma manera se analizarán detalladamente las actividades principales en el segundo caso de estudio para poder obtener un presupuesto consolidado de ambos casos, costos unitarios y presupuesto separado por insumos: materiales, mano de obra y equipo necesario para ejecutar los trabajos.



Tabla 23
Características de insumos utilizados para encofrado de plataforma de apoyo (Caso de estudio 2)

ARMADO DE PLATAFORMA DE APOYO TIPO "FALSO PISO" PARA POSTERIOR ENCOFRADO DE VIGAS PERALTADAS Y LOSAS				
(CASO DE ESTUDIO 2)				
N°	SUBACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS		
		DESCRIPCIÓN	TIPO	COMPONENTE PRINCIPAL
1	Suministro y transporte de soleras para armado de plataforma (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	Traslado de materiales desde lugar de alquiler D=2 km	Vehículo de carga propio	EQUIPO Y MANO DE OBRA
2	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 4 m (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	Traslado de materiales desde lugar de alquiler D=2 km	Vehículo de carga propio	EQUIPO Y MANO DE OBRA
3	Conformación de armazón con soleras para plataforma inferior de vigas (incluye apuntalamiento y armado de andamiaje para su fin) Plataforma en 03 paños de "falso piso" de apoyo, cada paño de 40.66 m². Área total de plataforma 121.98 m²	Soleras de base de entablado o plataforma "falso piso" de apoyo de puntales	Alquilado/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Puntales de 4.00 m Sostén de plataforma "falso piso"	Alquilado/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Clavos de 3" para fijación de puntales	Propio/no recuperable	MATERIAL
4	Entablado de plataforma inferior de vigas. Plataforma en 03 paños de "falso piso" de apoyo, cada paño de 40.66 m². Área total de plataforma 121.98 m²	Entablado de plataforma tipo falso piso con tablas de 20 cm de ancho e=1"	Alquilado/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Clavos de 4" para fijación de tablas a soleras	Propio/no recuperable	
5	Arriostramiento con rieles o rigidizadores utilizados en encofrado metálico, según detalle de arriostramiento (160.5 m²)	Arriostramiento con rieles o rigidizadores utilizados en encofrado metálico (02 PÓRTICOS PERPENDICULARES A PÓRTICO DE ARRIOSTRAMIENTO BAJO VIGAS PRINCIPALES)	Propio/ recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
6	Arriostramiento con acero de construcción entre puntales de plataforma inferior (121.98 m²)	Arriostramiento en el sentido de ambos ejes cartesianos con acero de 1/2" de diámetro	Propio/ recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA

Tabla 24
Insumos (materiales) utilizados para encofrado de plataforma de apoyo (caso de estudio 2)

N°	SUBACTIVIDAD	MATERIAL				
		METRADO DE SUBACTIVIDAD		CANTIDAD COMERCIAL PARA CONSIDERAR EN A.C.U		
		Sustento	Cantidad	Und	Sustento	Cantidad
1	Suministro y transporte de Soleras para armado de plataforma (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	Combustible para traslado de materiales	2	viaje	2	viaje
2	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 4m (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	Combustible para traslado de materiales	2	viaje	2	viaje
3	Conformación de armazón con soleras para plataforma inferior de vigas (incluye apuntalamiento y armado de andamiaje para su fin) Plataforma en 03 paños de "falso piso" de apoyo, cada paño de 40.66 m². Área total de plataforma 121.98 m²	03 paños de Plataforma, 05 hileras por paño, longitud de hilera 10.70 m	160.5	m	15 hileras, cada hilera cuenta con 2 soleras de 4.00 m y una solera de 2.70 m	30 soleras de 4.00 m + 15 soleras de 2.70 m
		03 paños de plataforma, 05 hileras por paño, 15 puntales por hilera	225	und	03 paños de plataforma, 05 hileras por paño, 15 puntales por hilera	225 puntales de capacidad de extensión 4.00 m
		03 clavos por puntal en todos los puntales	675	und	139 clavos/kg	4.86 kg de clavos de 3"
4	Entablado de plataforma inferior de vigas. Plataforma en 03 paños de "falso piso" de apoyo, cada paño de 40.66 m². Área total de plataforma 121.98 m²	03 paños de Plataforma Completa de trabajo con separación aproximada entre tablas de 5.00 cm (cada paño de 40.66 m²)	121.98	m²	03 paños de Plataforma Completa de trabajo con separación aproximada entre tablas de 5.00 cm (43 tablas por paño)	129 tablas de 3.80 m de largo
		10 clavos por tabla (en cada una de las soleras) 129 tablas en total en los 03 paños	1290	Und	72 clavos/kg	17.92 kg de clavos de 4"
5	Arriostramiento con rieles o rigidizadores utilizados en encofrado metálico, según detalle de arriostramiento (160.5 m²)	Pernos con respectivas arandelas y tuercas para unir los rigidizadores a la hilera de puntales respectiva por los agujeros del puntal que normalmente se utilizan para proporcionar la altura telescópica			18 rieles de 1.50 m para diagonales de armadura (por pórtico), y 03 rieles de 3.00 m para cuerda superior por pórtico perpendicular. Total de dos pórticos.	36 rieles de arriostre de 1.50 m, 06 rieles de arriostre de 3.00 m
		Se utilizaron 3 pernos (diámetro 1/2" x largo 6"). Para cada perno: 02 arandelas (1/2" diámetro normal), 01 arandela (1/2" mayor diámetro exterior) y 01 tuerca. POR CADA RIEL DE 1.50 m.	160.5	m²	Pernos hexagonales por unidad, 64 arandelas diámetro normal/kg, 48 arandelas diámetro exterior 40 mm/kg	108 pernos hexagonales de 1/2" x 6", 3.38 kg de arandelas de 1/2", 2.25 kg de arandelas con diámetro exterior 40 mm, 108 tuercas
		Se utilizaron 4 pernos (diámetro 1/2" x largo 6"). Para cada perno: 02 arandelas (1/2" diámetro normal), 01 arandela (1/2" mayor diámetro exterior) y 01 tuerca. POR CADA RIEL DE 3.00 m.				24 pernos hexagonales de 1/2" x 6", 0.75 kg de arandelas de 1/2", 0.5 kg de arandelas con diámetro exterior 40 mm, 24 tuercas
6	Arriostramiento con acero de construcción entre puntales de plataforma inferior (121.98 m²)	03 paños de arriostramiento cada año de 40.66 m²			No se considera el acero de 1/2" como material debido a que se recuperó y reutilizó en obra, el principal trabajo a medir es el arriostramiento como mano de obra.	-
		Totalidad de amarres con alambre N°08 en los 03 paños para arriostramiento con varillas corrugadas de 1/2"	121.98	m²	03 paños, 5*15=75 amarres por paño, Longitud de alambre 60.00 cm (9 m x kg) + 10 % por amarres adicionales en pórticos de arriostramiento	16.5 kg de Alambre N°8

Tabla 25
Insumos (mano de obra y equipo) utilizados para encofrado de plataforma de apoyo (caso de estudio 2)

N°	SUBACTIVIDAD	MANO DE OBRA	EQUIPO Y HERRAMIENTAS
		PERSONAL	Tipo de Herramienta
1	Suministro y transporte de Soleras para armado de plataforma (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	01 operador (chofer) +02 peones	Vehículo de carga furgón (capacidad 2 toneladas)
2	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 4 m (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	01 operador (chofer) +02 peones	Vehículo de carga furgón (capacidad 2 toneladas)
3	Conformación de armazón con soleras para plataforma inferior de vigas (incluye apuntalamiento y armado de andamiaje para su fin) Plataforma en 03 paños de "falso piso" de apoyo, cada paño de 40.66 m ² . Área total de plataforma 121.98 m²	04 operadores + 02 peones	Herramientas manuales
4	Entablado de plataforma inferior de vigas. Plataforma en 03 paños de "falso piso" de apoyo, cada paño de 40.66 m ² . Área total de plataforma 121.98 m²	04 operadores + 02 peones	Herramientas manuales
5	Arriostramiento con rieles o rigidizadores utilizados en encofrado metálico, según detalle de arriostramiento (160.5 m²)	03 peones	Herramientas manuales
6	Arriostramiento con acero de construcción entre puntales de plataforma inferior (121.98 m²)	03 peones	Herramientas manuales

Nota. Los planos que sustentan las cantidades anteriores se mostrarán posteriormente.

Tabla 26
Características de insumos utilizados para encofrado de vigas (Caso de estudio 2) ítems 1 a 7

ENCOFRADO DE VIGAS (CASO DE ESTUDIO 2)				
N°	SUBACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS		
		DESCRIPCIÓN	TIPO	COMPONENTE PRINCIPAL
1	Suministro y transporte de tablas de 1 1/2" de espesor para fondos de vigas ancho=45 cm y 30 cm (01 viaje)	Traslado de materiales desde lugar de compra D=2 km	Vehículo de carga propio	EQUIPO Y MANO DE OBRA
2	Suministro y transporte de tablas de 1" para tapas de vigas (01 viaje)	Traslado de materiales desde lugar de compra D=2 km	Vehículo de carga propio	EQUIPO Y MANO DE OBRA
3	Suministro y transporte de cuartones de 3"x4" para barrote de refuerzo lateral y armado de “tes” de soporte de fondos (01 viaje)	Traslado de materiales desde lugar de compra D=2 km	Vehículo de carga propio	EQUIPO Y MANO DE OBRA
4	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 4 m (incluye devolución de materiales alquilados) (viaje considerado en puntales de losas)	Traslado de materiales desde lugar de alquiler D=2 km	Vehículo de carga propio	EQUIPO Y MANO DE OBRA
5	Preparación de Tablas (corte longitudinal de alineado) y corte transversal para alcanzar longitud de viga (01 día)	Corte longitudinal para alinear canto y transversal para largo requerido	Sierra propia	EQUIPO Y MANO DE OBRA
6	Encofrado de Fondos de Vigas Principales VT-01 Y VL-01 (16.16 m²)	Armado de “tes” para fondos de vigas con puntales y cuartones	Alquilado (puntales), compra (cuartones)/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Puntales de 4.00 m incluye armado de “tes” y refuerzo adicional (puntales libres) por peso	Alquilado/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Entablado de fondos de vigas ancho=0.45 m (5 cm adicionales a los 40 cm de viga)	Compra/ % no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Clavos de 3" para fijación de puntales en “tes”, fondos de vigas en “tes”	Propio/no recuperable	MATERIAL
7	Encofrado de Fondos de Vigas Secundarias VL-02 (5.70 m²)	Armado de “tes” para fondos de vigas con puntales y cuartones	Alquilado (puntales), compra (cuartones)/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Puntales de 4.00 m incluye armado de “tes” y refuerzo adicional (puntales libres) por peso	Alquilado/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Entablado de fondos de vigas ancho=0.30 m	Compra/ % no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Clavos de 3" para fijación de puntales en “tes”, fondos de vigas en “tes”	Propio/no recuperable	MATERIAL

Tabla 27
Características de insumos utilizados para encofrado de vigas (Caso de estudio 2) ítems 8 a 12

ENCOFRADO DE VIGAS (CASO DE ESTUDIO 2)				
CARACTERÍSTICAS				
Nº	SUBACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	TIPO	COMPONENTE PRINCIPAL
8	Preparación de tablas para tapas de vigas e=1" (corte longitudinal para altura requerida y corte transversal para longitud de viga) y preparado de barrotes para rigidez lateral	Corte longitudinal para alinear canto y transversal para largo requerido	Sierra propia	EQUIPO Y MANO DE OBRA
9	Encofrado de tapas de Vigas Principales VT-01 (56.56 m²)	Barrotes de rigidez lateral con cuartones de 3" x 4"	Compra/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Rigidizadores de encofrado metálico para tapas de vigas, con espárragos y tuercas	Propio/recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Espárragos y tuercas para alineadores	Propio/recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Entablado de tapas de vigas, altura 73.81 cm (considerando espesor de fondo)	Compra/ % no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Clavos de 3" para fijación de tapas a barrotes	Propio/no recuperable	MATERIAL
10	Encofrado de tapas interiores de Vigas Secundarias VL-01 (15.96 m²)	Barrotes de rigidez lateral con cuartones de 3" x 4"	Compra/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Rigidizadores de encofrado metálico para tapas de vigas, con espárragos y tuercas	Propio/recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Espárragos y tuercas para alineadores	Propio/recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Entablado de tapas de vigas, altura 73.81 cm (considerando espesor de fondo)	Compra/ % no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
11	Encofrado de Frisos con paneles de encofrado armado con fenólico y bastidores (32.4 m²)	Clavos de 3" para fijación de tapas a barrotes	Propio/no recuperable	MATERIAL
		Se utilizan los paneles armados para otros fines como encofrado de cimientos corridos, placas, columnas, etc.	Propio/recuperable	MANO DE OBRA
		Arriostramiento con rieles o rigidizadores utilizados en encofrado metálico (04 PÓRTICOS DE ARRIOSTRAMIENTO BAJO VIGAS PRINCIPALES) dos a nivel de plataforma y dos a nivel superior	Propio/recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA

Tabla 28
Insumos (materiales) utilizados para encofrado de vigas (caso de estudio 2) ítems 1 a 6

		MATERIAL				
N°	SUBACTIVIDAD	METRADO DE SUBACTIVIDAD	CANTIDAD COMERCIAL			
			PARA CONSIDERAR EN A.C.U			
		Sustento	Cant.	Und	Sustento	Cantidad
1	Suministro y transporte de tablas de 1 1/2" de espesor para fondos de vigas ancho=45 cm y 30 cm (01 viaje)	Combustible para traslado de materiales	1	viaje	1	viaje
2	Suministro y transporte de tablas de 1" para tapas de vigas (01 viaje)	Combustible para traslado de materiales	1	viaje	1	viaje
3	Suministro y transporte de cuartones de 3"x4" para barrotes de refuerzo lateral y armado de “tes” de soporte de fondos (01 viaje)	Combustible para traslado de materiales	1	viaje	1	viaje
4	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 4 m (incluye devolución de materiales alquilados) (viaje considerado en puntales de losas)	Combustible para traslado de materiales	0	viaje	0	viaje
5	Preparación de Tablas (corte longitudinal de alineado) y corte transversal para alcanzar longitud de viga (01 día)	Se realizó el trabajo total en una jornada laboral, 01 operador.	1	día	1	día
6	Encofrado de Fondos de Vigas Principales VT-01 Y VL-01 (16.16 m²)	04 vigas principales, 60 % de la totalidad de puntales llevan “tes”, cada viga principal cuenta con 25 puntales	60	und	Cada “te” lleva un cuartón de 0.60 m de longitud en total 36 m de cuartón de 3"x4"	12 cuartones de 3" x 4" de 3.00 m de longitud
		Alambre N° 8 de refuerzo diagonal en “tes” de soporte de fondos de vigas	60	und	Cada “te” lleva una longitud diagonal de 0.35*3 (tensado)= 60*0.35*3=63 m (9 m/kg)	7 kg de alambre N° 8
		04 vigas principales, cada viga cuenta con 25 puntales, dos hileras de puntales a nivel de plataforma inferior	150	und	04 vigas principales, cada viga cuenta con 25 puntales, dos hileras de puntales a nivel de plataforma inferior	150 und de puntales de 4m
		04 vigas principales, cada viga tiene una longitud de L= 10.10 m, por lo tanto, para cada viga se consideraron 3 tablas de 3 m, y 1/3 de una tabla de 3.3 m (1.10 m)	40.4	m	04 vigas principales, cada viga tiene una longitud de L= 10.10 m, por lo tanto, para cada viga se consideraron 3 tablas de 3 m, y 1/3 de una tabla de 3.3 m (1.10 m) ancho de tabla 45 cm	12 tablas de 3 m, ancho 45 cm + 02 tablas de 3.30 m ancho 45 cm e=1.5"
		06 clavos por puntal promediando “tes” y puntales comunes	900	und	139 clavos/kg	6.47 kg de Clavos de 3"

Tabla 29
Insumos (materiales) utilizados para encofrado de vigas (caso de estudio 2) ítems 7 a 9

		MATERIAL				
N°	SUBACTIVIDAD	METRADO DE SUBACTIVIDAD		CANTIDAD COMERCIAL PARA CONSIDERAR EN A.C.U		
		Sustento	Cant. Und	Sustento	Cantidad	
7	Encofrado de Fondos de Vigas Secundarias VL-01 (5.70 m²)	6 tramos de Vigas secundarias de 3.80 m c/u, 70 % de la totalidad de puntales llevan “tes”, cada tramo de viga principal cuenta con 06 puntales	25	und	Cada “te” lleva un cuartón de 0.60 m de longitud en total 15 m de cuartón de 3"x4"	5 cuartones de 3" x 4" de 3.00 m de longitud
		Alambre N° 8 de refuerzo diagonal en “tes” de soporte de fondos de vigas	25	und	Cada “te” lleva una longitud diagonal de 0.35*3 (tensado)= 25*0.35*3=26.25 m (9 m/kg)	2.92 kg de alambre N° 8
		6 tramos de vigas secundarias, cada tramo de viga cuenta con 06 puntales	36	und	06 tramos de vigas secundarias, cada viga cuenta con 06puntales.	36 und de puntales de 4m
		6 tramos de vigas secundarias, cada tramo tiene una longitud de L= 3.80 m, por lo tanto, para cada viga se consideraron 1 tablas de 3 m, y 1/3 de una tabla de 3.0 m (1.0 m) retazo de 20 cm	22.8	m	06 tramos de vigas secundarias, cada viga tiene una longitud de L= 3.80 m, por lo tanto, para cada tramo se consideraron 1 tablas de 3 m, y 1/3 de una tabla de 3.0 m (1.00 m) ancho de tabla 30 cm	14 tablas de 3 m, ancho 30 cm ancho 30 cm e=1.5"
		06 clavos por puntal promediando “tes” y puntales comunes	216	und	139 clavos/kg	1.55 kg de Clavos de 3"
8	Preparación de tablas para tapas de vigas e=1" (corte longitudinal para altura requerida y corte transversal para longitud de viga) y preparado de barrote para rigidez lateral	Se realizó el trabajo total en una jornada laboral, 01 operador.	0.75	día	1	día
9	Encofrado de tapas de Vigas Principales VT-01 (56.56 m²)	04 vigas principales, cada viga cuenta con 02 caras, cada cara cuenta con 10 barrote del cuartón de referencia	80	und	Cada unidad de barrote es de 0.85 m aproximadamente total de 68 m de barrote.	23 cuartones de 3" x 4" de 3 m
		04 vigas principales, cada viga cuenta con 02 caras, cada cara cuenta con 14 rigidizadores	112	und	112 rigidizadores en total	112 rieles de 1.50 m (medida mínima en obra)
		Por cada 02 rigidizadores (en ambas caras) 02 espárragos y 02 tuercas de sujeción	112	und	Se cuenta 01 espárrago y 02 tuercas por riel	112 espárragos, 224 tuercas de encofrado metálico
		04 vigas principales, cada viga tiene dos caras de longitud de Largo= 10.10 m , por lo tanto, para cada cara se consideraron 3 tablas de 3 m, y 1/3 de una tabla de 3.3 m (1.10 m), y a lo alto: la altura es de 73.81 cm, se consideraron dos tablas de 30 cm 1" y la mitad de una de 30 cm para completar la altura	40.4	m	Por cara de Viga: 7 1/2 tablas de 3.00 m + 2/3 de tabla de 3.30 m + 1/6 de tabla de 3.30 m (ver plano detalle)	60 tablas de 3.00 m ancho 30 cm+ 6 tablas de 3.30 m ancho de 30 cm
		06 clavos por barrote	480	und	139 clavos/kg	3.45 kg de Clavos de 3"

Tabla 30
Insumos (materiales) utilizados para encofrado de vigas (caso de estudio 2) ítems 10 a 12

		MATERIAL				
Nº	SUBACTIVIDAD	METRADO DE SUBACTIVIDAD			CANTIDAD COMERCIAL PARA CONSIDERAR EN A.C.U	
			Sustento	Cant.	Und	Sustento
10	Encofrado de tapas interiores de Vigas Secundarias VL-01 (15.96 m²)	6 tramos de vigas secundarias, cada tramo cuenta con 01 cara, cada cara cuenta con 04 barrotes del cuartón de referencia	24	und	Cada unidad de barrote es de 0.85 m aproximadamente total de 20.4 m de barrotes.	7 cuartones de 3" x 4" de 3 m
		6 tramos de vigas secundarias, cada tramo cuenta con 02 caras, cada cara cuenta con 05 rigidizadores	60	und	60 rigidizadores en total	60 rieles de 1.50 m (medida mínima en obra)
		Por cada 02 rigidizadores (en ambas caras) 02 espárragos y 02 tuercas de sujeción	60	und	Se cuenta 01 espárrago y 02 tuercas por riel.	60 espárragos, 120 tuercas de encofrado metálico
		6 tramos de vigas secundarias, cada tramo tiene una longitud de Largo= 3.80 m , por lo tanto, para cada viga se consideraron 3 tablas de 3 m, y 1/3 de una tabla de 3.0 m (1.00 m), y a lo alto: la altura es de 73.81 cm, se consideraron dos tablas de 30 cm 1" y la mitad de una de 30 cm para completar la altura	22.8	m	Por cara de Viga: 2.5 tablas de 3.00 m + 2/3 de tabla de 3.00 m + 1/6 de tabla de 3.00 m (ver plano detalle)	20 tablas de 3.00 m ancho 30 cm
		06 clavos por barrote	360	und	139 clavos/kg	2.59 kg de clavos de 3"
11	Encofrado de Frisos con paneles de encofrado armado con fenólico y bastidores (32.4 m²)	Perímetro encofrado de módulo 3, los espárragos y tuercas utilizadas se consideraron en el encofrado de tapas interiores de vigas	36	m	No se considera material porque es 100 % recuperable.	No se considera material porque es 100 % recuperable.
12	Arriostramiento con rieles o rigidizadores utilizados en encofrado metálico, según detalle de arriostramiento (40.4 ml)	Pernos con respectivas arandelas y tuercas para unir los rigidizadores a la hilera de puntales respectiva por los agujeros del puntal que normalmente se utilizan para proporcionar la altura telescópica			14 rieles de 1.50 m para diagonales de armadura (por pórtico), y 03 rieles de 3.00 m para cuerda inferior por pórtico perpendicular. Total de 04 pórticos.	56 rieles de arriostre de 1.50 m, 12 rieles de arriostre de 3.00 m
		Se utilizaron 3 pernos (diámetro 1/2" x largo 6"). Para cada perno: 02 arandelas (1/2" diámetro normal), 01 arandela (1/2" mayor diámetro exterior) y 01 tuerca. POR CADA RIEL DE 1.50 m.	40	ml	Pernos hexagonales por unidad, 64 arandelas diámetro normal/kg, 48 arandelas diámetro exterior 40 mm/kg	168 pernos hexagonales de 1/2" x 6", 5.25 kg de arandelas de 1/2", 3.50 kg de arandelas con diámetro exterior 40 mm, 168 tuercas
		Se utilizaron 4 pernos (diámetro 1/2" x largo 6"). Para cada perno: 02 arandelas (1/2" diámetro normal), 01 arandela (1/2 mayor diámetro exterior) y 01 tuerca. POR CADA RIEL DE 3.00 m.				48 pernos hexagonales de 1/2" x 6", 1.50 kg de arandelas de 1/2", 1 kg de arandelas con diámetro exterior 40 mm, 48 tuercas

Tabla 31
Insumos (mano de obra y equipo) utilizados para encofrado de vigas (caso de estudio 2)

N°	SUBACTIVIDAD	MANO DE OBRA	EQUIPO Y HERRAMIENTAS
		PERSONAL	Tipo de Herramienta
1	Suministro y transporte de tablas de 1 1/2" de espesor para fondos de vigas ancho=45 cm y 30 cm (01 viaje)	01 operador (chofer) +02 peones	Vehículo de carga furgón (capacidad 2 toneladas)
2	Suministro y transporte de tablas de 1" para tapas de vigas (01 viaje)	01 operador (chofer) +02 peones	Vehículo de carga furgón (capacidad 2 toneladas)
3	Suministro y transporte de cuarterones de 3"x4" para barros de refuerzo lateral y armado de “tes” de soporte de fondos (01 viaje)	01 operador (chofer) +02 peones	Vehículo de carga furgón (capacidad 2 toneladas)
4	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 4 m (incluye devolución de materiales alquilados) (viaje considerado en puntales de losas)	01 operador (chofer) +02 peones	Vehículo de carga furgón (capacidad 2 toneladas)
5	Preparación de Tablas (corte longitudinal de alineado) y corte transversal para alcanzar longitud de viga (01 día)	01 operador	Sierra circular estacionaria
6	Encofrado de Fondos de Vigas Principales VT-01 Y VL-01 (16.16 m²)	04 operadores + 02 peones	Herramientas manuales+02 cuerpos de andamios
7	Encofrado de Fondos de Vigas Secundarias VL-01 (5.70 m²)	04 operadores + 02 peones	Herramientas manuales+02 cuerpos de andamios
8	Preparación de tablas para tapas de vigas e=1" (corte longitudinal para altura requerida y corte transversal para longitud de viga) y preparado de barros para rigidez lateral	01 operador	Sierra circular estacionaria
9	Encofrado de tapas de Vigas Principales VT-01 (56.56 m²)	04 operadores + 02 peones	Herramientas manuales+02 cuerpos de andamios
10	Encofrado de tapas interiores de Vigas Secundarias VL-01 (15.96 m²)	04 operadores + 02 peones	Herramientas manuales+02 cuerpos de andamios
11	Encofrado de Frisos con paneles de encofrado armado con fenólico y bastidores (32.4 m²)	04 operadores + 02 peones	Herramientas manuales+02 cuerpos de andamios
12	Arriostramiento con rieles o rigidizadores utilizados en encofrado metálico, según detalle de arriostramiento (40.4 ml)	03 peones	Herramientas manuales

Nota. Los planos que sustentan las cantidades anteriores se mostrarán posteriormente.

Tabla 32
Características de insumos utilizados para encofrado de losas aligeradas (Caso de estudio 2)

ENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS (CASO DE ESTUDIO 2)				
Nº	SUBACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS		
		DESCRIPCIÓN	TIPO	COMPONENTE PRINCIPAL
1	Suministro y transporte de Soleras para apoyo de tablas de encofrado de viguetas (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	Traslado de materiales desde lugar de alquiler D=2 km	Vehículo de carga propio	EQUIPO Y MANO DE OBRA
2	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 4 m (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	Traslado de materiales desde lugar de alquiler D=2 km	Vehículo de carga propio	EQUIPO Y MANO DE OBRA
3	Conformación de armazón con soleras para apoyo de tablas de encofrado de viguetas, 03 paños, cada paño de 40.66 m². Área total de losas encofradas 121.98 m²	Soleras de base de entablado de encofrado de viguetas	Alquilado/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Puntales de 4.00 m	Alquilado/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Clavos de 3" para fijación de puntales	Propio/no recuperable	MATERIAL
4	Entablado para encofrado de viguetas. Área total de losas encofradas 121.98 m²	Entablado para encofrado viguetas con tablas de 20 cm de ancho e=1"	Alquilado/no recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA
		Clavos de 4" para fijación de tablas a soleras	Propio/no recuperable	
5	Arriostramiento con acero de construcción entre puntales de aligerado 121.98 m²	Arriostramiento en el sentido de ejes cartesianos con acero de 1/2" de diámetro	Propio/recuperable	MATERIAL Y MANO DE OBRA

Tabla 33
Insumos (materiales) utilizados para encofrado de losas aligeradas caso de estudio 2

		MATERIAL				
N°	SUBACTIVIDAD	METRADO DE SUBACTIVIDAD	CANTIDAD COMERCIAL PARA CONSIDERAR EN A.C.U			
			Sustento	Cant.	Und	Sustento
1	Suministro y transporte de Soleras para apoyo de tablas de encofrado de viguetas (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	Considerar combustible para traslado de materiales	2	viaje	2	viaje
2	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 4 m (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	Considerar combustible para traslado de materiales	2	viaje	2	viaje
3	Conformación de armazón con soleras para apoyo de tablas de encofrado de viguetas, 03 paños, cada paño de 40.66 m². Área total de losas encofradas 121.98 m²	03 paños de Plataforma, 05 hileras por paño, longitud de hilera 10.70 m	160.5	m	15 hileras, cada hilera cuenta con 2 Soleras de 4.00 m y una solera de 2.70 m	30 soleras de 4.00 m + 15 soleras de 2.70 m
		03 paños de plataforma, 05 hileras por paño, 15 puntales por hilera	225	und	03 paños de plataforma, 05 hileras por paño, 15 puntales por hilera	225 puntales de capacidad de extensión 4.00 m
		05 clavos por puntal en todos los puntales	1125	und	139 clavos/kg	8.09 kg de clavos de 3"
4	Entablado para encofrado de viguetas. Área total de losas encofradas 121.98 m²	03 paños de encofrado de losa con separación aproximada entre tablas de 20.00 cm de luz (cada paño de 40.66 m²)	121.98	m²	03 paños de encofrado de losa, 28 tablas por paño	84 tablas de 3.80 m de largo
		10 clavos por tabla (en cada una de las soleras) 84 tablas en total en los 03 paños	840	Und	72 clavos/kg	11.67 kg de clavos de 4"
5	Arriostramiento con acero de construcción entre puntales de aligerado 121.98 m²	03 paños (cada paño de 40.66 m²)	121.98	m²	No se considera el acero de 1/2" como material debido a que se recuperó y reutilizó en obra, el principal trabajo a medir es el arriostramiento como mano de obra.	-
		Totalidad de amarres con alambre N°08 en los 03 paños para arriostramiento con varillas corrugadas			03 paños, 5*15=75 amarres por paño, Longitud de alambre 60.00 cm (9 m x kg)	15 kg de Alambre N°8

Tabla 34
Insumos (equipos y herramientas) utilizados para encofrado de losas aligeradas caso de estudio 2

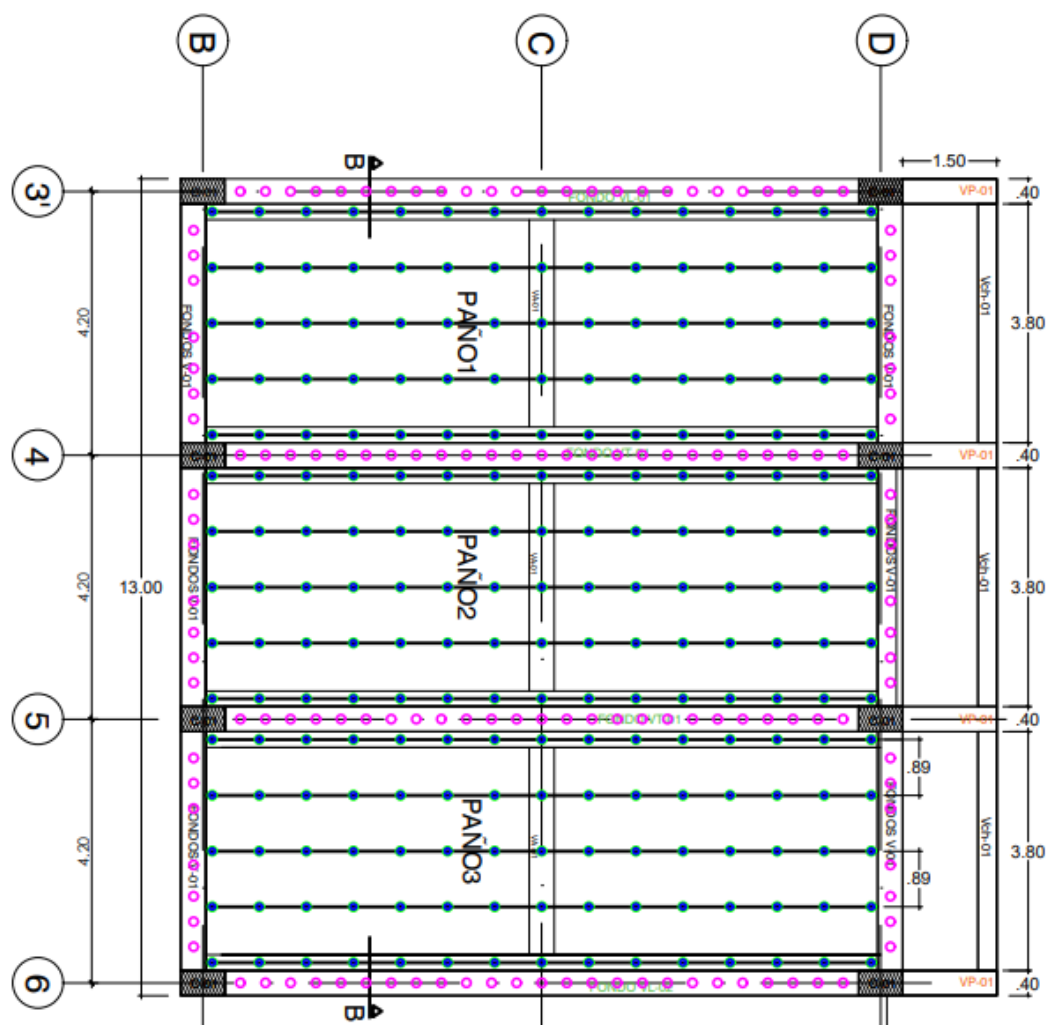
ÍTEM	SUBACTIVIDAD	MANO DE OBRA	HERRAMIENTAS
		PERSONAL	Tipo de Herramienta
1	Suministro y transporte de Soleras para apoyo de tablas de encofrado de viguetas (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	01 operador (chofer) +02 peones	Vehículo de carga furgón (capacidad 2 toneladas)
2	Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 4 m (incluye devolución de materiales alquilados) (02 viajes)	01 operador (chofer) +02 peones	Vehículo de carga furgón (capacidad 2 toneladas)
3	Conformación de armazón con soleras para apoyo de tablas de encofrado de viguetas, 03 paños, cada paño de 40.66 m². Área total de losas encofradas 121.98 m²	04 operadores + 02 peones	Herramientas manuales
4	Entablado para encofrado de viguetas. Área total de losas encofradas 121.98 m²	04 operadores + 02 peones	Herramientas manuales
5	Arriostramiento con acero de construcción entre puntales de aligerado 121.98 m²	03 peones	Herramientas manuales

Nota. Los planos que sustentan las cantidades anteriores se mostrarán posteriormente.

De la misma manera que lo realizado con el caso de estudio 1, de las tablas anteriores se obtienen las cantidades de insumos para cada una de las actividades y subactividades, con dichas cantidades se estimará el costo total del encofrado de techo de manera convencional en el primer caso de estudio, elaborando un presupuesto con actividades y subactividades y sus respectivos análisis de costos unitarios, a nivel de COSTO DIRECTO E IGV de tal manera que pueda ser comparable con el futuro diseño de sistema de encofrados. A continuación, se presentan planos y esquemas del módulo 3 (segundo caso de estudio) que sustentan dichos cálculos

Figura 25

Planta de encofrado de módulo 3 caso de estudio 2

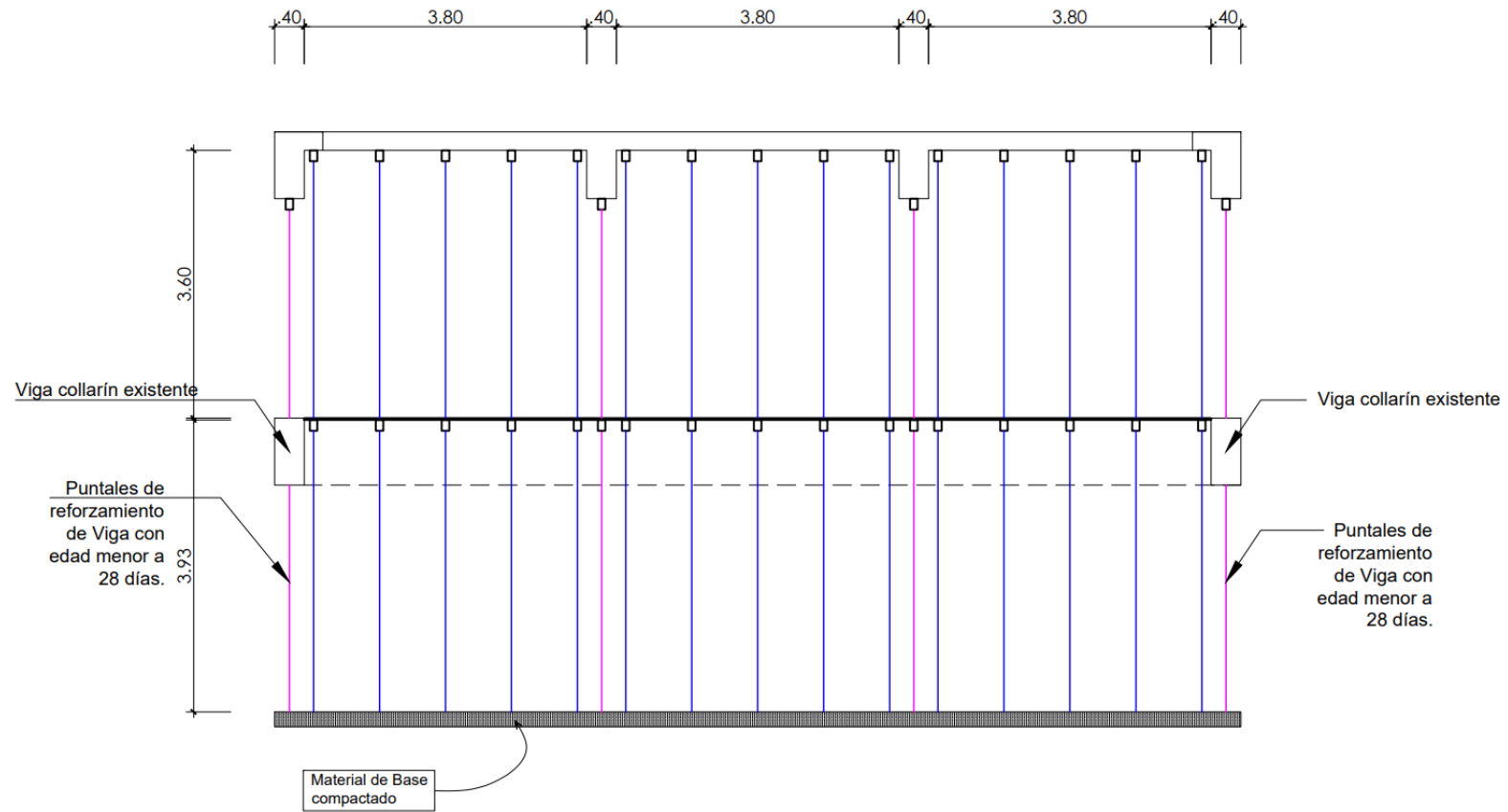


**PLANO DE ENCOFRADO EJECUTADO CASO 2 MODULO 3
ALIGERADO Y PLATAFORMA FALSO PISO**

Nota. Se observa la planta del encofrado ejecutado en el segundo caso de estudio.

Figura 26

Vista en corte de encofrado en caso de estudio 2



Nota. Se observa la vista en corte del encofrado ejecutado en el segundo caso de estudio.

Figura 27

Leyenda por colores de las dos figuras anteriores

LEYENDA

- PUNTALES DE 4m sobre puntales de 4m
(plataforma "falso piso" entre ambos)
- PUNTALES para encofrado de Vigas

— Hileras de Soleras
 Sentido de aligerado

*Nota: El entablado de la plataforma y aligerado se encuentra en el sentido de las viguetas de aligerado.

*Nota: El entablado para la plataforma de apoyo es continuo dejandose una separacion entre tablas de 5cm (luz)

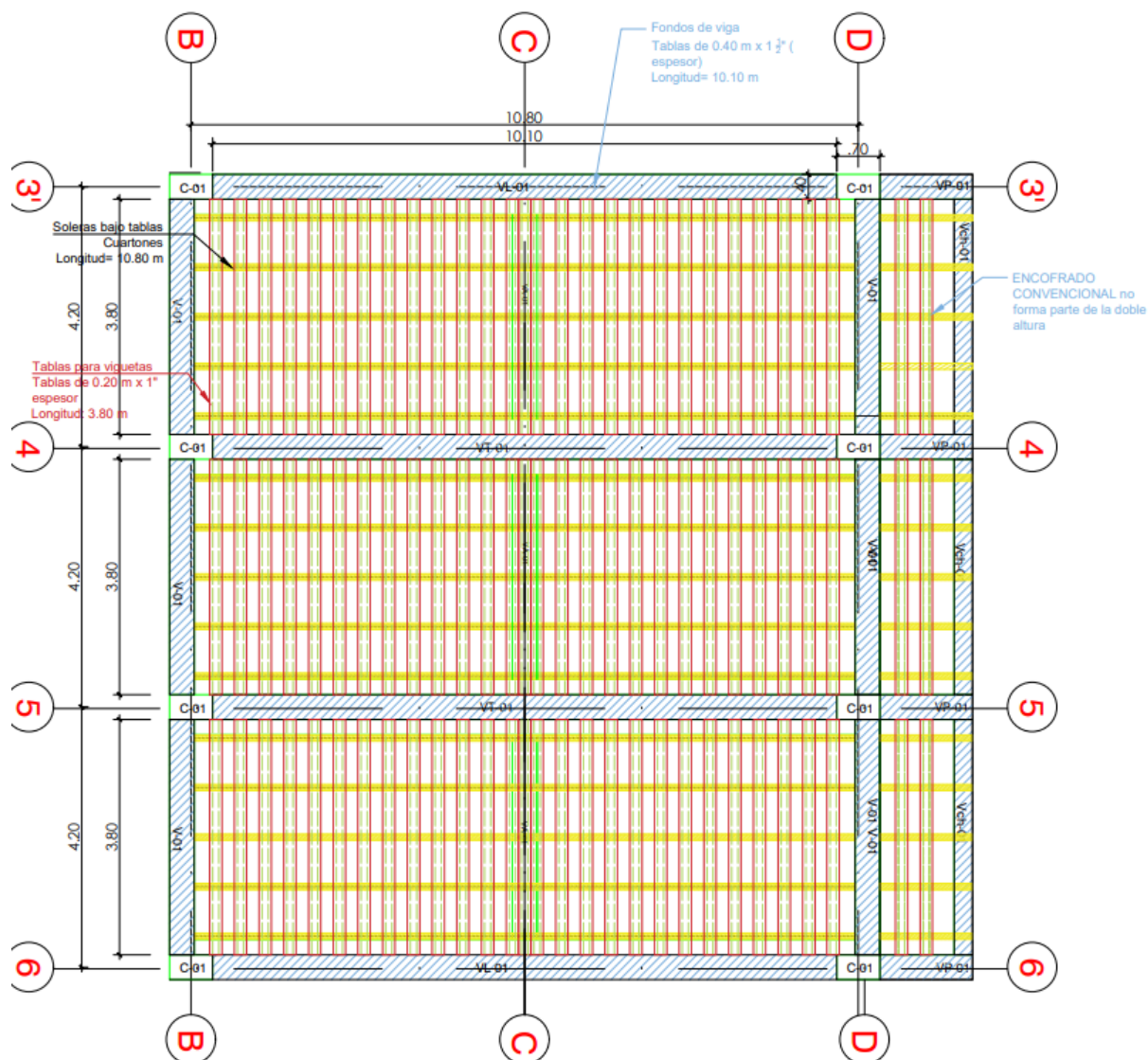
*Nota: El entablado para el aligerado tiene una separacion de 20 cm (luz) o 40 cm (eje a eje)

*Nota: Para el calculo de insumos no se considera el encofrado del voladizo puesto que no corresponde a una doble altura, ya que en el primer nivel también existe un voladizo y correspondería a los procesos de encofrado de una edificación de entepiso normal.

Nota. Leyenda que explica los diferentes elementos en las dos figuras anteriores.

Figura 28

Detalle de elementos de encofrado de losa segundo caso de estudio



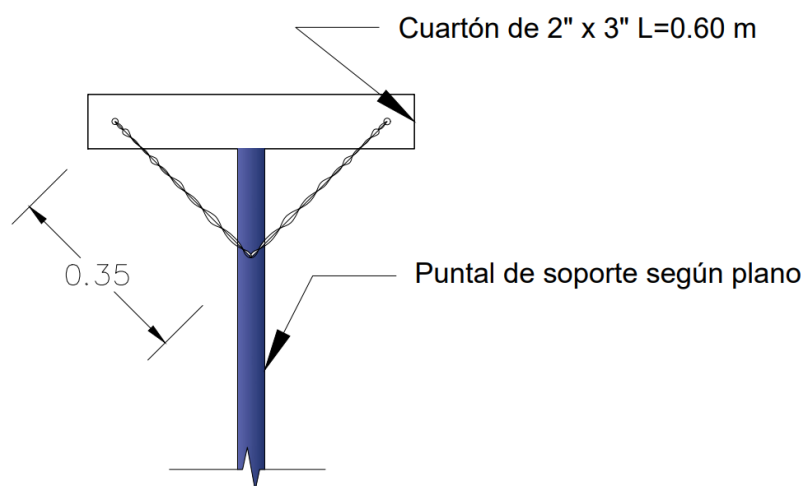
ENCOFRADO DE ALIGERADO SEGUNDO NIVEL

Nota. Se señalan los elementos principales del componente de encofrado de losas (ya en segundo nivel sobre plataforma).

Adicionalmente, se adjuntan detalles de procesos constructivo que se aplicaron a ambos casos de estudio, de la misma manera para ilustrar y sustentar las cantidades estipuladas en las tablas de insumos.

Figura 30

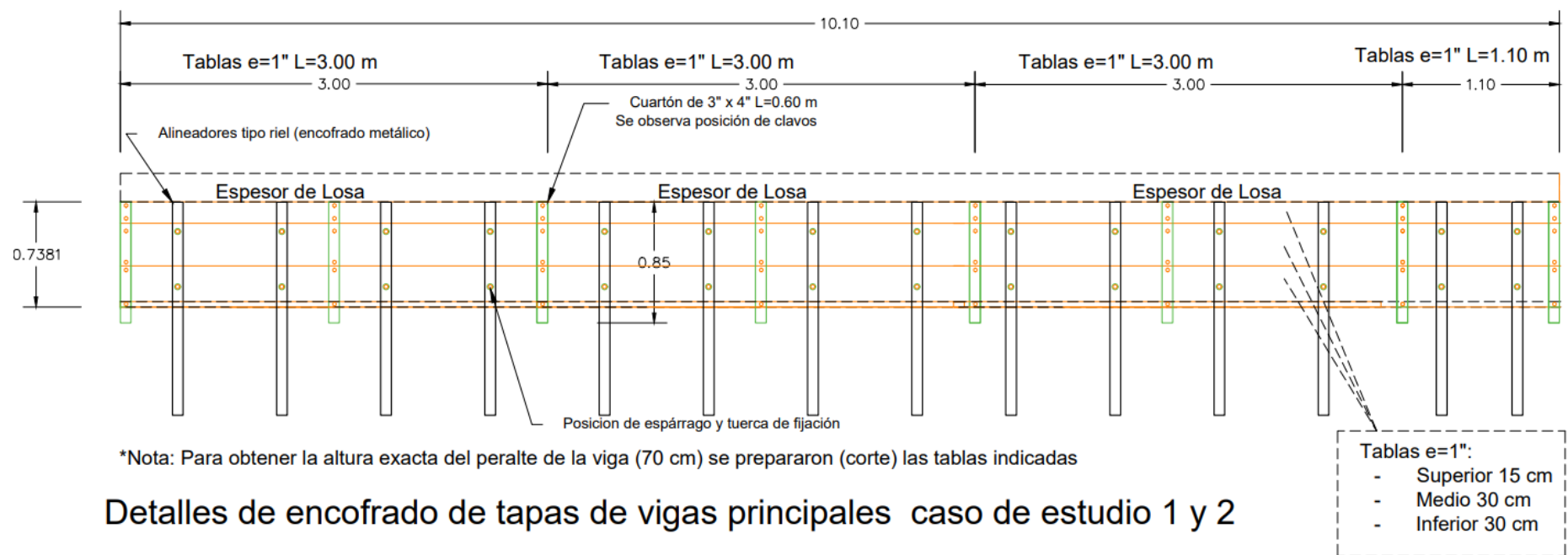
Detalle de T para fondo de Vigas



Detalles de soporte de fondos de Vigas

Nota. Se sustentan las cantidades de amarres de alambre #8 en amarres (0.35 m).

Figura 31
Encofrado típico de tapas de vigas principales



Nota. Detalle explicativo de tapas de vigas principales en ambos casos de estudio

5. Actividades Vinculadas Adicionales

En la presente investigación se vienen estudiando procesos constructivos de encofrados de vigas y losas de doble altura de entrepiso, en unidades de estudio ya ejecutadas en las que se han tomado todas las mediciones respecto a materiales, herramientas, mano de obra y rendimientos de cada una de las subactividades descritas anteriormente, con el fin de elaborar una propuesta innovadora de encofrado de losas aligeradas con encofrado colgante de viguetas y vigas prefabricadas, capaz de evitar el uso de puntales en un rango de luces libres (promedio).

Sin embargo, a lo largo de dicha toma de datos se identificaron algunas partidas o actividades que podrían definirse como influyentes en el costo final en caso se aplique la propuesta que se desarrollará en la presente investigación.

A manera de ejemplificar lo descrito, se puede decir que existen también actividades que **no** cambiarían rendimientos o cantidad de insumos ya sea que el encofrado se ejecute de manera convencional o con el proceso de encofrado que se diseñará en la presente investigación, así tenemos:

- Acarreo de ladrillo de techo
- Colocación de ladrillo de techo
- Armado de acero de viguetas.
- Puntos de iluminación de techo.
- Armado de acero de temperatura.
- Armado de acero en vigas secundarias.
- Vaciado de losa aligerada de techo.
- A continuación, se presentan las actividades que si sumarían un costo al encofrado convencional.

CASO 1 DE EDIFICACION DE ESTUDIO:

Colocación de “pie derecho” en cada uno de los puntales.

CASO 2 DE EDIFICACION DE ESTUDIO:

- Compactación de material de base al 98% para apoyo de puntales.
- Colocación de “pie derecho” en cada uno de los puntales.

En cuanto a las actividades vinculadas descritas a efectos del estudio no se tomarán en cuenta por dos motivos: en primer lugar, de hallarse un beneficio sin la reducción de estas actividades, significaría que la implementación del sistema por proponer conllevaría

un mayor beneficio (no muy significativo en cuanto a costos) y en segundo lugar porque dichas partidas conforman parte de otras actividades de obra (compactación de suelo).

A su vez, mencionar que no se está tomando el armado de acero de las vigas principales puesto que, en la obra ejecutada se realizó de manera muy similar al proceso de vigas prefabricadas, ya que se armaron íntegramente el acero de las vigas y se izaron con una grúa hasta apoyarlas y fijarlas en los apoyos (columnas) respectivos.

Figura 32

Izaje de Vigas T armadas en suelo



Figura 33

Viga T izada en Módulo 1



Se desarrollarán de la misma manera las actividades vinculadas adicionales de tal manera que se defina el material, equipo, herramientas y mano de obra de dichas partidas.

6. Costo final de partidas analizadas – método convencional.

Habiéndose definido todas las partidas principales y vinculadas se procederá a crear los análisis de costos unitarios respectivos de las principales partidas de análisis, es decir:

- Encofrado de Plataforma de apoyo
- Encofrado de Vigas
- Encofrado de Losas

El desarrollo de los análisis de costo unitarios se desarrollará en el programa PowerCost presupuestos V4, puesto que es un software muy versátil para la elaboración de costos y presupuestos.

En dicho presupuesto se encontrarán todas las subactividades desarrolladas en los cuadros descritos a manera de “partidas” compuestas por costos unitarios finales obtenidos en base a los cuadros de cuantificación de materiales antes mostrados. Dichas partidas serán capaces de aplicarse a todas las edificaciones similares, como precedente investigativo.

Es de suma importancia mencionar que los análisis de costos unitarios de ambos casos de estudio se presentan a manera de anexo del presente documento, sustentando la relación de la cuantificación de materiales con el presupuesto presentado.

6.1. Presupuesto del primer caso de estudio.

6.1.1. Plataforma de apoyo (falso piso)

Tabla 35

Presupuesto de Plataforma de apoyo caso de estudio 1.

Presupuesto plataforma de apoyo encofrado convencional caso de estudio 1

Proyecto	PLATAFORMA CASO DE ESTUDIO 1 TESIS					
Cliente	ODPP					
Ubicación	Costo a :					
Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal
Total						
PLATAFORMA CASO 1						
01	CONFORMACION DE PLATAFORMA COMPLETA TIPO "FALSO PISO" PARA APOYO DE ENCOFRADO CONVENCIONAL					12,344.35
01.01	TRANSPORTE DE MATERIALES DE ALQUILER					1,213.36
01.01.01	TRANSPORTE DE SOLERAS PARA ARMADO DE PLATAFORMA (INCLUYE DEVOLUCIÓN DE MATERIALES AQUILADOS	VJE	2.00	184.29	368.58	
01.01.02	TRANSPORTE DE PUNTALES TELESCÓPICOS DE 3.00 M (INCLUYE DEVOLUCIÓN DE MATERIALES ALQUILADOS)	VJE	2.00	238.10	476.20	
01.01.03	TRANSPORTE DE TABLAS PARA CONFORMACIÓN DE PLATAFORMA	VJE	2.00	184.29	368.58	
01.02	ARMAZON CON SOLERAS PARA PLATAFORMA INFERIOR ("FALSO PISO")					6,449.76
01.02.01	MATERIALES PARA ARMAZON DE PLATAFORMA DE "FALSO PISO" CON SOLERAS INCLUYE APUNTALAMIENTO Y TRABAJO DE ANDAMIAJE	GLB	1.00	2,723.63	2,723.63	
01.02.02	MANO DE OBRA DE ARMAZON DE PLATAFORMA DE "FALSO PISO" CON SOLERAS INCLUYE APUNTALAMIENTO Y TRABAJO DE ANDAMIAJE.	M2	125.40	26.64	3,340.66	
01.02.03	EQUIPO NECESARIO PARA ARMAZON DE PLATAFORMA "FALSO PISO" DE APOYO	GLB	1.00	385.47	385.47	
01.03	ENTABLADO DE PLATAFORMA FALSO PISO PARA APOYO DE PUNTALES DE ENCOFRADO DE LOSAS					3,667.92
01.03.01	MATERIALES PARA PARA ENTABLADO DE PLATAFORMA TIPO FALSO PISO	GLB	1.00	1,427.86	1,427.86	
01.03.02	MANO DE OBRA DE ENTABLADO DE PLATAFORMA INFERIOR DE VIGAS	M2	125.40	17.76	2,227.10	
01.03.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENTABLADO DE PLATAFORMA "FALSO PISO" DE APOYO	GLB	1.00	12.96	12.96	
01.04	ARRIOSTRAMIENTO LATERAL CON RIELES/RIGIDIZADORES UTILIZADOS EN ENCOFRADO METÁLICO EN PAÑO PRINCIPAL					678.19
01.04.01	MATERIALES NECESARIOS PARA ARRIOSTRAMIENTO	GLB	1.00	51.75	51.75	
01.04.02	MANO DE OBRA PARA ARRIOSTRAMIENTO CON "RIGIDIZADORES"	M2	41.80	14.78	617.80	
01.04.03	EQUIPO NECESARIO PARA ARRIOSTRAMIENTO DE PAÑO CON POSIBLE DESLIZAMIENTO	GLB	1.00	8.64	8.64	
01.05	ARRIOSTRAMIENTO EN TODOS LOS PAÑOS DE PLATAFORMA CON ACERO DE 1/2"					335.12
01.05.01	MANO DE OBRA PARA ARRIOSTRAMIENTO DE TODO EL APUNTALAMIENTO DE LA PLATAFORMA INFERIOR	M2	83.60	3.02	252.47	
01.05.02	MATERIALES NECESARIOS PARA ARRIOSTRAMIENTO CON ACERO DE CONSTRUCCION	GLB	1.00	82.65	82.65	
COSTO DIRECTO						12,344.35
SUB TOTAL						12,344.35
IGV.						18 % 2,221.98
PRESUPUESTO TOTAL						14,566.33

Son : CATORCE MIL QUINIENTOS SESENTA Y SEIS CON 33/100 NUEVOS SOLES

Nota. A.C.U's y listado de insumos anexos al final de documento

6.1.2. Encofrado de vigas

Tabla 36

Presupuesto de encofrado de vigas caso de estudio 1

Presupuesto encofrado de vigas método convencional caso de estudio 1							
Proyecto	ENCOFRADO DE VIGAS CASO 1 TESIS						
Cliente	ODPP						
Ubicación							Costo a :
Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
<u>VIGAS CASO 1</u>							
01	<u>ENCOFRADO DE VIGAS EN PAÑOS NORMALES Y EN PAÑOS SOBRE PLATAFORMA DE APOYO Y(ALTURA A CUBRIR 3.10m a 3.60 m)</u>						28,859.37
01.01	FONDOS DE VIGAS					11,217.31	
01.01.01	TRANSPORTE DE MATERIALES COMPRADOS Y ALQUILADOS					530.00	
01.01.01.01	TRANSPORTE DE TABLAS DE 1 1/2" DE ESPESOR PARA FONDOS DE VIGAS, TABLAS DE 1" PARA TAPAS Y CUARTONES PARA REFUERZO LATERAL	VJE	1.00	345.71	345.71		
01.01.01.02	TRANSPORTE DE PUNTALES TELESCÓPICOS DE 4.00 M (INCLUYE DEVOLUCIÓN DE MATERIALES ALOUILLADOS)	VJE	1.00	184.29	184.29		
01.01.02	PREPARACIÓN DE TABLAS (CORTE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL) PARA FONDOS DE VIGAS					220.17	
01.01.02.01	MANO DE OBRA PARA PREPARACIÓN DE MATERIAL DE FONDOS	DIA	1.00	165.50	165.50		
01.01.02.02	EQUIPO NECESARIO PARA PREPARACIÓN DE MATERIAL DE FONDOS	GLB	1.00	54.67	54.67		
01.01.03	ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS PRINCIPALES VT-01 Y VL-01					7,317.85	
01.01.03.01	MATERIALES PARA ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS PRINCIPALES	GLB	1.00	4,716.32	4,716.32		
01.01.03.02	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS PRINCIPALES	M2	20.20	110.26	2,227.25		
01.01.03.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE VIGAS PRINCIPALES	GLB	1.00	374.28	374.28		
01.01.04	ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS SECUNDARIAS VL-02					3,149.29	
01.01.04.01	MATERIALES PARA ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS SECUNDARIAS	GLB	1.00	1,895.92	1,895.92		
01.01.04.02	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE VIGAS SECUNDARIAS	M2	9.50	117.23	1,113.69		
01.01.04.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE VIGAS SECUNDARIAS	GLB	1.00	139.68	139.68		
01.02	TAPAS DE VIGAS					14,716.11	
01.02.01	PREPARACIÓN DE TABLAS (CORTE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL) PARA TAPAS DE VIGAS					220.17	
01.02.01.01	MANO DE OBRA PARA PREPARACIÓN DE MATERIAL DE TAPAS	DIA	1.00	165.50	165.50		
01.02.01.02	EQUIPO NECESARIO PARA PREPARACIÓN DE MATERIAL DE TAPAS	GLB	1.00	54.67	54.67		
01.02.02	ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES					10,331.47	
01.02.02.01	MATERIALES PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES	GLB	1.00	7,502.45	7,502.45		
01.02.02.02	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES	M2	70.70	39.77	2,811.74		
01.02.02.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES	GLB	1.00	17.28	17.28		
01.02.03	ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECUNDARIAS					4,164.47	
01.02.03.01	MATERIALES PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECUNDARIAS	GLB	1.00	3,089.31	3,089.31		
01.02.03.02	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECUNDARIAS	M2	26.60	39.77	1,057.88		
01.02.03.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECUNDARIAS	GLB	1.00	17.28	17.28		
01.03	ENCOFRADO DE FRISOS					2,366.29	
01.03.01	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE FRISOS	M2	48.87	48.42	2,366.29		
01.04	ARRIOSTRAMIENTO ESPECIAL PERPENDICULAR A VIGAS PRINCIPALES EN TRAMOS DE PLATAFORMA					559.66	
01.04.01	MANO DE OBRA PARA ARRIOSTRAMIENTO ESPECIAL EN VIGAS "RIGIDIZADORES" Y PERNOS FORMANDO ARMADURAS	M	22.80	15.08	343.82		
01.04.02	MATERIALES PARA ARRIOSTRAMIENTO ESPECIAL PERPENDICULAR A VIGAS	GLB	1.00	207.20	207.20		
01.04.03	EQUIPO NECESARIO PARA ARRIOSTRAMIENTO ESPECIAL PERPENDICULAR A VIGAS PRINCIPALES	GLB	1.00	8.64	8.64		
COSTO DIRECTO						28,859.37	
SUB TOTAL						28,859.37	
IGV.						18 %	5,194.69
PRESUPUESTO TOTAL							34,054.06
Son : TREINTA Y CUATRO MIL CINCUENTA Y CUATRO CON 06/100 NUEVOS SOLES							

Nota. A.C.U's y listado de insumos anexos al final de documento.

6.1.3. Encofrado de losas

Tabla 37

Presupuesto de encofrado de losas método convencional caso de estudio 1

Presupuesto Encofrado de losas metodo convencional caso de estudio 1							
Proyecto	LOSAS CASO DE ESTUDIO 1 TESIS						
Cliente	ODPP						
Ubicación	<< Sin Distrito >> - << Sin Provincia >> - << Sin Departamento >>						Costo a :
Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
<u>LOSAS CASO 1</u>							15,965.76
01.01	TRANSPORTE DE MATERIALES DE ALQUILER					606.68	
01.01.01	TRANSPORTE DE SOLERAS PARA APOYO DE TABLAS DE ALIGERADO, TABLAS DE ALIGERADO Y PUNTALES DE 4.00 m(incluye devolución)	VJE	2.00	184.29	368.58		
01.01.02	TRANSPORTE DE PUNTALES DE EUCALIPTO DE 5.00m	VJE	1.00	238.10	238.10		
01.02	ARMAZON CON SOLERAS PARA APOYO DE TABLAS DE ALIGERADO					9,290.36	
01.02.01	MATERIALES PARA ARMAZON DE PLATAFORMA DE APOYO DE VIGUETAS DE ALIGERADO	GLB	1.00	5,312.86	5,312.86		
01.02.02	MANO DE OBRA DE ARMAZON DE SOLERAS	M2	209.00	15.99	3,341.91		
01.02.03	EQUIPO NECESARIO PARA ARMAZON DE SOLERAS PARA ENTABLADO	GLB	1.00	635.59	635.59		
01.03	ENTABLADO DE ALIGERADO					5,299.79	
01.03.01	MATERIALES PARA ENTABLADO DE ALIGERADO	GLB	1.00	1,568.50	1,568.50		
01.03.02	MANO DE OBRA DE ENTABLADO DE ALIGERADO	M2	209.00	17.76	3,711.84		
01.03.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENTABLADO DE ALIGERADO	GLB	1.00	19.45	19.45		
01.04	ARRIOSTRAMIENTO EN TODOS LOS PAÑOS DE PLATAFORMA CON ACERO DE 1/2"					768.93	
01.04.01	MANO DE OBRA PARA ARRIOSTRAMIENTO DE TODO EL APUNTALAMIENTO DEL ALIGERADO	M2	209.00	3.02	631.18		
01.04.02	MATERIALES NECESARIOS PARA ARRIOSTRAMIENTO CON ACERO DE CONSTRUCCION	GLB	1.00	137.75	137.75		
COSTO DIRECTO						15,965.76	
SUB TOTAL						15,965.76	
IGV.						18 %	2,873.84
PRESUPUESTO TOTAL							18,839.60
Son : DIECIOCHO MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y NUEVE CON 60/100 NUEVOS SOLES							

Nota.A.C.U's y listado de insumos anexos al final de documento.

6.2. Presupuesto del segundo caso de estudio.

6.2.1. Plataforma de apoyo

Tabla 38

Presupuesto de plataforma de apoyo (falso piso) método convencional caso 2

Presupuesto Plataforma de apoyo encofrado convencional caso 2						
Proyecto	PLATAFORMA CASO DE ESTUDIO 2 TESIS					
Cliente	ODPP					
Ubicación	<< Sin Distrito >> - << Sin Provincia >> - << Sin Departamento >>					
				Costo a :		
Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal Total
<u>PLATAFORMA CASO 02</u>						
01	<u>CONFORMACION DE PLATAFORMA COMPLETA TIPO "FALSO PISO" PARA APOYO DE ENCOFRADO CONVENCIONAL</u>					15,637.62
01.01	TRANSPORTE DE MATERIALES DE ALQUILER					1,213.36
01.01.01	TRANSPORTE DE SOLERAS PARA ARMADO DE PLATAFORMA (INCLUYE DEVOLUCIÓN DE MATERIALES AQUILADOS	VJE	2.00	184.29	368.58	
01.01.02	TRANSPORTE DE PUNTALES TELESCÓPICOS DE 4.00 M (INLUYE DEVOLUCIÓN DE MATERIALES ALQUILADOS)	VJE	2.00	238.10	476.20	
01.01.03	TRANSPORTE DE TABLAS PARA CONFORMACIÓN DE PLATAFORMA	VJE	2.00	184.29	368.58	
01.02	ARMAZON CON SOLERAS PARA PLATAFORMA INFERIOR ("FALSO PISO")					6,388.27
01.02.01	MATERIALES PARA ARMAZON DE PLATAFORMA DE "FALSO PISO" CON SOLERAS INCLUYE APUNTALAMIENTO Y TRABAJO DE ANDAMIAJE	GLB	1.00	2,722.65	2,722.65	
01.02.02	MANO DE OBRA DE ARMAZON DE PLATAFORMA DE "FALSO PISO" CON SOLERAS INCLUYE APUNTALAMIENTO Y TRABAJO DE ANDAMIAJE.	M2	121.98	26.64	3,249.55	
01.02.03	EQUIPO NECESARIO PARA ARMAZON DE PLATAFORMA "FALSO PISO" DE APOYO	GLB	1.00	416.07	416.07	
01.03	ENTABLADO DE PLATAFORMA FALSO PISO PARA APOYO DE PUNTALES DE ENCOFRADO DE LOSAS					3,574.76
01.03.01	MATERIALES PARA PARA ENTABLADO DE PLATAFORMA TIPO FALSO PISO	GLB	1.00	1,395.44	1,395.44	
01.03.02	MANO DE OBRA DE ENTABLADO DE PLATAFORMA INFERIOR DE VIGAS	M2	121.98	17.76	2,166.36	
01.03.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENTABLADO DE PLATAFORMA "FALSO PISO" DE APOYO	GLB	1.00	12.96	12.96	
01.04	ARRIOSTRAMIENTO LATERAL CON RIELES/RIGIDIZADORES UTILIZADOS EN ENCOFRADO METÁLICO EN PAÑO PRINCIPAL					4,001.93
01.04.01	MATERIALES NECESARIOS PARA ARRIOSTRAMIENTO	GLB	1.00	520.07	520.07	
01.04.02	MANO DE OBRA PARA ARRIOSTRAMIENTO CON "RIGIDIZADORES"	M2	160.50	21.64	3,473.22	
01.04.03	EQUIPO NECESARIO PARA ARRIOSTRAMIENTO DE PAÑO CON POSIBLE DESLIZAMIENTO	GLB	1.00	8.64	8.64	
01.05	ARRIOSTRAMIENTO EN TODOS LOS PAÑOS DE PLATAFORMA CON ACERO DE 1/2"					459.30
01.05.01	MANO DE OBRA PARA ARRIOSTRAMIENTO DE TODO EL APUNTALAMIENTO DE LA PLATAFORMA INFERIOR	M2	121.98	3.02	368.38	
01.05.02	MATERIALES NECESARIOS PARA ARRIOSTRAMIENTO CON ACERO DE CONSTRUCCION	GLB	1.00	90.92	90.92	
COSTO DIRECTO						15,637.62
SUB TOTAL						15,637.62
IGV.						18 % 2,814.77
PRESUPUESTO TOTAL						18,452.39

Son : DIECIOCHO MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS CON 39/100 NUEVOS SOLES

*Nota.*A.C.U's y listado de insumos anexos al final de documento.

6.2.2. Encofrado de vigas

Tabla 39

Presupuesto de encofrado de vigas método convencional caso de estudio 2

Presupuesto de encofrado de vigas método convencional caso de estudio 2							
Proyecto	ENCOFRADO DE VIGAS CASO 02 TESIS						
Cliente	ODPP						
Ubicación	<< Sin Distrito >> - << Sin Provincia >> - << Sin Departamento >>						Costo a :
Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
VIGAS CASO 02							
01	ENCOFRADO DE VIGAS EN PAÑOS NORMALES Y EN PAÑOS SOBRE PLATAFORMA DE APOYO Y(ALTURA A CUBRIR 3.10m a 3.60 m)						22,852.40
01.01	FONDOS DE VIGAS					9,233.04	
01.01.01	TRANSPORTE DE MATERIALES COMPRADOS Y ALQUILADOS					530.00	
01.01.01.01	TRANSPORTE DE TABLAS DE 1 1/2" DE ESPESOR PARA FONDOS DE VIGAS,TABLAS DE 1" PARA TAPAS Y CUARTONES PARA REFUERZO LATERAL	VJE	1.00	345.71	345.71		
01.01.01.02	TRANSPORTE DE PUNTALES TELESCÓPICOS DE 4.00 M (INCLUYE DEVOLUCIÓN DE MATERIALES ALQUILADOS)	VJE	1.00	184.29	184.29		
01.01.02	PREPARACION DE TABLAS (CORTE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL) PARA FONDOS DE VIGAS					220.17	
01.01.02.01	MANO DE OBRA PARA PREPARACION DE MATERIAL DE FONDOS	DIA	1.00	165.50	165.50		
01.01.02.02	EQUIPO NECESARIO PARA PREPARACION DE MATERIAL DE FONDOS	GLB	1.00	54.67	54.67		
01.01.03	ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS PRINCIPALES VT-01 Y VL-01					5,969.21	
01.01.03.01	MATERIALES PARA ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS PRINCIPALES	GLB	1.00	3,864.13	3,864.13		
01.01.03.02	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS PRINCIPALES	M2	16.16	110.26	1,781.80		
01.01.03.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE VIGAS PRINCIPALES	GLB	1.00	323.28	323.28		
01.01.04	ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS SECUNDARIAS VL-02					2,513.66	
01.01.04.01	MATERIALES PARA ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS SECUNDARIAS	GLB	1.00	1,754.73	1,754.73		
01.01.04.02	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE VIGAS SECUNDARIAS	M2	5.70	117.23	668.21		
01.01.04.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE VIGAS SECUNDARIAS	GLB	1.00	90.72	90.72		
01.02	TAPAS DE VIGAS					10,852.76	
01.02.01	PREPARACION DE TABLAS (CORTE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL) PARA TAPAS DE VIGAS					220.17	
01.02.01.01	MANO DE OBRA PARA PREPARACION DE MATERIAL DE TAPAS	DIA	1.00	165.50	165.50		
01.02.01.02	EQUIPO NECESARIO PARA PREPARACION DE MATERIAL DE TAPAS	GLB	1.00	54.67	54.67		
01.02.02	ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES					8,163.25	
01.02.02.01	MATERIALES PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES	GLB	1.00	5,896.58	5,896.58		
01.02.02.02	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES	M2	56.56	39.77	2,249.39		
01.02.02.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES	GLB	1.00	17.28	17.28		
01.02.03	ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECUNDARIAS					2,469.34	
01.02.03.01	MATERIALES PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECUNDARIAS	GLB	1.00	1,817.33	1,817.33		
01.02.03.02	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECUNDARIAS	M2	15.96	39.77	634.73		
01.02.03.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECUNDARIAS	GLB	1.00	17.28	17.28		
01.03	ENCOFRADO DE FRISOS					1,568.81	
01.03.01	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE FRISOS	M2	32.40	48.42	1,568.81		
01.04	ARRIOSTRAMIENTO ESPECIAL PERPENDICULAR A VIGAS PRINCIPALES EN TRAMOS DE PLATAFORMA					1,197.79	
01.04.01	MANO DE OBRA PARA ARRIOSTRAMIENTO ESPECIAL EN VIGAS "RIGIDIZADORES" Y PERNOS FORMANDO ARMADURAS	M	40.40	15.08	609.23		
01.04.02	MATERIALES PARA ARRIOSTRAMIENTO ESPECIAL PERPENDICULAR A VIGAS	GLB	1.00	579.92	579.92		
01.04.03	EQUIPO NECESARIO PARA ARRIOSTRAMIENTO ESPECIAL PERPENDICULAR A VIGAS PRINCIPALES	GLB	1.00	8.64	8.64		
	COSTO DIRECTO						22,852.40
	SUB TOTAL						22,852.40
	IGV.					18 %	4,113.43
	PRESUPUESTO TOTAL						26,965.83
San : VEINTISEIS MIL NOVECIENTOS SESENTA Y CINCO CON 83/100 NUEVOS SOLES							

Nota. A.C.U y listado de insumos anexos al final de documento.

6.2.3. Encofrado de losas

Tabla 40

Presupuesto de encofrado de losas por el método convencional caso de estudio 02

Presupuesto encofrado de losas método convencional Caso 02						
Proyecto	LOSAS CASO DE ESTUDIO 02 TESIS					
Cliente	ODPP					
Ubicación	<< Sin Distrito >> - << Sin Provincia >> - << Sin Departamento >>					
				Costo a :		
Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal
LOSAS CASO 02						
01	ENCOFRADO DE LOSAS (ALIGERADO) CASO 2					8,985.38
01.01	TRANSPORTE DE MATERIALES DE ALQUILER					368.58
01.01.01	TRANSPORTE DE SOLERAS PARA APOYO DE TABLAS DE ALIGERADO, TABLAS DE ALIGERADO Y PUNTALES DE 4.00 m(incluye devolución)	VJE	2.00	184.29	368.58	
01.02	ARMAZON CON SOLERAS PARA APOYO DE TABLAS DE ALIGERADO					5,071.30
01.02.01	MATERIALES PARA ARMAZON DE PLATAFORMA DE APOYO DE VIGUETAS DE ALIGERADO	GLB	1.00	2,737.70	2,737.70	
01.02.02	MANO DE OBRA DE ARMAZON DE SOLERAS	M2	121.98	15.99	1,950.46	
01.02.03	EQUIPO NECESARIO PARA ARMAZON DE SOLERAS PARA ENTABLADO	GLB	1.00	383.14	383.14	
01.03	ENTABLADO DE ALIGERADO					3,094.47
01.03.01	MATERIALES PARA ENTABLADO DE ALIGERADO	GLB	1.00	908.66	908.66	
01.03.02	MANO DE OBRA DE ENTABLADO DE ALIGERADO	M2	121.98	17.76	2,166.36	
01.03.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENTABLADO DE ALIGERADO	GLB	1.00	19.45	19.45	
01.04	ARRIOSTRAMIENTO EN TODOS LOS PAÑOS DE PLATAFORMA CON ACERO DE 1/2"					451.03
01.04.01	MANO DE OBRA PARA ARRIOSTAMIENTO DE TODO EL APUNTALAMIENTO DEL ALIGERADO	M2	121.98	3.02	368.38	
01.04.02	MATERIALES NECESARIOS PARA ARRIOSTRAMIENTO CON ACERO DE CONSTRUCCION	GLB	1.00	82.65	82.65	
	COSTO DIRECTO					8,985.38
	SUB TOTAL					8,985.38
	IGV.					1,617.37
	PRESUPUESTO TOTAL					10,602.75

Son : DIEZ MIL SEISCIENTOS DOS CON 75/100 NUEVOS SOLES

*Nota.*A.C.U y listado de insumos anexos al final de documento.

7. Identificación de Peligros evaluación de riesgos y controles en encofrados convencionales en ambos casos de estudio.

Para la identificación de riesgos y peligros en AMBOS CASOS de estudio se agrupan las actividades ejecutadas para conseguir la estructura de encofrado final previa al vaciado en ambos casos. Se agrupan estas actividades por similitud en peligros y riesgos que significaron tanto para los trabajadores (daños y pérdidas humanas) como para la integridad de la obra (daños materiales, retrasos de obra, etc.). Además, se realiza la elaboración de la matriz IPERC respectiva de tal manera que se pueda diseñar una propuesta partiendo de la disminución de los riesgos revelados con dicha herramienta. a continuación, se presenta dicho análisis tabulado.

Tabla 41

Identificación de peligros y evaluación de riesgos en actividades de transporte de material

Identificación de peligros y evaluación de riesgos en actividades de encofrado convencional con plataforma de apoyo para vencer doble altura			
Actividades agrupadas por similitud	Peligro	Riesgo	
		Evento Peligroso	Consecuencias
Actividades de transporte de material			
Suministro y transporte de soleras	- Calor	Exposición a calor	Insolación, fatiga, irritación de ojos.
Suministro y transporte de Puntales Telescópicos	- Corrientes de aire	Exposición a corrientes de aire	Afecciones respiratorias, irritación de ojos.
Suministro y transporte de tablas de 1 1/2" de espesor para fondos de vigas	- Polvo	Inhalación de polvo	Irritación y problemas alérgicos
Suministro y transporte de tablas de 1" para tapas de vigas	- Movimientos repetitivos	Fatiga ergonómica por movimientos repetitivos	Cervicalgia, Dorsalgia, Escoliosis, Síndrome de túnel Carpiano, Lumbalgias, tendinitis, etc.
Suministro y transporte de cuartones de 3"x4" para barrotes de refuerzo	- Espacio inadecuado de trabajo en carga de materiales	Fatiga ergonómica por espacio inadecuado de carga	Disturbios osteomusculares a causa de inadecuado espacio
Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 4 m	- Carga inadecuada y sobreesfuerzo	Traslado de carga inadecuada	Afecciones osteomusculares por exceso de carga
Suministro y transporte de Soleras para apoyo de tablas de encofrado de viguetas	- Vehículo motorizado	Accidente vehicular	Fracturas, contusiones, lesiones, muerte
Suministro y transporte de Puntales Telescópicos de 5 m y puntales de eucalipto	- Pieza en movimiento	Atrapamiento por pieza en movimiento	Fracturas, contusiones, lesiones, muerte
	-Superficie resbaladiza, obstáculos en el piso	Caída a mismo nivel	Fracturas, contusiones, lesiones, muerte
	- Objetos almacenados en altura (puntales y tablas)	Golpe por caída de materiales almacenados en altura	Contusión, aplastamiento, traumatismo, muerte.
	-Carga en movimiento	Golpe de carga en movimiento	Contusión, aplastamiento, traumatismo, muerte.
	- Manipulación de herramientas y objetos	Golpe con objetos transportados	Contusión, aplastamiento, traumatismo, muerte.

Tabla 42

Identificación de peligros y evaluación de riesgos en actividades de preparación de material.

Identificación de peligros y evaluación de riesgos en actividades de encofrado convencional con plataforma de apoyo para vencer doble altura			
Actividades agrupadas por similitud	Peligro	Riesgo	
		Evento Peligroso	Consecuencias
Actividades de preparación de material			
Preparación de Tablas (corte longitudinal de alineado) y corte transversal	- Calor	Exposición a calor	Insolación, fatiga, irritación de ojos.
Preparación de tablas para tapas de vigas e=1"	- Corrientes de aire	Exposición a corrientes de aire	Afecciones respiratorias, irritación de ojos.
	- Polvo	Inhalación de polvo	Irritación y problemas alérgicos
	- Movimientos repetitivos	Fatiga ergonómica por movimientos repetitivos	Cervicalgia, Dorsalgia, Escoliosis, Síndrome de túnel carpiano, Lumbalgias, tendinitis, etc.
	- Espacio inadecuado de trabajo en carga de materiales	Fatiga ergonómica por espacio inadecuado de carga	Disturbios osteomusculares a causa de inadecuado espacio
	- Carga inadecuada y sobreesfuerzo	Traslado de carga inadecuada	Afecciones osteomusculares por exceso de carga
	- Pieza en movimiento	Atrapamiento por pieza en movimiento	Fracturas, contusiones, lesiones, muerte
	-Superficie resbaladiza, obstáculos en el piso	Caída a mismo nivel	Fracturas, contusiones, lesiones, muerte
	- Objetos almacenados en altura (tablas)	Golpe por caída de materiales almacenados en altura	Contusión, aplastamiento, traumatismo, muerte.
	-Carga en movimiento	Golpe de carga en movimiento	Contusión, aplastamiento, traumatismo, muerte.
	- Manipulación de herramientas y objetos	Golpe con objetos transportados	Contusión, aplastamiento, traumatismo, muerte.
	- Partículas de corte en proyección	Contacto con partículas en proyección	Cortes, lesiones, contusiones
	-Energía eléctrica	Contacto con electricidad máquina de corte	Shock eléctrico, paro cardio respiratorio, quemaduras en grados peligrosos, muerte
	- Elementos distractores	Contacto con disco de corte, esmeril, etc.	Desmembramiento, mutilación, lesiones varias, muerte.

Tabla 43

Identificación de peligros y evaluación de riesgos en actividades de carpintería en altura

Identificación de peligros y evaluación de riesgos en actividades de encofrado convencional con plataforma de apoyo para vencer doble altura				
Actividades agrupadas por similitud	Peligro	Riesgo		
		Evento Peligroso	Consecuencias	
Actividades de carpintería en altura, sin piso de apoyo				
Conformación de almacón con soleras para plataforma inferior de vigas	- Calor	Exposición a calor	Insolación, fatiga, irritación de ojos.	
Entablado de plataforma inferior de vigas	- Corrientes de aire	Exposición a corrientes de aire	Afecciones respiratorias, irritación de ojos.	
Encofrado de Frisos con paneles de encofrado armado con fenólico y bastidores	- Polvo	Inhalación de polvo	Irritación y problemas alérgicos Disturbios osteomusculares a causa de inadecuado espacio	
Encofrado de Fondos de Vigas Principales y vigas Secundarias	- Espacio inadecuado de trabajo en carga de materiales	Fatiga ergonómica por espacio inadecuado de carga	Afecciones osteomusculares por exceso de carga	
Encofrado de Tapas de Vigas principales y vigas secundarias	- Carga inadecuada y sobreesfuerzo	Traslado de carga inadecuada	Fracturas, contusiones, lesiones, muerte	
Entablado para encofrado de viguetas	- Pieza en movimiento	Atrapamiento por pieza en movimiento	Fracturas, contusiones, lesiones, muerte	
	-Superficie resbaladiza, obstáculos en el piso	Caída a mismo nivel	Fracturas, contusiones, lesiones, muerte	
	- Barandas y escaleras inadecuadas	Caída a desnivel (trabajos en altura)	Lesiones graves, contusiones, muerte	
	- Desorden, obstáculos en área de trabajo			
	- Objetos almacenados en altura (tablas)	Golpe por caída de materiales almacenados en altura	Contusión, aplastamiento, traumatismo y muerte.	
	-Carga en movimiento	Golpe de carga en movimiento	Contusión, aplastamiento, traumatismo, muerte.	
	- Manipulación de herramientas y objetos para armado de encofrados	Golpe con objetos transportados	Contusión, aplastamiento, traumatismo, muerte.	
	- Partículas de corte en proyección	Contacto con partículas en proyección	Cortes, lesiones, contusiones Shock eléctrico, paro cardio respiratorio, quemaduras en grados peligrosos, muerte	
	-Energía eléctrica	Contacto con electricidad máquina de corte		
	- Elementos distractores	Deslizamiento, resbalamiento y caída a desnivel	Lesiones, contusiones, muerte	
	- Agotamiento/Desidia	Desmayo y caída a desnivel	Cortes, lesiones, contusiones.	
Arriostramiento lateral con rieles/rigidizadores				
Arriostramiento con acero de construcción entre puntales	- Corrientes de aire	Exposición a corrientes de aire	Afecciones respiratorias, irritación de ojos. Disturbios osteomusculares a causa de inadecuado espacio	
Arriostramiento especial perpendicular a vigas principales	- Espacio inadecuado de trabajo en carga de materiales	Fatiga ergonómica por espacio inadecuado de carga	Afecciones osteomusculares por exceso de carga	
Arriostramiento con acero de construcción entre puntales de aligerado	- Carga inadecuada y sobreesfuerzo	Traslado de carga inadecuada	Fracturas, contusiones, lesiones, muerte	
	- Pieza en movimiento	Atrapamiento por pieza en movimiento	Fracturas, contusiones, lesiones, muerte	
	-Superficie resbaladiza, obstáculos en el piso	Caída a nivel	Fracturas, contusiones, lesiones, muerte	
	- Barandas y escaleras inadecuadas	Caída a desnivel (trabajos en altura)	Lesiones graves, contusiones, muerte	
	- Desorden, obstáculos en área de trabajo			
	- Objetos almacenados en altura (acero y rigidizadores)	Golpe por caída de materiales almacenados en altura	Contusión, aplastamiento, traumatismo, muerte.	
	-Carga en movimiento	Golpe de carga en movimiento	Contusión, aplastamiento, traumatismo, muerte.	
	- Manipulación de herramientas y objetos para arriostramiento	Golpe con objetos transportados	Contusión, aplastamiento, traumatismo, muerte.	
	- Elementos distractores	Deslizamiento, resbalamiento y caída a desnivel	Lesiones, contusiones, muerte	
	- Agotamiento/Desidia	Desmayo y caída a desnivel	Cortes, lesiones.	

A continuación, se muestran las herramientas de evaluación para la construcción de la matriz IPERC: la tabla de probabilidad y severidad con sus respectivos puntajes, descripciones y explicación para su utilización. A su vez, se adjunta la tabla de interpretación del nivel de riesgo de acuerdo al puntaje obtenido.

Tabla 44
Parámetros de evaluación de riesgos

EVALUACION DE RIESGO					
INDICE	PROBABILIDAD			EXPOSICION AL RIESGO	SEVERIDAD (Consecuencia)
	PERSONAS EXPUESTAS	PROCEDIMIENTOS EXISTENTES	CAPACITACION		
1	DE 1 A 3	EXISTEN son satisfactorios y suficientes	PERSONAL ENTRENADO Conoce el riesgo y lo previene	Alguna Vez en su jornada laboral y con periodo corto de tiempo al menos una vez al año	Lesión sin incapacidad: pequeños cortes o magulladuras, irritación de ojos por polvo, molestias en incomodidad, dolor de cabeza, etc.
2	DE 4 A 12	EXISTEN PARCIALMENTE no son satisfactorios o suficientes	PERSONAL PARCIALMENTE ENTRENADO, conoce el riesgo, pero no toma medidas de control	Varias veces, en su jornada laboral, aunque sea con tiempos cortos, al menos una vez al mes	Lesión con incapacidad temporal: fracturas menores, daño a la salud reversible, sordera, dermatitis, asma, trastornos musculoesqueléticos
3	MAS DE 12	NO EXISTEN	PERSONAL NO ENTRENADO, No conoce el riesgo, no toma medidas de control	Continuamente o varias veces en su jornada laboral con tiempo prolongado, al menos una vez al día	Lesión con incapacidad permanente: amputaciones, fracturas mayores, muerte. Daño a la salud irreversible: intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales
Para la estimación del riesgo se sumarán las casillas de probabilidad y se multiplicarán por la severidad					
Se deberá evaluar el "riesgo puro" sin acciones de control y el "riesgo residual" definiendo las acciones de control					

Nota. Se observa que la severidad (consecuencia) es un parámetro importante por ser factor de multiplicidad.

Figura 34
Nivel de riesgo e interpretación del mismo

GRADO DE RIESGO TEÓRICO PARA EVALUACIÓN DE ACTIVIDADES	
NIVEL DE RIESGO (PUNTAJE)	Interpretación/Significado
Intolerable 25-36	No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Incluso con recursos ilimitados se debe prohibir el trabajo por el riesgo que representa
Importante 17-24	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Probablemente se reduzca el riesgo con una cantidad de recursos considerable. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo en curso, se debe remediar el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados
Moderado 9-16	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando la cantidad de recursos precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período definido. Cuando el riesgo moderado esté asociado a consecuencias extremadamente dañinas, se necesitará una acción posterior para establecer la probabilidad de daños y las medidas de control de los mismos.
Tolerable 5-8	No se necesita mejorar la acción preventiva, se pueden implementar soluciones más rentables o mejoras y se deberán realizar comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas adoptadas
Trivial <4	No se necesita acción alguna.

A continuación, entonces se presenta la matriz IPERC dividida por grupos de acuerdo a las actividades afines, todo analizado bajo el procedimiento de encofrado convencional de doble altura.

Figura 35
IPERC método convencional (transporte de material)

MATRIZ IPERC METODO CONVENCIONAL DE ENCOFRADOS DOBLE ALTURA																							
Grupo de Actividades	Actividad	Maquinaria/Equipo/Herramienta	Peligro	Riesgo	Evaluacion del riesgo					Nivel de Riesgo		Medidas de Control					Evaluacion del riesgo					Nivel de Riesgo	
					PER	PRO	CAP	EXP	SEV	PUNTAJE	DE RIESGO	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingenieria	Controles administrativos	EPP	PER	PRO	CAP	EXP	SEV	PUNTAJE	GRADO DE RIESGO
Actividades de transporte de material	Suministro y transporte de soleras,puntales metálicos,tablas,cuatrones	Vehiculo de carga	Uso de vehiculo de carga	Accidente vehicular (fracturas,contusiones, muerte)	3	1	2	3	3	27	Intolerable	-	-	Implementación de alarmas de retroceso, elementos audiovisuales	Capacitaciones de seguridad de manejo.		3	1	1	3	3	24	Importante
		N/A		Exposición al sol e intemperie (insolación, fatiga,afecciones respiratorias,irritacion de ojos)	2	1	3	3	1	9	Moderado	-	-	-	Capacitaciones de afecciones por contacto con intemperie	Cortavientos, lentes de proteccion, bloqueador.	2	1	2	3	1	8	Tolerable
		N/A	Actividad de carga de materiales	Movimientos repetitivos y espacio inadecuado de trabajo (lumbalgia,dorsalgia,escoliosis,tendinitis)	2	2	2	2	2	16	Moderado	-	-	-	Capacitación de estibaje y carga	Fajas correctoras de postura y apoyo	2	1	1	1	2	10	Moderado
		N/A		Manipulación de equipo y material a cargar (aplastamiento, cortes,contusiones)	2	2	2	1	2	14	Moderado	-	-	-	Elaboración de procedimiento para carga de materiales acopiados	Guantes,botas de seguridad	2	1	1	1	2	10	Moderado

Nota. Se identifica el grado de riesgo inicial y residual después de aplicar medidas de control.

Figura 36
IPERC método convencional (preparación de material)

MATRIZ IPERC METODO CONVENCIONAL DE ENCOFRADOS DOBLE ALTURA																							
Grupo de Actividades	Actividad	Maquinari a/Equipo/ Herramie nta	Peligro	Riesgo	Evaluacion del riesgo					Nivel de Riesgo		Medidas de Control					Evaluacion del riesgo					Nivel de Riesgo	
					PER	PRO	CAP	EXP	SEV	PUNTAJE	GRADO DE RIESG O	Elimi nació n	Susti tució n	Controles de Ingenieria	Controles administrati vos	EPP	PER	PRO	CAP	EXP	SEV	PUNTAJE	GRADO DE RIESGO
Actividades de preparación de material	Preparacion de tablas para encofrado de vigas y viguetas	Sierra Circular	Uso de sierra circular para preparacion de material	Accidente con sierra circular (Desmembramiento, mutilación,muerte)	1	2	3	3	3	27	Intolerabl e	-	-	-	Capacitacione s de seguridad de utilización de sierra, PTS		1	1	1	3	3	18	Importante
				Particulas proyectadas (cortes,lesiones,afeccion a la vista)	1	2	3	3	3	27	Intolerabl e	-	-	-		Lentes de proteccion y cortavientos	1	1	2	3	3	21	Importante
			Elementos distractores	Caidas a nivel (cortes,mutilación)	1	3	3	3	3	30	Intolerabl e	-	-	-	Elaboracion de PTS identificando los elementos distractores		1	1	1	3	3	18	Importante
		Energía eléctrica	Trabajo con herramientas de poder	Contacto directo con energía eléctrica (shock eléctrico,paro cardiorespiratorio,quemadura s)	1	1	2	3	3	21	Important e	-	-	-	Inspecciones periódicas de condiciones de herramientas		1	1	1	3	3	18	Importante
		N/A	Carga de materiales a preparar	Movimientos repetitivos y espacio inadecuado de trabajo (lumbalgia,dorsalgia,escoliosi s,tendinitis)	1	2	1	2	2	12	Moderad o	-	-	-	Elaboración de procedimiento para carga de materiales acopiados	Guantes,bota s de seguridad	1	1	1	2	1	5	Tolerable

Nota. Se identifica el grado de riesgo inicial y residual después de aplicar medidas de control.

Figura 37
IPERC método convencional (encofrado de plataforma de apoyo y losas)

MATRIZ IPERC METODO CONVENCIONAL DE ENCOFRADOS DOBLE ALTURA																							
Grupo de Actividades	Actividad	Maquinari a/Equipo/ Herramie nta	Peligro	Riesgo	Evaluacion del riesgo					Nivel de Riesgo Puro		Medidas de Control					Evaluacion del riesgo					Nivel de Riesgo	
					PER	PRO	CAP	EXP	SEV	PUNTAJE	GRADO DE RIESGO	Elimi nació n	Susti tució n	Controles de Ingenieria	Controles administrati vos	EPP	PER	PRO	CAP	EXP	SEV	PUNTAJE	GRADO DE RIESGO
Actividades de Encofrado en losas de doble altura	Encofrado de plataforma de apoyo de viguetas, Encofrado de vigas y encofrado de losas aligeradas	Andamios, madera puntales y herramienta s manuales	Entablado de plataforma falso piso	Caidas a desnivel, Caída de objetos a desnivel (Contusiones, aplastamiento,lesiones,cortes ,muerte)	3	3	3	2	3	33	Intolerable	-	-	-	Elaborar un PTS del entablado de plataforma, concientizar al	Amés y lineas de vida con mayor factor de seguridad	3	2	2	2	3	27	Intolerable
		N/A	Transporte de material de encofrados	Caída de objetos a desnivel (contusiones,aplastamiento,m uerte,lesiones)	2	3	2	2	3	27	Intolerable	-	-	-	Elaboración de un PTS para condiciones		2	2	1	2	3	21	Importante
		Energía eléctrica	Trabajo con herramientas de poder	Contacto directo con energía eléctrica (shock eléctrico,paro cardiorespiratorio,quemadura s)	1	1	2	3	3	21	Importante	-	-	-	Inspecciones periódicas de condiciones de herramientas		1	1	1	3	3	18	Importante
		N/A	Encofrado de vigas sobre entablado de tipo "falso piso"	Caídas a desnivel, Caída de objetos a desnivel (Contusiones, aplastamiento,lesiones,cortes muerte)	3	3	3	2	3	33	Intolerable	-	-	-	Inspecciones de Uso de epps e inspecciones técnicas de seguridad	Amés de seguridad con amortiguador de impacto	3	2	2	2	3	27	Intolerable
		Puntales	Almacenaje provisional de puntales en plataforma"fal	Colapso de falso piso armado con madera, caída de puntales a desnivel (contusiones, aplastamiento, lesiones,cortes,muerte)	3	3	3	2	3	33	Intolerable	-	-	Calculo de cargas admisibles en encofrados especiales			3	3	2	2	3	30	Intolerable
		Puntales	apuntalamient o de vigas y losas	Mal estado de puntales por uso, falla mecánica y colapso de estructura (contusiones,aplastamiento,les iones,cortes,muerte)	3	2	2	3	3	30	Intolerable	-	-	-	Revisión exhaustiva de cada uno de los puntales de entrada		3	2	1	3	3	27	Intolerable

Nota. Se identifica el grado de riesgo inicial y residual después de aplicar medidas de control.

Figura 38
IPERC método convencional (arriostramiento)

MATRIZ IPERC METODO CONVENCIONAL DE ENCOFRADOS DOBLE ALTURA																							
Grupo de Actividades	Actividad	Maquinari a/Equipo/ Herramie nta	Peligro	Riesgo	Evaluacion del riesgo					Nivel de Riesgo Puro		Medidas de Control					Evaluacion del riesgo					Nivel de Riesgo	
					PER	PRO	CAP	EXP	SEV	PUNTAJE	GRADO DE RIESGO	Elimi nació n	Susti tució n	Controles de Ingenieria	Controles administrati vos	EPP	PER	PRO	CAP	EXP	SEV	PUNTAJE	GRADO DE RIESGO
Actividades de arriostramiento	Arriostramient o con acero amarrado a puntales tanto en piso inferior como sobre plataforma "falso piso"	N/A	Carga de materiales para arriostramient o	Movimientos repetitivos y espacio inadecuado de trabajo (lumbalgia,dorsalgia,escoliosi s,tendinitis)	2	2	2	2	2	16	Moderado	-	-	-	Capacitación de estibaje y carga	Fajas correctoras de postura y apoyo	2	1	1	1	2	10	Moderado
				Manipulación de equipo y material a cargar (aplastamiento, cortes,contusiones)	2	2	2	1	2	14	Moderado	-	-	-	Elaboración de procedimiento para carga de materiales acopiados	Guantes,bota s de seguridad	2	1	1	1	2	10	Moderado
		N/A	Transporte de material de arriostramient o a desnivel	Caida de objetos a desnivel (contusiones,aplastamiento,m uerte,lesiones)	2	3	2	2	3	27	Intolerable	-	-	-	Elaboracion de un PTS para condiciones especiales de la obra		2	2	1	2	3	21	Importante
		herramienta s manuales	Arriostramient osobre plataforma falso piso	Caidas a desnivel, Caída de objetos a desnivel (Contusiones, aplastamiento,lesiones,cortes ,muerte)	3	3	3	2	3	33	Intolerable	-	-	-	Elaborar un PTS del arriostramient o sobre de plataforma, concientizar al personal	Arnés y lineas de vida con mayor factor de seguridad	3	2	2	2	3	27	Intolerable

Nota. Se identifica el grado de riesgo inicial y residual después de aplicar medidas de control.

CAPÍTULO V. DISEÑO DE ENCOFRADO COLGANTE DE VIGUETAS

1. Consideraciones preliminares al diseño de encofrado colgante de viguetas.

1.1. Determinación de parámetros y límites de diseño (luces máximas y mínimas)

Para determinar los parámetros de diseño de una propuesta de encofrado se debe tomar en como primer punto de partida la normativa peruana que rige los diseños estructurales, en este caso nos referimos a la norma técnica peruana NTP E-060 la cual tiene un apartado dedicado a los lineamientos que debe seguir el encofrado de estructuras.

Dicho apartado menciona entre sus premisas principales para considerar: la hermeticidad del sistema para evitar el derramamiento de concreto, que deben estar arriostrados o amarrados entre sí, los métodos de colocación del concreto y su injerencia en las cargas de construcción, las cargas de construcción propiamente dichas.

Además, el RNE determina un cuadro muy importante en el que se determinan los peraltes mínimos de las losas de tal manera que no se verifiquen las deflexiones de las mismas.

Figura 39

Peraltes o espesores mínimos de vigas no presforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones

	Espesor o peralte mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18,5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Nota. Adaptado de RNE norma E060

En dicho cuadro se puede observar el peralte mínimo de la losa en base a la luz libre del elemento, se podría decir entonces que es indispensable una luz libre como dato de acuerdo a un proyecto en específico.

Se podría tomar entonces a efectos del análisis comparativo los datos de los proyectos ejecutados analizados (caso 1 y caso 2) sin embargo tomaremos la máxima luz posible para losas de espesor de 20 cm y 25 cm que son las que generalmente se encuentran en el medio local, en la ciudad de Arequipa y con procesos constructivos de encofrados convencionales, de tal manera que se abarque la mayor cantidad de edificaciones para su aplicación.

Como se puede ver en la tabla para “vigas o losas nervadas en una dirección” se tienen elementos “simplemente apoyados”, “con un extremo continuo” y con “ambos extremos continuos” puesto que estos serían los paños típicos y más utilizados en la cotidianidad, a continuación, se realiza una tabla de posibles luces máximas para cada uno de los casos, con el fin de tabular éstos valores y realizar una elección a criterio de la luz máxima de diseño.

Tabla 45
Cálculo de luces máximas

Cálculo de luces máximas para diferentes espesores de losas sin chequeo de deflexiones (Basado en NTP E-060)				
	Simplemente Apoyados	Con un Extremo continuo	Ambos Extremos continuos	En voladizo
Vigas o losas en una dirección h=20cm	3.20 m	3.70 m	4.20 m	1.60 m
Vigas o losas en una dirección h=25cm	4.00 m	4.63 m	5.25 m	2.00 m

Nota. Adaptado de RNE NTP E-060

Además, se toma en cuenta que Ramos (2002) en su análisis técnico económico de losas, ha llegado a determinar las luces máximas de diferentes sistemas de losas, comparándolas y evidenciando que aún con las nuevas técnicas de estructuración de losa (placas, colaborantes, viguetas prefabricadas, entre otros con materiales aligerantes como el poliestireno, viguetas pretensadas, etc.) el sistema de vaciado in situ de losas aligeradas en una dirección con ladrillo industrializado como aligerante es uno de los más eficientes y recomienda luces de entre 4.3 y 5.9 metros como máximas para un sistema de aligerado similar a los descritos líneas arriba.

En consecuencia, se adopta una luz máxima de diseño de la vigueta colgante como encofrado de $L = 4.20$ m puesto que no se quiere sobredimensionar la estructura debido a que las luces generalmente calculadas en las edificaciones locales no exceden los cuatro metros.

Como luz mínima tomaremos una medida modular de 1.20m en la que podrían trabajar el sistema propuesto dos personas sin interrumpirse mutuamente.

1.2. Definición de material de diseño

Como se sabe que el material en tendencia para los encofrados reutilizables y modulares es el acero A36 ,además, se hace hincapié en que, el aluminio estructural como opción de trabajo representa una disminución considerable en cuanto al peso y por lo tanto manipulación y facilidad de trabajo, sin embargo a lo largo de todo el estudio se ha señalado que la propuesta deberá ser aplicable al medio , la ciudad de Arequipa no cuenta con proveedores de aluminio estructural entre los cuales podemos encontrar las series 3104,3105, 5052,5083,6060,6061, por lo tanto no es un material fácil de encontrar ni tampoco lo son sus propiedades mecánicas necesarias para desarrollar el estudio,.

Se trabajará entonces con acero A36 para perfiles, ángulos y tubos dependiendo del diseño y en caso de utilizarse barras de acero de construcción, se utilizarán en el diseño las barras de bajo contenido de carbono que permiten realizar conexiones mediante soldadura.

Se tomarán en cuenta las propiedades mecánicas brindadas por los proveedores más importantes del país, SIDER PERU y ACEROS AREQUIPA de tal manera que se garantice la existencia de los materiales de diseño para la ejecución del sistema propuesto. Es de suma importancia mencionar que para mejorar la calidad del diseño deberá calcularse el peso del encofrado de viguetas propuesto y un sistema de colocación de tal manera que se representa una verdadera solución a los problemas descritos a lo largo del estudio, reformulándose la propuesta de ser necesario para conseguir un sistema versátil y útil.

1.3. Esquema de elementos de sistema a proponer

A continuación, se presentará un esquema de todos los elementos de sistema a proponer, emplazados en un sistema de vigas T prefabricadas, objeto de desarrollo del presente estudio (casos de estudio 01 y caso de estudio 02).

Del esquema mostrado se podrán identificar los elementos más importantes a diseñar para el correcto funcionamiento del sistema a proponer, así como:

- Cargas según luz máxima de diseño y espesor de losa
- Cargas de impacto o cargas móviles por tipo de vaciado (bomba de concreto)
- Conexiones especiales entre el encofrado colgante y la viga prefabricada
- Disposición de viga prefabricada
- Interferencias entre conexiones especiales y acero positivo y negativo diseñado en losas aligeradas
- Consideración de material aligerante
- Componentes de encofrado colgante de viguetas.

Figura 40

Esquema general 3D de componentes de sistema propuesto en trabajo posterior de vaciado de losa

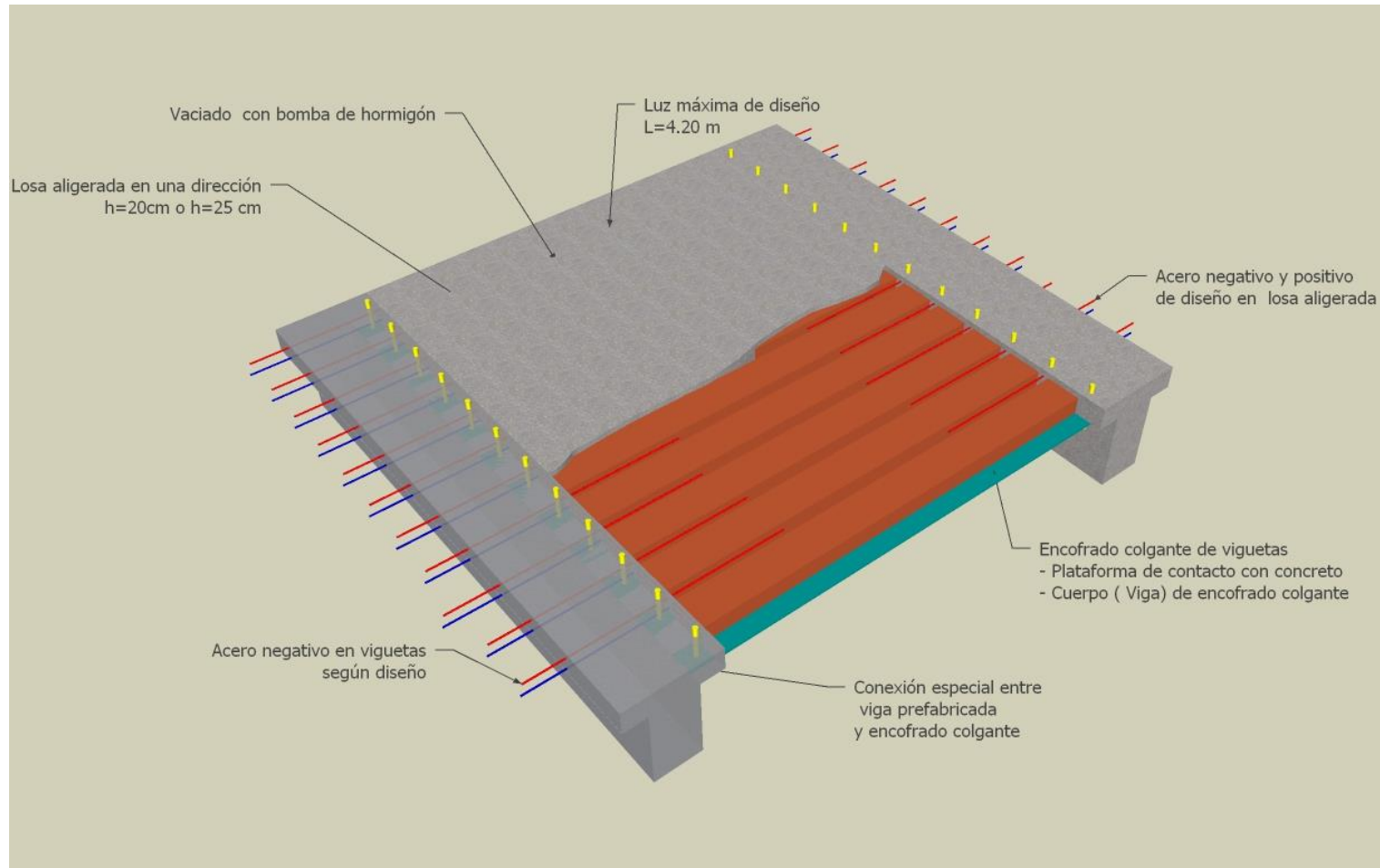
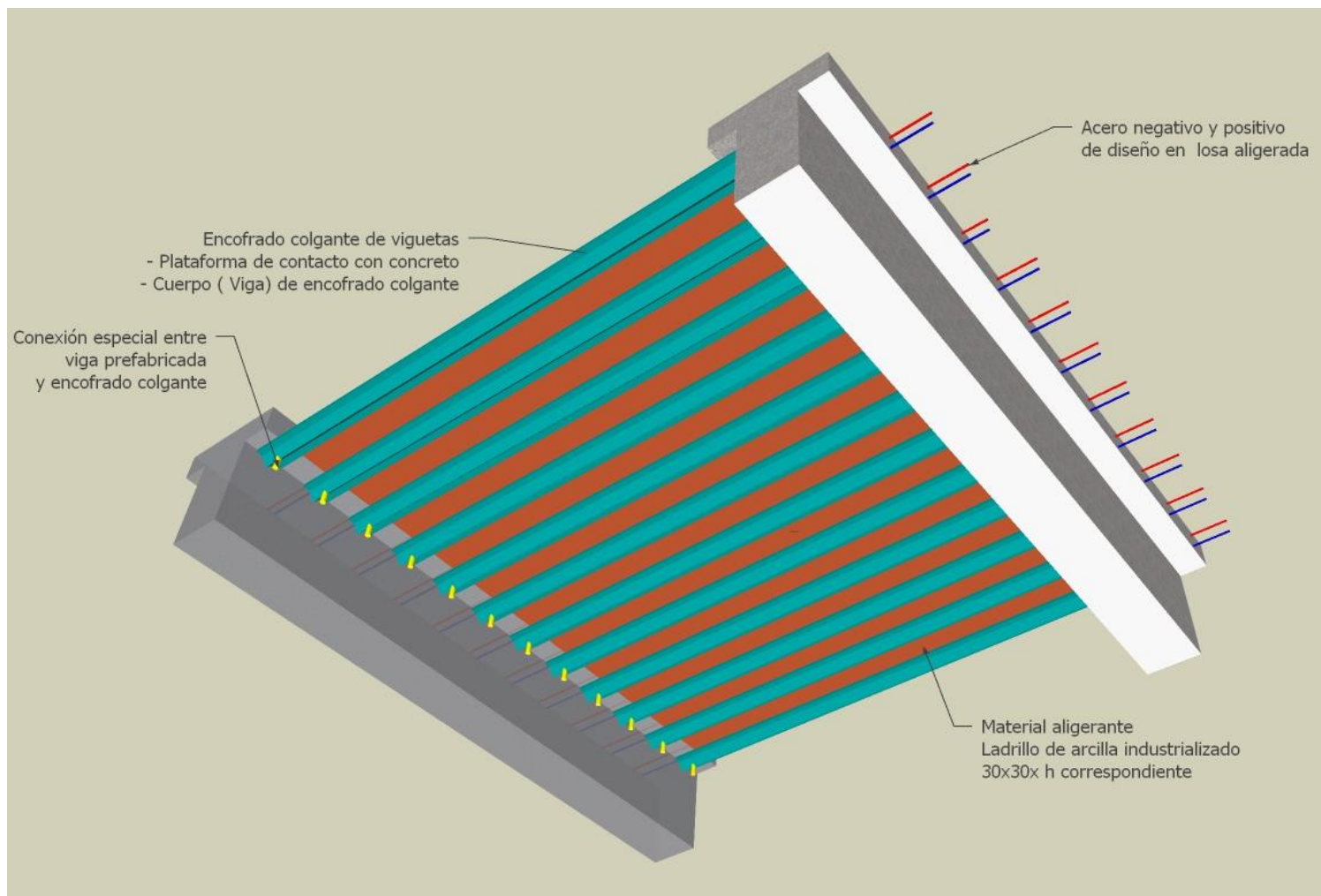


Figura 41

Vista inferior de esquema general 3D de componentes de sistema propuesto en trabajo posterior de vaciado de losa.

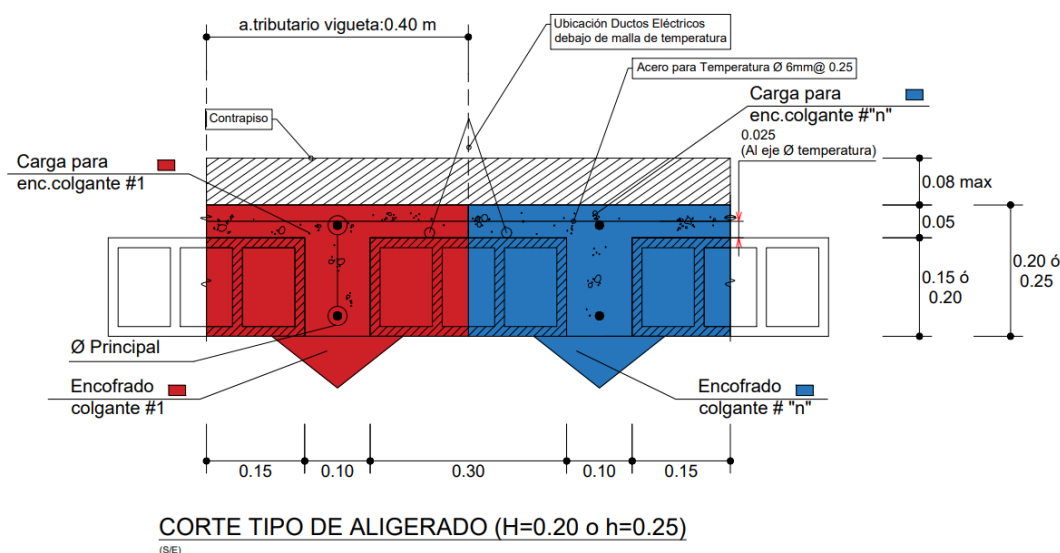


1.4. Metrados de Cargas de diseño

Para el metrado de cargas, se debe enfocar el estudio en las cargas que van a soportar cada una de los encofrados colgantes de las viguetas, a continuación, se muestra un detalle de losa modificada para sustentar las cargas que soportará cada uno de los encofrados colgantes de las viguetas materia de estudio, en dicho detalle se observa que el ancho tributario de un encofrado colgante es de 0.40 m, el ancho tributario es importante en el sentido que cualquier carga distribuida en área se puede convertir a carga lineal para facilidad de diseño multiplicando la carga de área por el referido ancho tributario.

Figura 42

Ancho de carga (tributario) de encofrado colgante en detalle de aligerado



Nota. Ancho tributario en losas de espesor 20 cm o 25 cm

Es muy importante señalar que el contrapiso no será considerado en las cargas a soportar por el encofrado a proponer, puesto que por procesos constructivos, éste se realiza después del casco total del edificio (vaciados de la losas) y en un supuesto que se tengan que apresurar las partidas de acabados y trabajar partidas de arquitectura y acabados en paralelo con las de estructuras es muy improbable que no se haya cumplido ya el tiempo reglamentado de desencofrado antes de llegar a iniciar la partida de contrapiso por el hecho de que sobre la losa en cuestión (encofrada) se tendrían que realizar primero trabajos de encofrado, vaciado y desencofrado de nivel superior, encofrado de losa de nivel superior, armado total de aligerado de nivel superior incluidas

sus instalaciones, muros de nivel de entpiso e incluso las instalaciones de agua e instalaciones eléctricas que se embeben en el contrapiso.

En el mismo sentido se obviarán cargas de acabados, sin embargo, se considerarán cargas de construcción, las cuales considerarán los trabajos de encofrado y vaciado de columnas en un nivel superior; todo esto respondiendo a los procesos constructivos vigentes en edificaciones de la ciudad de Arequipa.

Se tomará entonces como punto de partida la NTP-E020 que considera sobrecargas según el uso destinado de la edificación en construcción, y señala que para la carga muerta se considere el peso de los materiales, se tiene información del peso de los aligerados por espesor, entonces:

Tabla 46
Carga muerta de diseño

CARGA MUERTA DE DISEÑO		
Espesor de aligerado	Peso de aligerado	Carga muerta lineal
20 cm	300 kg/m ²	120 kg/m ²
25 cm	350 kg/m ²	140 kg/m

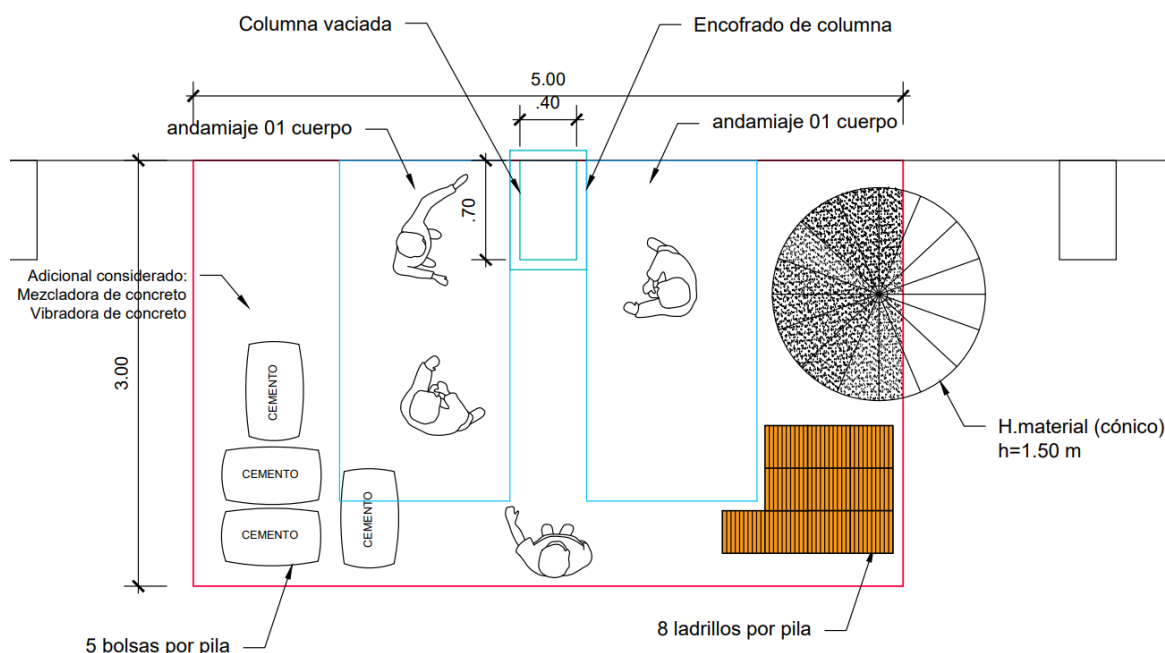
Nota. Carga de peso de aligerado por espesores

Para efectos de uso en ambos casos se tomará el peso de la losa de entpiso de 25cm de espesor.

En cuanto a la carga viva se considerará como carga de construcción las cargas aplicadas después del vaciado de la losa, cuando se realizan los trabajos siguientes, como podrían ser el encofrado y vaciado de columnas o el encofrado de fondos de vigas, para esto se utilizará el inciso 6.4 “**Conformidad**” del reglamento nacional de edificaciones en su NTP -E020 de cargas donde indica que para una verificación de cargas vivas repartidas, se hará una cuantificación de carga real en una región de 15 m² donde ninguno de los lados sea menor de 3m. Así se representa a continuación mediante un esquema las cargas reales repartidas al día siguiente del vaciado de una losa en construcción de los casos de estudio, además es muy importante considerar que en los casos de estudio se trató de concreto premezclado con bombas para el vaciado de columnas, lo cual no representa una sobrecarga de materiales de mezcla sobre la losa, por ello, en el cálculo se añadirán las posibles cargas por materiales para la mezcla de concreto armado “in situ”.

Figura 43

Cuantificación de carga real en área de 15m² en proceso constructivo posterior a vaciado de losas



Nota. Representación de cargas en proceso constructivo

Tabla 47

Metrado de cargas vivas de construcción sobre losa vaciada

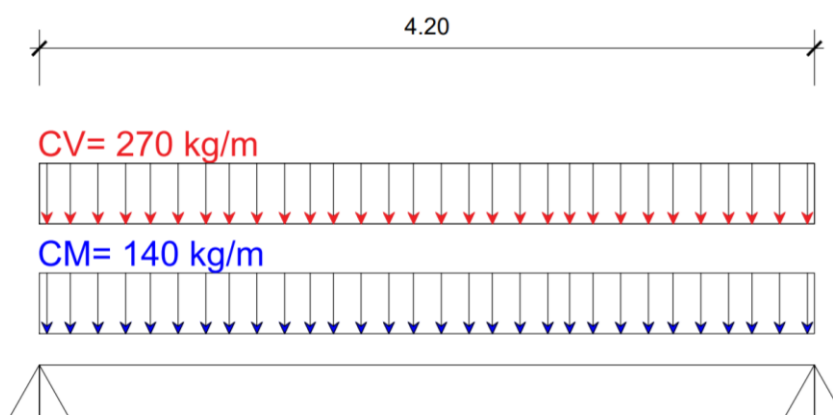
Metrado de cargas vivas de construcción sobre losa vaciada		
	Datos significativos	Peso kg
Almacenaje accidental de cemento	20 bls	850 kg
	42.5 kg x bls	
Almacenaje accidental de ladrillo de techo h=20 cm	80 und	800 kg
	10 kg/und	
Cantidad de personas en área de estimación	04 personas	400 kg
	100 kg/persona	
Encofrado metálico de columna	Cantidad de paneles: 04	220 kg
	Peso aproximado de paneles: 55 kg	
Material: agregado fino	Volumen: 3.53 m ³	6354 kg
	Densidad: 1800 kg/m ³	
Andamiaje (normado)	02 cuerpos	200 kg
	Peso de andamios: 100 kg	
Maquinarias: mezcladora y vibradora de concreto	300 kg mezcladora	330 kg
	30 kg vibradora	
Concreto en mezcladora	0.3 m ³ por tanda	720 kg
	Densidad: 2400 kg/m ³	
TOTAL		9874 kg
Sobrecarga calculada en área de 15 m²		≈ 660 kg/m²
Carga viva lineal = 650 x ancho tributario (0.40 m)		≈ 270 kg/m

Nota: Cargas que actúan posteriores al vaciado de la losa aun encofrada

De esta manera se tienen las cargas finales de diseño.

Figura 44

Cargas finales de diseño



2. Diseño de elementos principales del sistema de encofrado colgante de viguetas.

De los anteriores ítems y basados en la disposición general de los aligerados de concreto armado se tiene que el ancho efectivo o tributario de carga de cada una de los encofrados colgantes a diseñar es de 40 centímetros.

Además, las cargas repartidas son de: 270 kg/m y 140 kg/m para carga viva y carga muerta respectivamente, además es necesario adicionarle el peso propio de la estructura (a la carga muerta), se sabe que por ser una estructura reticular tiene un peso aproximado de 25 kg/m, así se tiene que las cargas finales son:

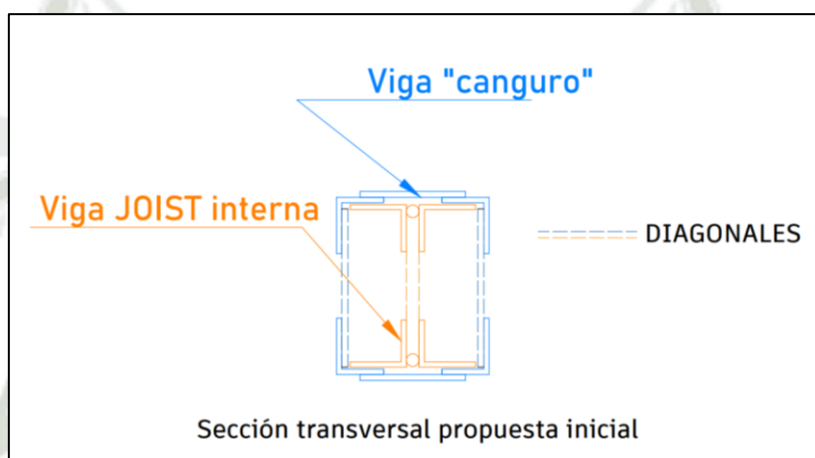
- CV: 270 Kg/m
- CM: 165 Kg/m

Los parámetros generales de la estructura se aproximarán con una serie de métodos de pre- dimensionamiento, sin embargo, posteriormente serán corroborados y optimizados en base al análisis estructural y los métodos de diseño de las vigas. Como se desea diseñar un sistema de ensamblaje versátil, económico y ligero se tomaron en consideración un tipo especial de armadura utilizado para vigas como lo son las “Vigas de alma abierta” o “vigas Joist” así como las armaduras convencionales de tal manera que se conforme un sistema que se pueda ensamblar, facilitando el proceso constructivo, venciendo la limitación de diferencia de luces en aligerados (varios usos) y facilitando el almacenaje de las mismas.

Así se tendrá que para el diseño del encofrado colgante se realizarán dos diseños con la máxima luz extensible, el diseño de una armadura a la que llamaremos “canguro” (espacial 3d) y el diseño de una viga “Joist” simple, ambas venciendo la luz máxima extensible, de tal manera que los componentes del sistema ensamblado cumplan con los requerimientos de cargas y deflexiones máximos. A continuación, se presenta un esquema a grandes rasgos con el cual se inicia el proceso de modelado y diseño, de tal manera que se explique la idea expresada líneas arriba.

Figura 45

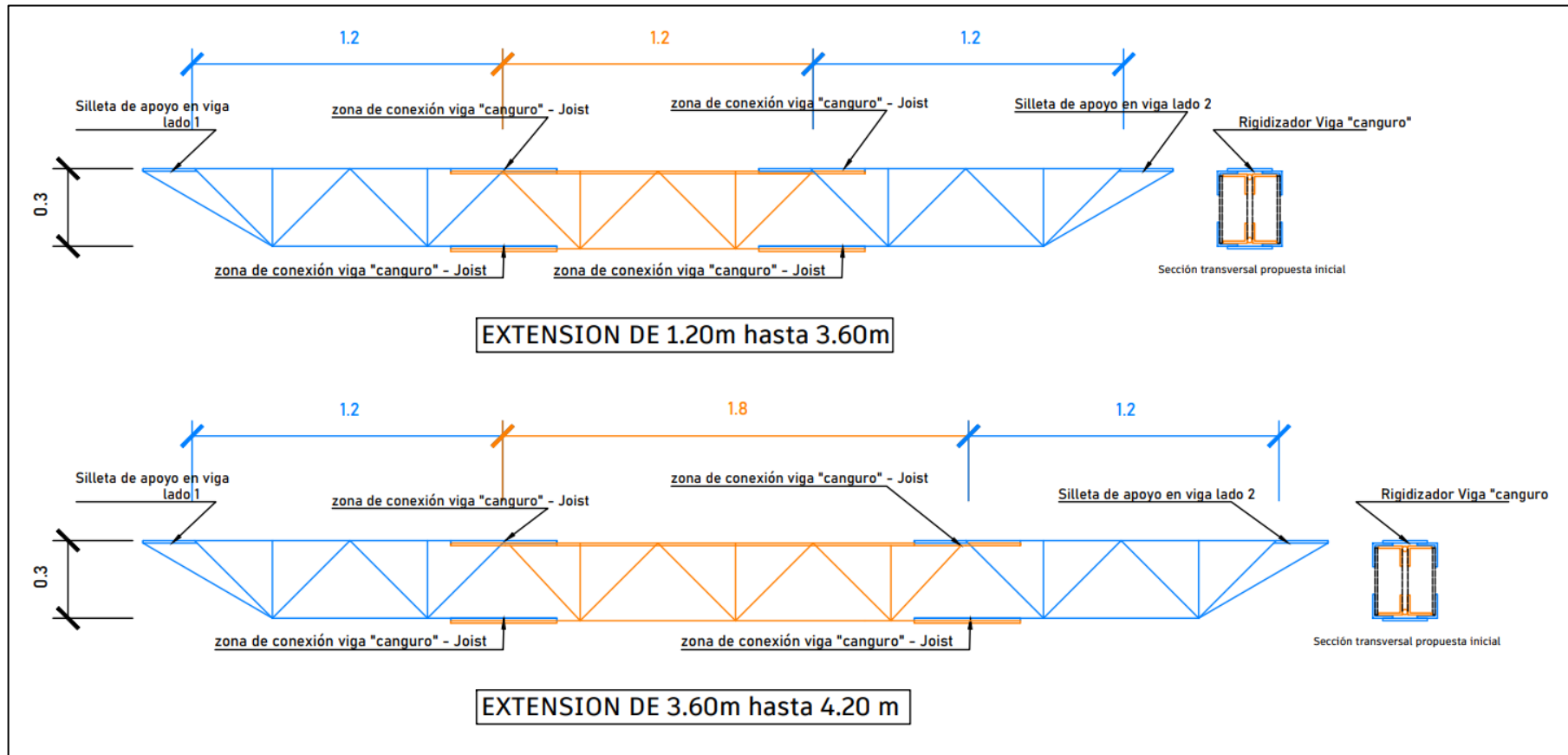
Sección inicial propuesta de encofrado colgante



Nota. Componentes en propuesta inicial tipo “telescópica”

Figura 46

Esquema de extensibilidad en diferentes luces de encofrado propuesto



- Peralte: Para el predimensionamiento del peralte del encofrado normalmente se utiliza la expresión $\approx L/22$, para vigas con luces menores a 6m y $L/12$ en vigas con luces o claros mayores a 6m como se expresó anteriormente la luz máxima a cubrir es de 4.20 m, se toma entonces un valor conservador (mayor al de vigas con claros menores a seis metros) de **30 cm**, tomando en cuenta que en algún tramo y por la naturaleza de ensamblaje de vigas en el traslape de los componentes el peso propio aumentará.
- Consideraciones de diseño: Para el diseño de los elementos de la armadura se tienen que tomar en cuenta dos puntos importantes como son los esfuerzos producidos por las cargas y la resistencia de los materiales componentes de la armadura, si se toma en cuenta la probabilidad de falla se sabrá también que para reducir dicha probabilidad se utilizan factores reductores para la resistencia de los materiales y factores amplificadores para los esfuerzos producidos por las cargas (Factores de seguridad).

En el presente estudio, debido a que las cargas (principalmente vivas) han sido analizadas de acuerdo a un panorama real concordante con los procesos constructivos, y las cargas muertas corresponden al peso propio de sistemas aligerados (ampliamente conocidos) se utilizará el método ASD (“Allowable Stress Design”) diseño por esfuerzos permisibles, de tal manera que se presente un diseño económico y válido para su uso transitorio (15 días como máximo para el desencofrado de losas) y no se sobredimensione una estructura reticular que no será parte de la estructuración permanente de la edificación sino será utilizada como encofrado, y sus solicitaciones disminuirán con el paso de los días por el aumento de la resistencia del concreto y el auto sustento del aligerado conformado por las viguetas encofradas.

- Miembros a Tensión:

Entonces, el esfuerzo permisible para miembros a tensión en dicho método estará regido por la expresión:

$$F_t(\text{esfuerzo permisible}) = 0.60 F_y$$

Para trabajar en el rango elástico del material.

Trabajando con materiales del medio el acero A36 tiene como valor F_y de 36 000 psi, el área necesaria o de diseño para trabajar con los miembros a tensión estaría dada por la expresión:

$$Area (in^2) = \frac{Fuerza Axial de tracción (lb)}{0.6 * (36000 psi)}$$

- Miembros a Compresión:

Para los miembros a compresión se toma en consideración dos tipos de fallas, por resistencia y por pandeo, se trabajará entonces con la definición de carga crítica de Euler.

$$P = \frac{E \cdot I \cdot \pi^2}{(K \cdot L)^2}$$

Se considera extremos articulados en ambos lados para estructuras reticulares ($K=1$) y transformado la ecuación de carga crítica a esfuerzo crítico se tiene:

$$\frac{P}{A} = \frac{E \cdot \pi^2}{\left(\frac{L}{r}\right)^2}$$

Donde r corresponde al radio de giro de las secciones, el cual se define como:

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Es de suma importancia entender que de acuerdo a una curva de Euler teniendo como punto de esfuerzo último la fluencia del acero, sucede que para valores menores de 100 de L/r , la falla se produce por resistencia en el rango elástico y para valores mayores de 100 de L/r empieza a fallar por pandeo, así se tienen dos factores para los esfuerzos permisibles dependiendo de la falla por resistencia o pandeo.

$$\text{Si } \frac{Kl}{r} < C_c$$

$$F_{admisible} = \frac{\left[1 - \frac{(Kl/r)^2}{2 \cdot C_c}\right]}{\frac{5}{3} + \frac{3 \cdot \left(\frac{Kl}{r}\right)}{8 \cdot C_c} - \frac{\left(\frac{Kl}{r}\right)^3}{8 \cdot C_c^3}} * F_y$$

Siendo

$$C_c = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot E}{F_Y}}$$

$$\text{Si } \frac{Kl}{r} > C_c$$

$$F_{admisible} = \frac{12\pi^2 E}{23(Kl/r)^2}$$

- Conceptos y consideraciones adicionales:

Con los parámetros anteriores se procede primeramente a buscar los ángulos y tubos redondos existentes en la comercialización de la ciudad de Arequipa, de tal manera que se pueda trabajar con elementos reales y la viga diseñada pueda ser construida para futuros ensayos, acto seguido se obtienen las propiedades más importantes que intervendrán en el diseño, principalmente áreas y radios de giro, dicha información se ve tabulada en las siguientes tablas, tanto para tubos redondos de diferentes espesores como para los ángulos que posiblemente conformarán los cordones superiores e inferiores. Asimismo. Es importante refrescar las siguientes fórmulas que sustentan los datos tabulados:

Momento de Inercia de tubo circular.

$$I. tub. circ = \left(\frac{\pi \cdot (R_{exterior}^4 - R_{interior}^4)}{4} \right)$$

Radio de giro de tubo circular

$$r = \sqrt{I/A}$$

Se presentan entonces a continuación los datos tabulados.

Tabla 48

Propiedades de ángulos de alas iguales

Angulo de alas iguales e=in	AREA (in2)	Area (cm2)	r(in)	r (cm)
2"x2"x5/16"	1.15	7.4193	0.601	1.5265
2 1/2" x 2 1/2" x 5/16"	1.46	9.4193	0.761	1.9329
3"x3"x3/16"	1.09	7.0322	0.939	2.3851
5"x5"x3/8"	3.61	23.2903	1.56	3.9624
5"x5"x 1/2"	4.75	30.6451	1.54	3.9116
6"x6"x3/8"	4.36	28.129	1.88	4.7752
6"x6"x1/2"	5.75	37.0967	1.86	4.7244

Nota. Acero ASTM A36

Tabla 49
Propiedades de tubos estructurales

Denominación y e=milímetros	AREA (in ²)	Area (cm ²)	r(in)	r (cm)
Tubo redondo 5/8" e=1.5 mm	0.105	0.677	0.201	0.511
Tubo redondo 3/4" e=1.5 mm	0.128	0.827	0.245	0.623
Tubo redondo 1/2" e =1.8 mm	0.096	0.616	0.154	0.391
Tubo redondo 3/4" e=1.8 mm	0.151	0.975	0.241	0.613
Tubo redondo de 1" e=1.8 mm	0.207	1.335	0.329	0.837
Tubo redondo de 1/2" e=2.00 mm	0.104	0.672	0.152	0.385
Tubo redondo de 3/4" e=2.00 mm	0.166	1.071	0.239	0.607
Tubo redondo de 1" e=2.00 mm	0.228	1.47	0.327	0.83
Tubo redondo de 1/2" e=2.3 mm	0.116	0.751	0.148	0.377
Tubo redondo de 3/4" e=2.3 mm	0.188	1.21	0.235	0.598
Tubo redondo de 1" e=2.3 mm	0.259	1.669	0.323	0.821
Tubo redondo de 1/2" e=2.5 mm	0.124	0.801	0.146	0.371
Tubo redondo de 3/4" e=2.5 mm	0.201	1.3	0.233	0.592
Tubo redondo de 1" e=2.5 mm	0.279	1.799	0.321	0.814
Barra sólida 3/8"	0.109	0.7	0.094	0.24
Barra sólida de 1/2"	0.197	1.27	0.126	0.32
Barra solida 5/8"	0.307	1.98	0.157	0.4

Nota. Acero ASTM A36

- Modelado y resultados de análisis “Viga Joist”:

Se modela tanto la viga Joist interna como la denominada “viga canguro” en el programa SAP 2000, incluyendo las cargas y combinaciones mencionadas anteriormente, a continuación, se presenta el modelo representado para la viga Joist y sus resultados.

Figura 47

Estructura Joist modelada en programa SAP2000

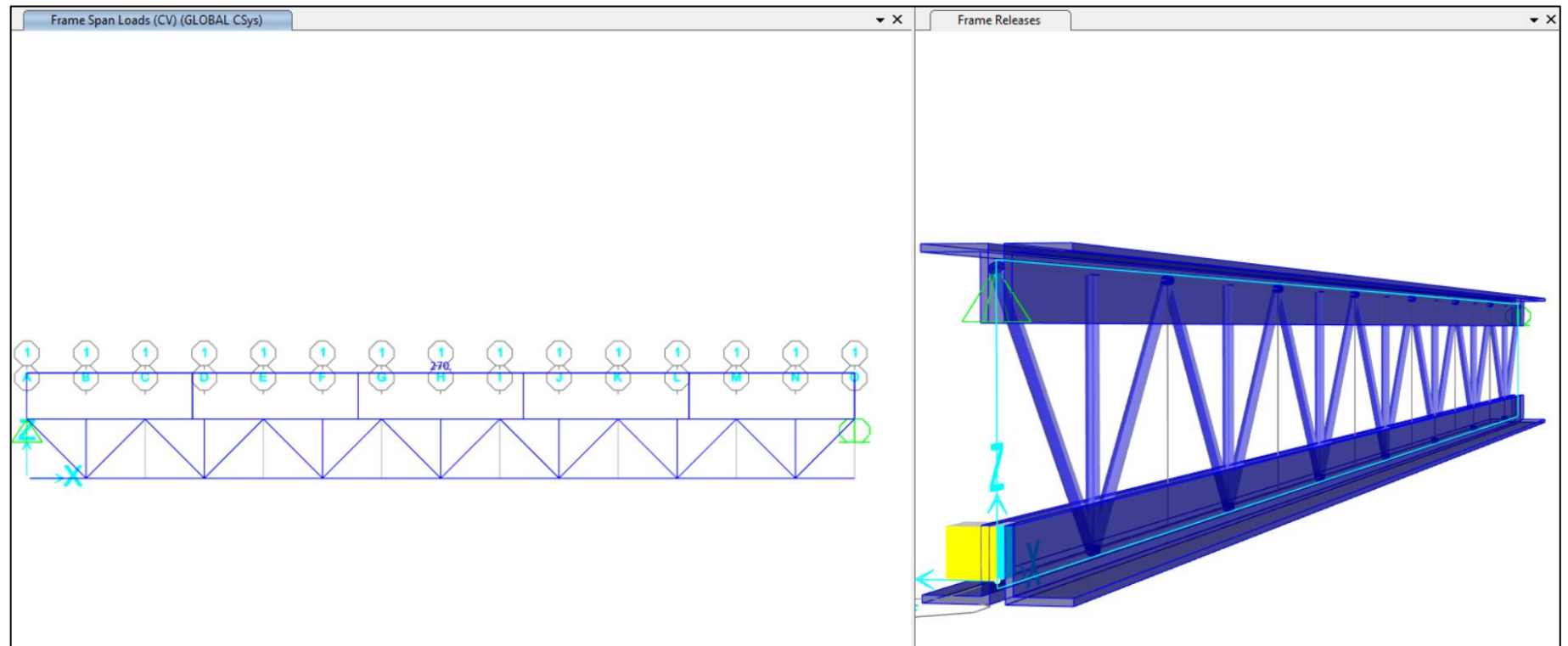
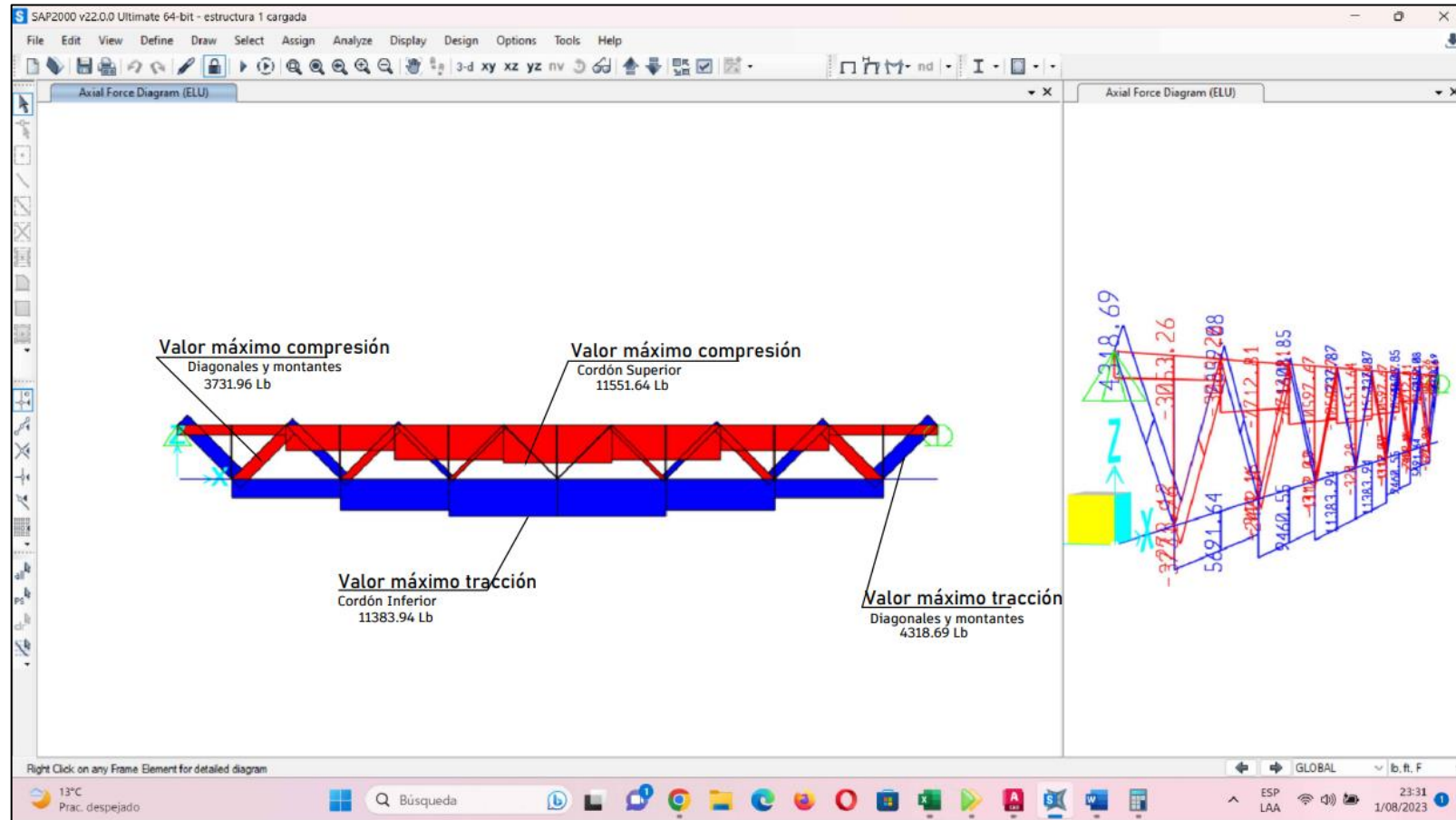


Figura 48

Estructura Joist resultados fuerzas axiales programa SAP2000



Nota. Valores máximos en compresión y tracción obtenidos de análisis estructural.

- Diseño: se aplican los pasos descritos anteriormente mediante los cuales se obtienen los siguientes resultados dada la iteración respectiva con los ángulos que se comercializan, encontrando lo siguiente:

Tabla 50
Diseño a tracción en cordón inferior

CALCULO TENSION-TRACCION CORDON INFERIOR		
DATOS		
AXIAL	11383.94	lbs
Longitud de elemento	-	
fy	36	ksi
ÁNGULO	3"x3"x3/16"	
P/A	10.44	ksi
Esfuerzo permisible $0.6 \cdot f_y$	21.6	
CUMPLE	3"x3"x3/16"	

Nota. Selección de ángulo estructural, esfuerzos permisibles y actuantes.

Tabla 51
Diseño a tracción en montantes y diagonales

CALCULO TENSION MONTANTES Y DIAGONALES		
DATOS		
AXIAL	4318.69	lbs
Longitud de elemento	-	cm
fy	36	ksi
TUBO	tubo redondo de 1" e=2.3 mm	
CALCULOS TENSION BARRA REDONDA		
P/A	16.69282251	ksi
Esfuerzo permisible $0.6 \cdot f_y$	21.6	
CUMPLE	tubo redondo de 1" e=2.3 mm	

Nota. Selección de ángulo estructural, esfuerzos permisibles y actuantes.

Tabla 52
Diseño a compresión en cordón superior

CALCULO COMPRESIÓN CORDON SUPERIOR		
DATOS		
AXIAL	11551.64	lbs
Longitud de elemento (cm)	30	cm
Angulo	3"x3"x3/16"	
r (cm)	2.38506	
KL/r; K=1 articulado	12.57829992	
Fy=	36	ksi
E=	29000	ksi
Cc	126.0992836	
PERMISIBLE	21.02229078	ksi
P/A	10.59783486	ksi
CUMPLE	3"x3"x3/16"	

Nota. Selección de ángulo estructural, esfuerzos permisibles y actuantes.

Tabla 53
Diseño a compresión en montantes y diagonales.

CALCULO COMPRESIÓN MONTANTES Y DIAGONALES		
DATOS		
AXIAL	3731.96	lbs
Longitud de elemento (cm)	42.4	cm
Angulo	tubo redondo de 1" e=2.5 mm	
r (cm)	0.814447666	
KL/r; K=1 articulado	52.05982139	
Fy=	36	ksi
E=	29000	ksi
Cc	126.0992836	
PERMISIBLE	18.16749834	ksi
P/A	13.38687012	ksi
CUMPLE	tubo redondo de 1" e=2.5 mm	

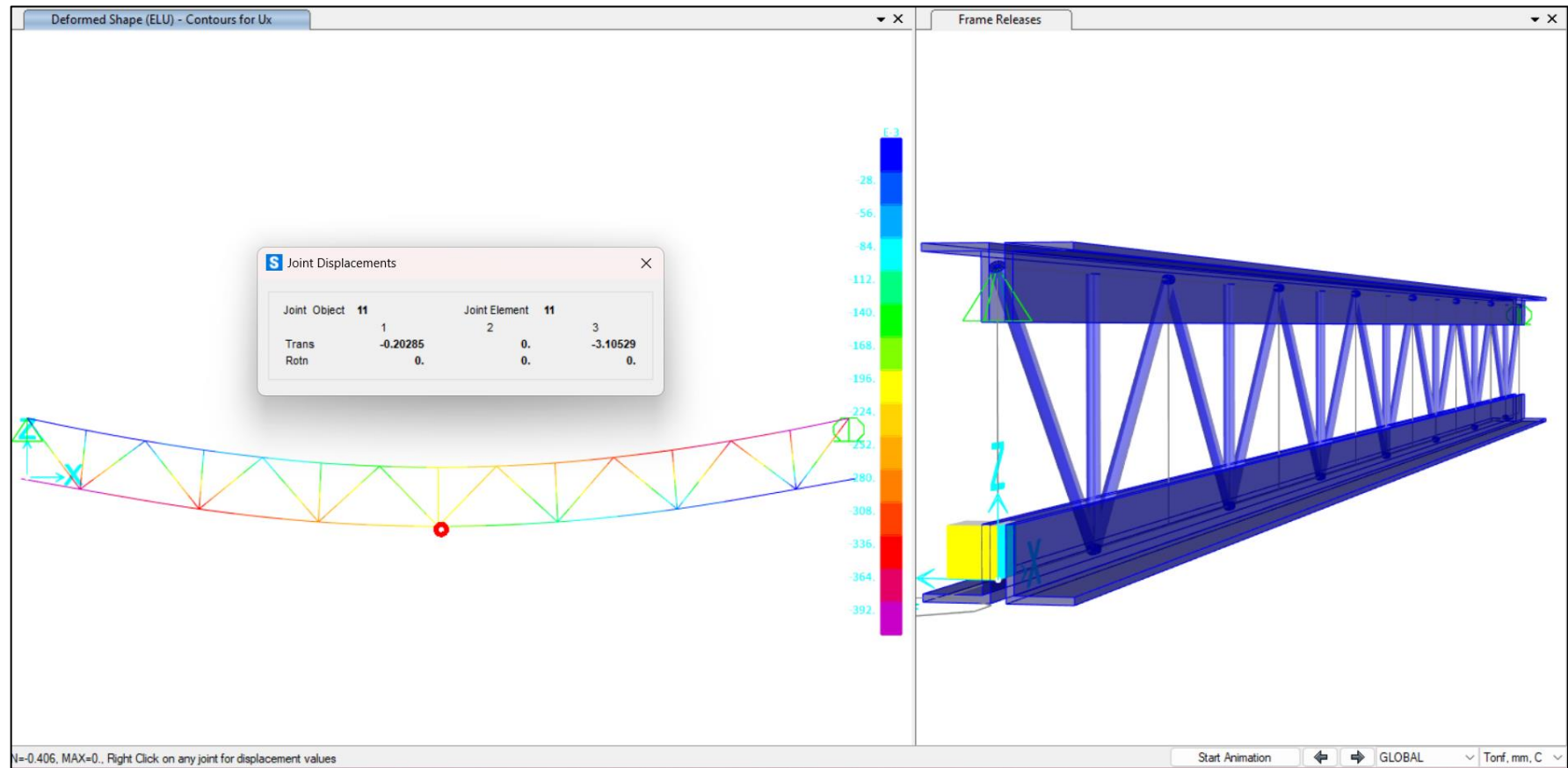
Nota. Selección de ángulo estructural, esfuerzos permisibles y actuantes.

- Como se puede observar en las tablas de diseño anterior para los cordones superior e inferior quedarían como ángulos de diseño el ángulo de 3" x 3" x 3/16".
- Para el caso de las montantes y diagonales, se tiene que aumentar el espesor de la sección propuesta para que cumpla con los requisitos de diseño a compresión, por lo tanto, la sección de tubo que quedaría como de diseño es la de tubo redondo de 1" y espesor de 2.5 mm.
- Se deben también chequear las deflexiones máximas para que no afecten el vaciado del entrepiso que cargará la vigueta, a continuación, se presenta una gráfica donde se realiza dicha verificación.



Figura 49

Estructura Joist resultado desplazamiento máximo (mm)



Nota. Desplazamiento máximo en centro del claro

Se observa que el desplazamiento máximo mm es menor que: Luz (4200mm) /360 = 4200 mm/360 = 11.6 mm siendo 3.11 mm con lo que se concluye que la viga está correctamente diseñada.

- Modelado y resultados de análisis “Viga canguro”:

De la misma manera se presenta el modelo representado para la viga “canguro” y sus resultados, esta viga canguro se modela como una viga espacial, la cual cuenta con una membrana que transmite las cargas a cada uno de los planos (lados) de dicha viga espacial, es por ello que se tomaron las cargas repartidas por superficie 660 kg/m² y 250 kg/m² para carga viva y muerta respectivamente.

Además, como su denominación viga canguro lo estipula, esta viga será la encargada de cargar a la viga Joist antes analizada, por lo que se calcula el peso de la misma por metro lineal y se hace la conversión respectiva a carga de superficie. A continuación, se presenta una tabla con los datos de dicho cálculo.

Es de suma importante recalcar que la densidad del acero A36 es de **7.85 gr/cm³**.

Tabla 54
Cálculo de peso de Viga Joist por metro lineal

ELEMENTO	CANTIDAD x m	Volumen/m	Peso/m
3" x 3" x 3/16	4 m	0.0028128 98 m ³ /ml	22.08 kg/m
tubo redondo de 1" e=2.5 mm	6*0.45= 2.70 m	0.0004507 m ³ /ml	3.53 kg/m
TOTAL			≈26 kg/m

Para agregar la carga a la membrana de transmisión se deberá convertir a carga de superficie para lo cual se divide entre el ancho de la viga que es aproximadamente 7".

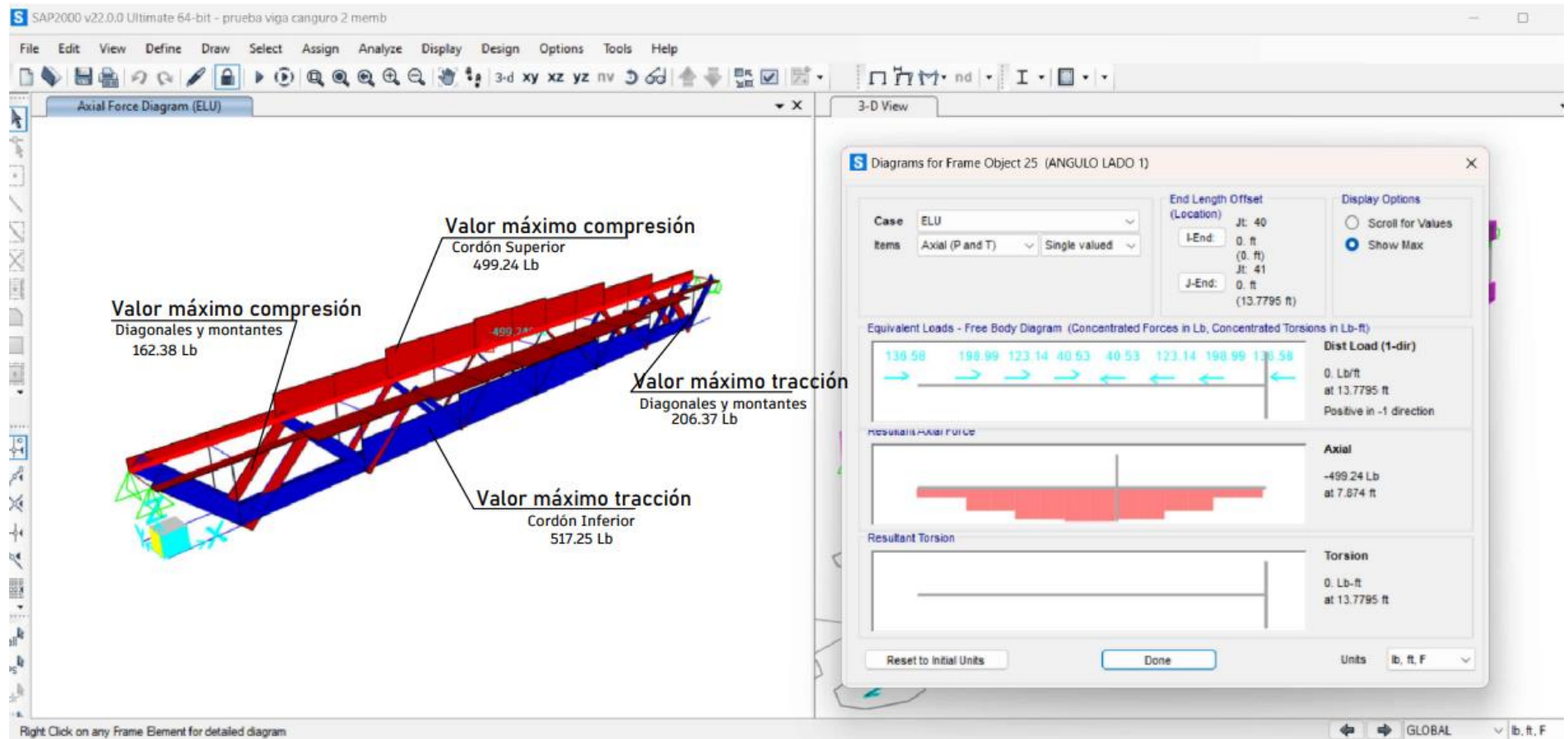
Finalmente, la carga de superficie a añadir como carga muerta es de:

$$W.joist = \frac{26 \text{ kg/m}}{0.18 \text{ m}}$$

$$W.joist \approx 145 \text{ kg/m}^2$$

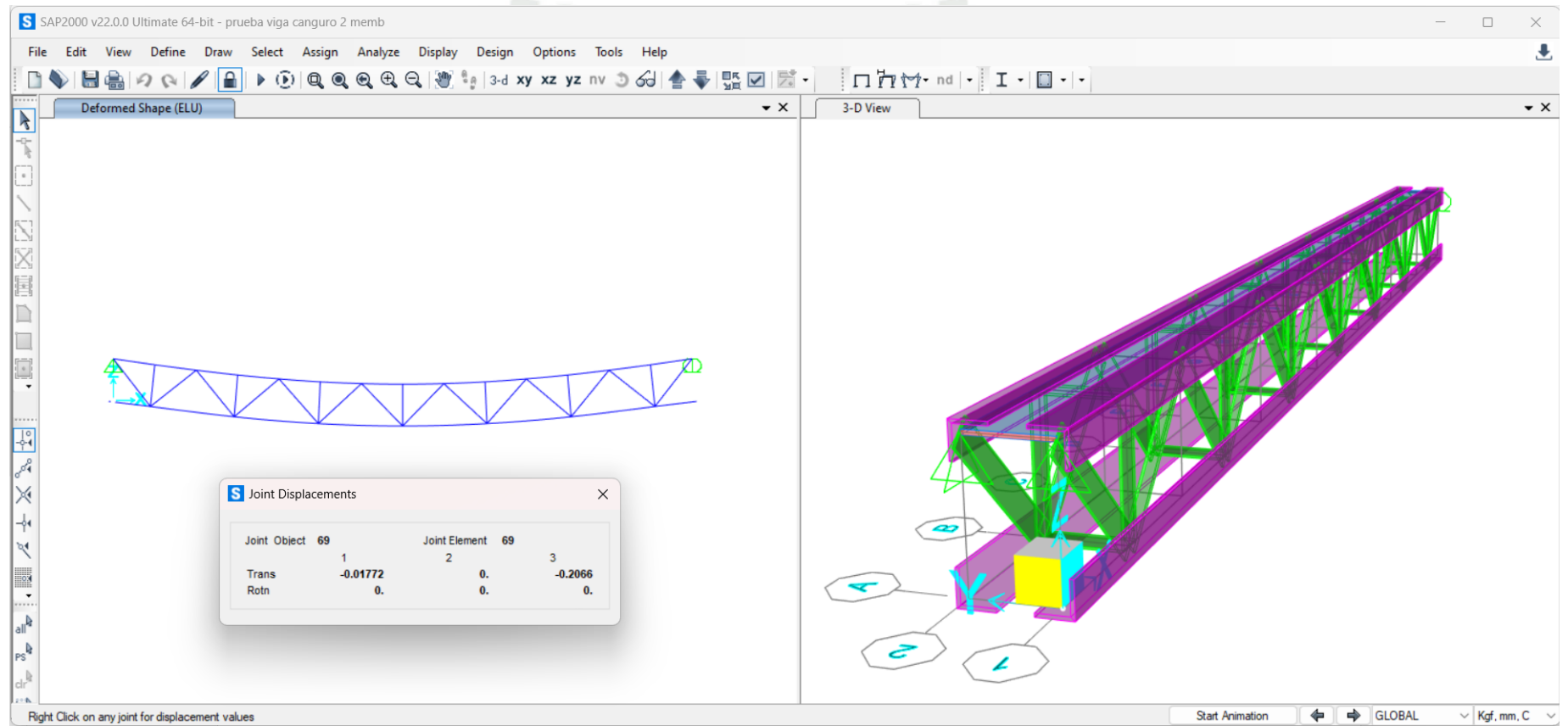
Figura 50

Estructura viga canguro resultados fuerzas axiales programa SAP2000



Nota. Valores máximos en compresión y tracción en viga canguro.

Figura 51
Deformación máxima VIGA CANGURO



Nota. Deflexión máxima en centro del claro

- Diseño: se aplican los pasos descritos anteriormente mediante los cuales se obtienen los siguientes resultados dada la iteración respectiva con los ángulos que se comercializan, encontrando lo siguiente:

Tabla 55
Diseño tensión cordón inferior viga canguro

CALCULO TENSION-TRACCION CORDON INFERIOR		
DATOS		
AXIAL	517.25	lbs
Longitud de elemento	-	cm
fy	36	ksi
ÁNGULO	2 1/2" x 2 1/2" x 5/16"	
CALCULOS TENSION CORDONES SUPERIOR E INFERIOR		
P/A	0.35	ksi
Esfuerzo permisible 0.6*fy	21.6	
CUMPLE	2 1/2" x 2 1/2" x 5/16"	

Nota. Elección de ángulo estructural, esfuerzo actuante y permisible

Tabla 56
Diseño tensión montantes y diagonales viga canguro

CALCULO TENSION MONTANTES Y DIAGONALES		
DATOS		
AXIAL	162.38	lbs
Longitud de elemento	-	cm
fy	36	ksi
TUBO	Platina 2 1/2" 3/16	
CALCULOS TENSION BARRA REDONDA		
P/A	0.346	ksi
Esfuerzo permisible 0.6*fy	21.6	
CUMPLE	Platina 2 1/2" 3/16	

Nota. Elección de ángulo estructural, esfuerzo actuante y permisible

Tabla 57
Diseño compresión cordón superior viga canguro

CALCULO COMPRESIÓN CORDON SUPERIOR		
DATOS		
AXIAL	499.24	lbs
Longitud de elemento (cm)	30	cm
Angulo	2 1/2" x 2 1/2" x 5/16"	
r (cm)	1.93294	
KL/r; K=1 articulado	15.52039898	
Fy=	36	ksi
E=	29000	ksi
Cc	126.0992836	
PERMISIBLE	20.8615858	ksi
P/A	0.341945205	ksi
CUMPLE	2 1/2" x 2 1/2" x 5/16"	

Nota. Elección de ángulo estructural, esfuerzo actuante y permisible

Tabla 58
Diseño compresión montantes y diagonales viga canguro

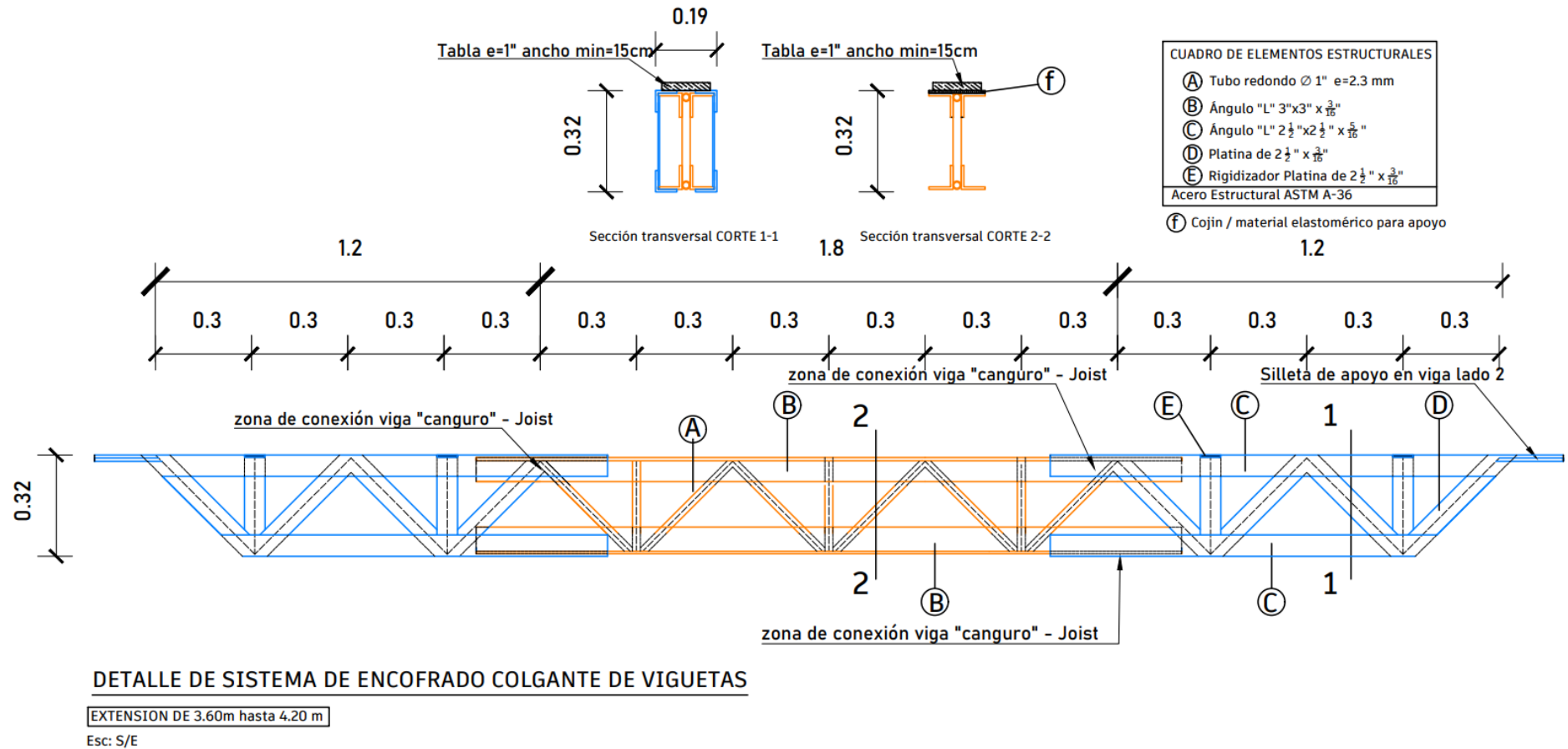
CALCULO COMPRESIÓN MONTANTES Y DIAGONALES		
DATOS		
AXIAL	206.37	lbs
Longitud de elemento (cm)	42.4	cm
Angulo	Platina 2 1/2" 3/16	
r (cm)	1.83	
KL/r; K=1 articulado	23.16939891	
Fy=	36	ksi
E=	29000	ksi
Cc	126.0992836	
PERMISIBLE	20.40145797	ksi
P/A	0.440256	ksi
CUMPLE	Platina 2 1/2" 3/16	

Nota. Elección de ángulo estructural, esfuerzo actuante y permisible

- Entonces, ya verificada la deflexión y los diseños basados en iteraciones se concluye que el diseño es satisfactorio y cumple con los requerimientos, si bien es cierto los perfiles seleccionados trabajan a esfuerzos muchos menores que los permisibles, se trata de igualar los elementos puesto que no representan un peso difícil de manipular entre 2 o 3 operarios y además se piensa a futuro en las conexiones por pernos o pines que deberán darse entre la viga Joist y la Viga Canguro.
- A continuación, se presenta un plano de detalle del diseño final de un sistema de encofrado de vigueta ensamblado para la máxima luz de 4.20 metros.



Figura 52
Plano final de diseño de encofrado colgante (01 vigueta)



Nota. Plano final a detalle del sistema diseñado

3. Costo individual de encofrado tipo vigueta colgante

- Metrado de materiales

Realizado el diseño del encofrado colgante de viguetas se procede a realizar el metrado del sistema tanto para su mayor extensibilidad ($L=4.20$ m) como para la salvar luces menores (entre 1.20 m y 3.60 m) con el fin de tener costos y pesos reales dependientes de la luz del aligerado.

Tabla 59

Metrado y resumen de acero de sistema de encofrado colgante (4.20 m)

Metrado de acero de sistema en extensibilidad máxima (4.20 m)						
<i>Vigas Canguro (2 und)</i>						
Elemento	Componente	Cantidad	Número de componentes x elemento	Longitud (m)	% retaceo	Subtotal (m)
Ángulo "L" 2 1/2"x 2 1/2" x 5/16"	Cordon superior	2	2	1.45	5%	6.09
Ángulo "L" 2 1/2"x 2 1/2" x 5/16"	Cordón inferior	2	2	1.2	5%	5.04
Platina de 2 1/2" x 3/16"	Diagonal	2	8	0.29	5%	4.87
Platina de 2 1/2" x 3/16"	Rigidizadores	2	2	0.2	5%	0.84
<i>Viga Joist (1 und)</i>						
Elemento	Componente	Cantidad	Número de componentes x elemento	Longitud (m)	% retaceo	Subtotal (m)
Ángulo "L" 3"x 3" x 3/16	Cordon superior	1	2	2.2	5%	4.62
Ángulo "L" 3"x 3" x 3/16	Cordón inferior	1	2	2.2	5%	4.62
Tubo redondo 1" e=2.3 mm	Diagonal	1	6	0.4	5%	2.52
Resumen por tipo de sección de elemento (m)						
Tubo redondo 1" e=2.3 mm						2.5
Ángulo "L" 2 1/2"x 2 1/2" x 5/16"						11.1
Ángulo "L" 3"x 3" x 3/16"						9.2
Platina de 2 1/2" x 3/16"						5.7

Tabla 60
Metrado y resumen de acero de sistema de encofrado colgante (1.20 m a 3.60m)

Metrado de acero de sistema en extensibilidades entre 1.20 m a 3.60 m						
<i>Vigas Canguro (1 und)</i>						
Elemento	Componente	Cantidad	Número de componentes x elemento	Longitud (m)	% retaceo	Subtotal (m)
Ángulo "L" 2 1/2"x 2 1/2" x 5/16"	Cordon superior	1	2	1.45	5%	3.045
Ángulo "L" 2 1/2"x 2 1/2" x 5/16"	Cordón inferior	1	2	1.2	5%	2.52
Platina de 2 1/2" x 3/16"	Diagonal	1	8	0.29	5%	2.44
Platina de 2 1/2" x 3/16"	Rigidizadores	1	2	0.2	5%	0.42
<i>Viga Joist (1 und)</i>						
Elemento	Componente	Cantidad	Número de componentes x elemento	Longitud (m)	% retaceo	Subtotal (m)
Ángulo "L" 3"x 3" x 3/16	Cordon superior	1	2	2.2	5%	4.62
Ángulo "L" 3"x 3" x 3/16	Cordón inferior	1	2	2.2	5%	4.62
Tubo redondo 1" e=2.3 mm	Diagonal	1	6	0.4	5%	2.52
<i>Resumen por tipo de sección de elemento (m)</i>						
Tubo redondo 1" e=2.3 mm						2.5
Ángulo "L" 2 1/2"x 2 1/2" x 5/16"						5.6
Ángulo "L" 3"x 3" x 3/16"						9.2
Platina de 2 1/2" x 3/16"						2.9

- Cálculo del peso del sistema por componentes.

Es de suma importancia calcular el peso del sistema por componentes puesto que en base a esto se darán los alcances del izaje, además de la posibilidad real de implementar el sistema, debido a que si es que envuelve una solución de pesos muy difíciles de acarrear se tendría que pensar en el acarreo como un componente de consideración especial.

Tabla 61
Metrado y resumen de acero de sistema de encofrado colgante (1.20 m a 3.60m)

Peso de Sistema de encofrado de viguetas por componente							
Vigas Canguro (01 unidad a la vez para ensamblaje)				Densidad: 7850 kg/m³			
Elemento	Componente	Cantidad	Número de componentes x elemento	Longitud (m)	Longitud (m)	Area de sección (m ²)	Peso (kg)
Ángulo "L" 2 1/2"x 2 1/2" x 5/16"	Cordon superior	1	2	1.45	2.9	0.00101	22.95
Ángulo "L" 2 1/2"x 2 1/2" x 5/16"	Cordón inferior	1	2	1.2	2.4	0.00101	18.99
Platina de 2 1/2" x 3/16"	Diagonal	1	8	0.29	2.32	0.00030	5.51
Platina de 2 1/2" x 3/16"	Rigidizadores	1	2	0.2	0.4	0.00030	0.95
Total (kg)							48.40

Viga Joist (01 und)				Densidad: 7850 kg/m³			
Elemento	Componente	Cantidad	Número de componentes x elemento	Longitud (m)	Subtotal (m)	Area de sección (m ²)	Peso (kg)
Ángulo "L" 3"x 3" x 3/16	Cordon superior	1	2	2.2	4.4	0.00073	25.07
Ángulo "L" 3"x 3" x 3/16	Cordón inferior	1	2	2.2	4.4	0.00073	25.07
Tubo redondo 1" e=2.3 mm	Diagonal	1	6	0.4	2.4	0.00051	9.55
Total (kg)							59.68

- Alcances del proceso constructivo

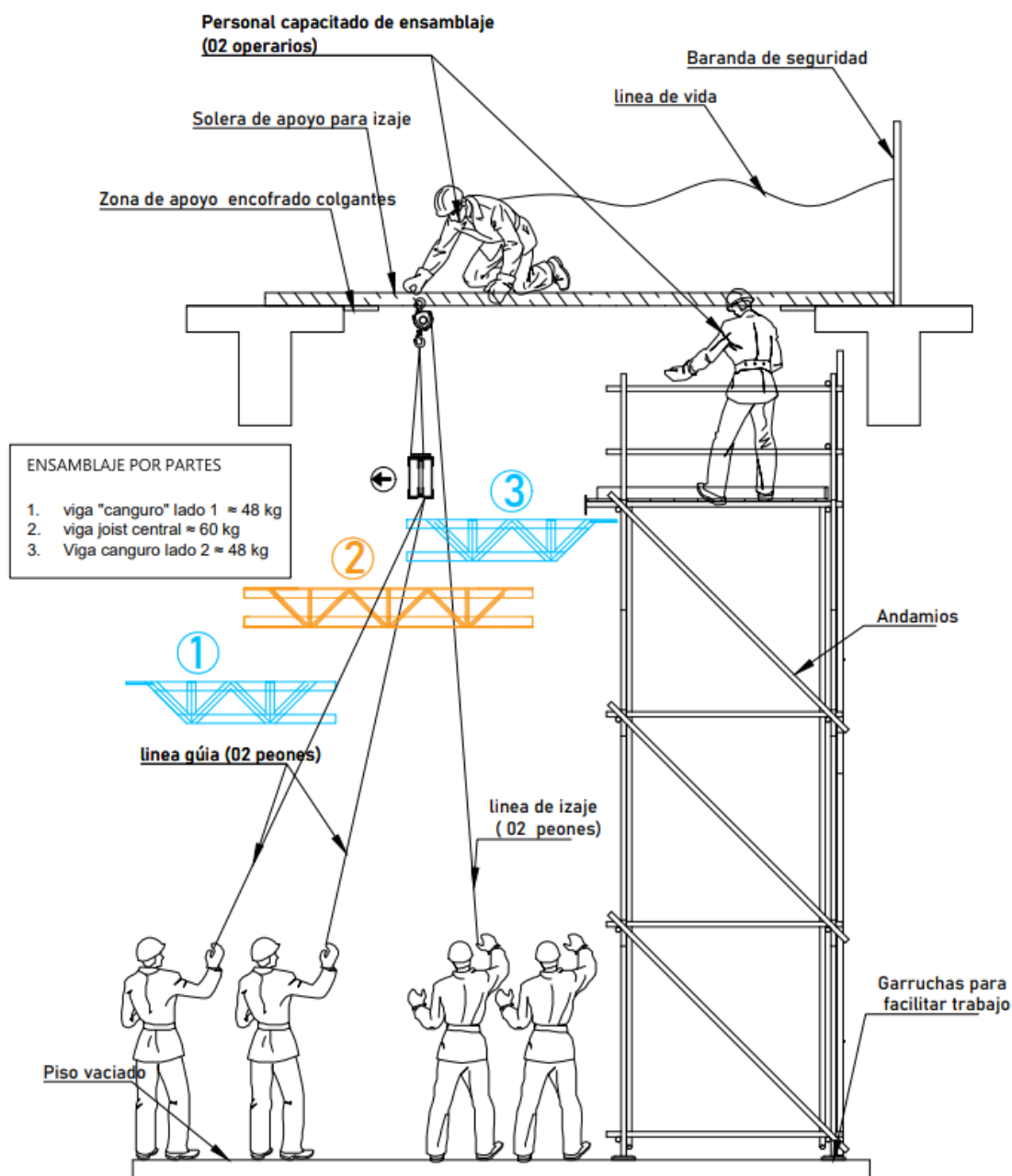
Respecto al proceso constructivo del encofrado colgante de viguetas, se compatibilizan las actividades que intervendrían con actividades de izaje similares, considerándose un procedimiento constructivo similar al del acarreo de materiales pesados en obra, sin embargo, es importante mencionar que se podrían plantear el uso de otros métodos y herramientas en cuanto convengan y garanticen la seguridad del personal involucrado. A continuación, se presenta un esquema del proceso planteado para los fines del presente estudio, considerando el peso calculado y las dimensiones del sistema propuesto.

Así se tiene que el personal requerido es muy similar al del proceso convencional siendo:

- 02 operarios + 04 peones

Figura 53

Esquema de izaje y proceso constructivo de encofrado colgante de viguetas.



Nota. Representación de cuadrilla de trabajo

- Alcances de las vigas prefabricadas

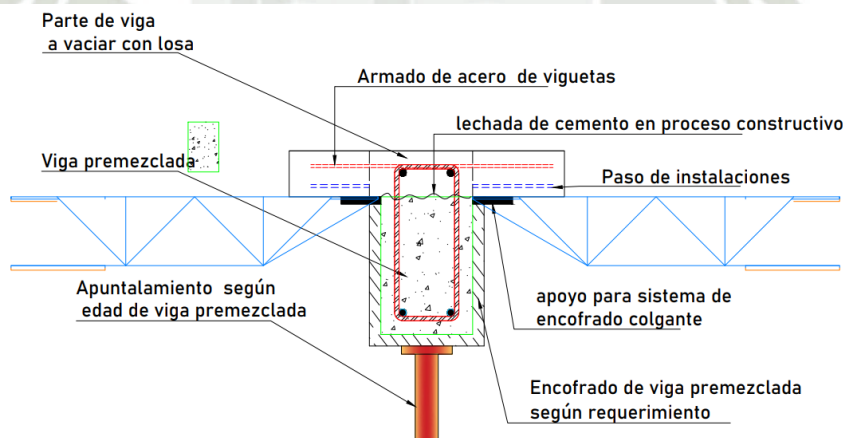
Es de suma importancia mencionar que al inicio de la aplicación del sistema se tendría que capacitar al personal no siendo una técnica conocida, y deberá realizarse un control exhaustivo de los procesos de vaciado de vigas prefabricadas puesto que éstas ya deberán tener en sus componentes los apoyos del sistema propuesto de encofrado colgante.

Se puede mencionar en cuanto a la posibilidad de elaborar las vigas hasta el nivel de la losa, de tal manera que el vaciado de la misma sea exactamente igual al del proceso convencional, de hecho, si es factible y sería muy beneficioso puesto que no se interrumpirían las instalaciones principalmente eléctricas y sanitarias, las cuales dificultarían en alguna medida proceso de encofrado propuesto. Además, dicho proceso constructivo convendría respecto al hecho que ya no tendría injerencia el hecho de que la viga sea una viga “T” O “L” o una viga peraltada simple y de esta manera se ampliaría el panorama de uso no solo para edificaciones de doble altura sino también para edificaciones de altura de entepiso normal (entre 2.40 m y 3.50 m).

Respecto a lo mencionado anteriormente (citar estudio) concluye que la lechada de cemento se comporta de manera similar respecto al aditivo de adherencia entre concreto de diferentes edades, por lo tanto, no influiría/aumentaría significativamente el costo del vaciado de como tal. Sin embargo; como se mencionó anteriormente se tienen que prever los apoyos del sistema de encofrado colgante en dichas almas de vigas prefabricadas. A continuación, se presenta un esquema para graficar la opción explicada.

Figura 54

Posibilidad de uso de encofrado colgante propuesto en vaciado tradicional



Nota. Uso en vaciado tradicional para alturas normales y dobles alturas de entepiso

- Costo de elaboración del sistema Viga “Canguro” – “Joist” – “Canguro”

Con el software de costos y presupuesto “PowerCost presupuestos” se elabora un análisis de costo unitario para cada uno de los componentes, considerando la mano de obra, equipo y materiales, dicho costo unitario servirá para el cálculo del costo de alquiler del sistema.

Tabla 62

Análisis de costos unitarios de elaboración de vigas canguro y joist para el sistema propuesto.

Análisis de Costos Unitarios

Proyecto ELABORACION DE VIGA CANGURO Y VIGA JOIST TESIS
Sub Presupuesto 01 - ESTRUCTURAS
Cliente ODPP
Ubicación AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

Partida	01.01	ELABORACION DE VIGAS CANGURO				Rend:	3.0000 GLB/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00006	CAPATAZ	HH	1.000	2.6667	27.67	73.79	
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	2.6667	25.15	67.07	
47 00009	PEON	HH	0.500	1.3333	17.92	23.89	
						164.75	
Materiales							
00 07482	ANGULO DE FIERRO 2 1/2" x 2 1/2" x 5/16"	m		5.5700	32.47	180.86	
00 07483	PLATINA DE 2 1/2" X 3/16"	m		2.8600	9.04	25.85	
30 00283	ELECTRODO TIPO 6011 - CELLOCORD	KG		0.5000	19.92	9.96	
39 04236	ZINCROMATO	GLN		0.0769	58.39	4.49	
54 07484	PINTURA GLOSS POLIURETANO CATALIZADO	gl		0.0769	63.56	4.89	
						226.05	
Equipo							
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		10.0000		-	
						-	
Costo Unitario por GLB :						390.80	

Partida	02.01	ELABORACION DE VIGAS JOIST				Rend:	3.0000 GLB/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00006	CAPATAZ	HH	1.000	2.6667	27.67	73.79	
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	2.6667	25.15	67.07	
47 00009	PEON	HH	0.500	1.3333	17.92	23.89	
						164.75	
Materiales							
00 07485	ANGULO DE FIERRO 3" x 3" x 3/16"	m		9.2400	28.59	264.17	
00 07486	TUBO REDONDO DE A36 DE 1"X2.3 mm	m		2.5200	7.86	19.81	
30 00283	ELECTRODO TIPO 6011 - CELLOCORD	KG		0.5000	19.92	9.96	
39 04236	ZINCROMATO	GLN		0.0769	58.39	4.49	
54 07484	PINTURA GLOSS POLIURETANO CATALIZADO	gl		0.0769	63.56	4.89	
						303.32	
Equipo							
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		10.0000		-	
						-	
Costo Unitario por GLB :						468.07	

4. Cálculo del costo de alquiler de sistema

El cálculo del costo de alquiler estará dado en base al costo de elaboración, el tiempo de recuperación de la inversión, el beneficio o utilidad que, deberá considerarse en base a la demanda y oferta que pueda tener el sistema y el número de usos aproximado que se le podrá dar al mismo.

Se toma en consideración el costo unitario total calculado anteriormente (costo de posesión, costo de operación y costo de mano de obra) además, se considera un porcentaje de utilidad o comúnmente denominado “costo de beneficio”

Entonces el costo de alquiler será equivalente al costo total más el costo de beneficio, sin embargo, al ser un alquiler se deberá estimar dicho costo de alquiler en función al número de usos aproximados.

$$\text{Costo de alquiler} = \frac{\left[\frac{\text{Costo de elaboración}}{\text{Nro de usos}} + \frac{\text{Beneficio}}{\text{Nro de Usos}} \right]}{t . recuper \text{ (años)}}$$

Debido a la naturaleza del sistema propuesto el número de usos aproximado por el material que lo conforma es de aproximadamente 150 usos, después de lo cual se podrá recuperar y dar mantenimiento para recuperar la estructura a la cual se le podrá dar una mayor cantidad de usos generando un beneficio extra.

Se tiene entonces que un uso es de aproximadamente 10 días (por tiempos de desenchufados) y alquiler de elementos similares en el mercado, por lo tanto, en un año se tendrán aproximadamente 36 usos y se considera una recuperación de inversión en el mismo período de 1 año.

$$C_{alquilerViga Canguro} = \left[\frac{390.80}{36} + \frac{390.80 * 0.60}{36} \right]$$

$$C_{alquilerViga Canguro} = S/ 17.36$$

$$C_{alquilerViga Joist} = \left[\frac{468.07}{36} + \frac{468.07 * 0.60}{36} \right]$$

$$C_{alquilerViga Canguro} = S/ 20.80$$

Se hace de importancia mencionar que, los cálculos anteriores están basados considerando un beneficio del 60% y un tiempo de recuperación y ganancia de un año, dichos parámetros se podrían reducir y hacer aún más accesible el sistema propuesto sin embargo a efectos de la investigación se determinaron los mismos.

5. Costo casos de estudio 1 y 2 Sistema propuesto de encofrado colgante de viguetas

Con los cálculos anteriores se podrá elaborar un análisis de costo unitario del sistema de encofrado propuesto, tomando como base los rendimientos de actividades similares como acarreo vertical de material (izaje de componentes del sistema) y armado de acero de vigas (ensamblaje de componentes del sistema) además de las actividades vinculadas como el hecho de incluir la lechada de cemento, el ensamblaje. etc.

Teniendo los costos unitarios de las actividades que intervienen en el sistema de encofrado colgante se calculan los costos en un supuesto aplicado de los casos antes estudiados (sistema convencional) de tal manera que se pueda realizar una comparación efectiva entre ambos sistemas.

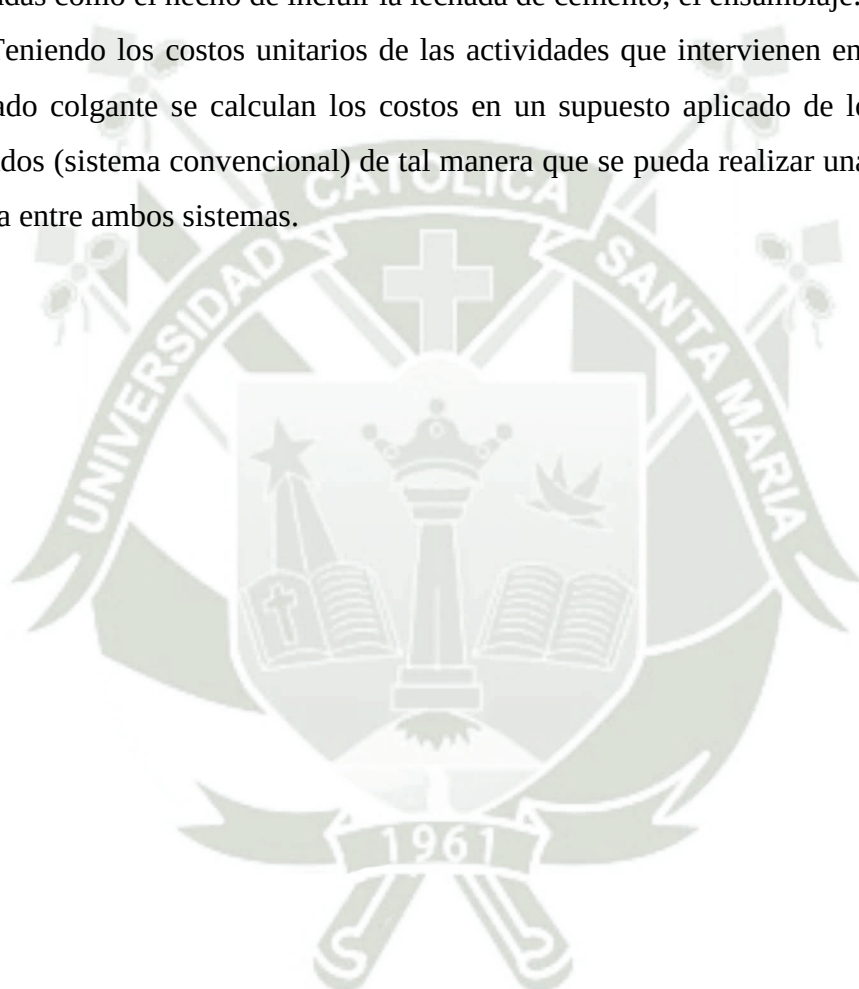


Tabla 63

Presupuesto total de encofrado de losas con sistema de encofrado colgante de viguetas caso de estudio 1

Presupuesto total de encofrado de LOSAS CASO 1 (viguetas colgantes)

Proyecto ENCOFRADO DE LOSAS CON SISTEMA DE ENCOFRADO COLGANTE (PROPUESTA) TESIS CASO 1

Ciente ODP

Ubicación

<i>Item</i>	<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Metrado</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>	<i>Subtotal</i>	<i>Total</i>
<u>LOSAS CASO 1</u>							
01	ENCOFRADO CASO 1 CON SISTEMA DE ENCOFRADOS COLGANTES						16,374.14
01.01	TRANSPORTE DE MATERIALES DE ALQUILER					737.16	
01.01.01	TRANSPORTE DE VIGAS JOIST Y VIGAS CANGURO DESDE ALMACEN (inc. devolución)	VJE	4.00	184.29	737.16		
01.02	ENTABLADO DE ALIGERADO					5,299.79	
01.02.01	MATERIALES PARA ENTABLADO DE ALIGERADO	GLB	1.00	1,568.50	1,568.50		
01.02.02	MANO DE OBRA DE ENTABLADO DE ALIGERADO	M2	209.00	17.76	3,711.84		
01.02.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENTABLADO DE ALIGERADO	GLB	1.00	19.45	19.45		
01.03	IZAJE Y ENSAMBLADO DE ENCOFRADO COLGANTE					10,337.19	
01.03.01	EQUIPO NECESARIO PARA ENTABLADO DE ALIGERADO SISTEMA PROPUESTA	GLB	1.00	5,682.76	5,682.76		
01.03.02	MANO DE OBRA DE IZAJE Y ENSAMBLAJE DE SISTEMA PROPUESTA	M2	209.00	22.27	4,654.43		
COSTO DIRECTO							16,374.14
SUB TOTAL							16,374.14
IGV.							2,947.35
PRESUPUESTO TOTAL							19,321.49

Son : DIECINUEVE MIL TRESCIENTOS VEINTIUNO CON 49/100 NUEVOS SOLES

Tabla 64

Análisis de costos unitarios de presupuesto de sistema de encofrado colgante de viguetas caso de estudio 1

Análisis de Costos Unitarios						
<i>Proyecto</i>	ENCOFRADO DE LOSAS CON SISTEMA DE ENCOFRADO COLGANTE (PROPUESTA) TESIS CASO 1					
<i>Sub Presupuesto</i>	01 - LOSAS CASO 1					
<i>Cliente</i>	ODPP					
<i>Ubicación</i>	Costo a :					
Partida 01.01.01	TRANSPORTE DE VIGAS JOIST Y VIGAS CANGURO DESDE ALMACEN (inc. devolución)					Rend: 4.0000 VJE/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
	Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.2000	27.67	5.53
47 07453	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	1.000	2.0000	25.15	50.30
47 00009	PEON	HH	2.000	4.0000	17.92	71.68
						127.51
	Materiales					
53 06209	PETROLEO DIESEL	gal		1.5000	15.25	22.88
						22.88
	Equipo					
00 07452	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2 TONELADAS)	H	1.000	2.0000	16.95	33.90
						33.90
	Costo Unitario por VJE :					184.29
Partida 01.02.01	MATERIALES PARA ENTABLAO DE ALIGERADO					Rend: 83.6000 GLB/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
	Materiales					
02 00264	CLAVOS CON CABEZA DE 4"	KG		20.1400	4.66	93.85
43 07460	ALQUILER DE TABLAS DE 8" DE ANCHO LARGO = 3.80 M ESPESOR= 1"	UND		145.0000	10.17	1,474.65
						1,568.50
	Costo Unitario por GLB :					1,568.50
Partida 01.02.02	MANO DE OBRA DE ENTABLAO DE ALIGERADO					Rend: 62.7000 M2/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
	Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0128	27.67	0.35
47 00007	OPERARIO	HH	4.000	0.5104	25.15	12.84
47 00009	PEON	HH	2.000	0.2552	17.92	4.57
						17.76
	Costo Unitario por M2 :					17.76
Partida 01.02.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENTABLAO DE ALIGERADO					Rend: 1.0000 GLB/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
	Equipo					
37 07459	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	1.500	1.5000	12.71	19.07
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	19.07	0.38
						19.45
	Costo Unitario por GLB :					19.45
Partida 01.03.01	EQUIPO NECESARIO PARA ENTABLAO DE ALIGERADO SISTEMA PROPUESTA					Rend: 1.0000 GLB/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
	Equipo					
37 07459	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	3.000	3.0000	12.71	38.13
37 07488	ALQUILER DE VIGAS CANGURO SISTEMA DE ENCOFRADO COLGANTE	GLB		145.0000	17.36	2,517.20
37 07487	ALQUILER DE VIGAS JOIST SISTEMA DE ENCOFRADO COLGANTE	GLB		145.0000	20.80	3,016.00
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	5,571.33	111.43
						5,682.76
	Costo Unitario por GLB :					5,682.76
Partida 01.03.02	MANO DE OBRA DE IZAJE Y ENSAMBLAJE DE SISTEMA PROPUESTA					Rend: 50.0000 M2/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
	Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0160	27.67	0.44
47 00007	OPERARIO	HH	4.000	0.6400	25.15	16.10
47 00009	PEON	HH	2.000	0.3200	17.92	5.73
						22.27
	Costo Unitario por M2 :					22.27

Tabla 65

Presupuesto Total de encofrado de losas con sistema de encofrado colgante de viguetas, caso de estudio 2

Presupuesto total de encofrado de LOSAS CASO 2 (viguetas colgantes)

Proyecto ENCOFRADO DE LOSAS CON SISTEMA DE ENCOFRADO COLGANTE (PROPUESTA) TESIS CASO 2

Cliente ODPD

Ubicación

Costo a :

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
<u>LOSAS CASO 2</u>							
01	ENCOFRADO CASO 2 CON SISTEMA DE ENCOFRADOS COLGANTES						14,033.33
01.01	TRANSPORTE DE MATERIALES DE ALQUILER					552.87	
01.01.01	TRANSPORTE DE VIGAS JOIST Y VIGAS CANGURO DESDE ALMACEN (inc. devolución)	VJE	3.00	184.29	552.87		
01.02	ENTABLADO DE ALIGERADO					3,766.04	
01.02.01	MATERIALES PARA ENTABLADO DE ALIGERADO CASO 2	GLB	1.00	1,568.50	1,568.50		
01.02.02	MANO DE OBRA DE ENTABLADO DE ALIGERADO CASO 2	M2	122.64	17.76	2,178.09		
01.02.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENTABLADO DE ALIGERADO CASO 2	GLB	1.00	19.45	19.45		
01.03	IZAJE Y ENSAMBLADO DE ENCOFRADO COLGANTE					9,714.42	
01.03.01	EQUIPO NECESARIO PARA IZAJE Y ENSAMBLADO SISTEMA PROPUESTA CASO 2	GLB	1.00	5,059.99	5,059.99		
01.03.02	MANO DE OBRA DE IZAJE Y ENSAMBLAJE DE SISTEMA PROPUESTA	M2	209.00	22.27	4,654.43		
COSTO DIRECTO							14,033.33
SUB TOTAL							14,033.33
IGV.							2,526.00
PRESUPUESTO TOTAL							16,559.33

Son : DIECISEIS MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y NUEVE CON 33/100 NUEVOS SOLES

Tabla 66

Análisis de costos unitarios de presupuesto de sistema de encofrado colgante de viguetas caso de estudio 2

Análisis de Costos Unitarios

Proyecto ENCOFRADO DE LOSAS CON SISTEMA DE ENCOFRADO COLGANTE (PROPUESTA) TESIS CASO 2

Sub Presupuesto 01 - LOSAS CASO 2

Cliente ODPF

Ubicación << Sin Distrito >> - << Sin Provincia >> - << Sin Departamento >>

Costo a : Marzo - 2023

Partida	01.01.01	TRANSPORTE DE VIGAS JOIST Y VIGAS CANGURO DESDE ALMACEN (inc. devolución)					Rend:	4.0000	VJE/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		Parcial	
		Mano de Obra							
	47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.2000	27.67		5.53	
	47 07453	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	1.000	2.0000	25.15		50.30	
	47 00009	PEON	HH	2.000	4.0000	17.92		71.68	
								127.51	
		Materiales							
	53 06209	PETROLEO DIESEL	gal		1.5000	15.25		22.88	
								22.88	
		Equipo							
	00 07452	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2 TONELADAS)	H	1.000	2.0000	16.95		33.90	
								33.90	
								Costo Unitario por VJE :	184.29
Partida	01.02.01	MATERIALES PARA ENTABLADEO DE ALIGERADO CASO 2					Rend:	83.6000	GLB/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		Parcial	
		Materiales							
	02 00264	CLAVOS CON CABEZA DE 4"	KG		20.1400	4.66		93.85	
	43 07460	ALQUILER DE TABLAS DE 8" DE ANCHO LARGO = 3.80 M ESPESOR= 1"	UND		145.0000	10.17		1,474.65	
								1,568.50	
								Costo Unitario por GLB :	1,568.50
Partida	01.02.02	MANO DE OBRA DE ENTABLADEO DE ALIGERADO CASO 2					Rend:	62.7000	M2/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		Parcial	
		Mano de Obra							
	47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0128	27.67		0.35	
	47 00007	OPERARIO	HH	4.000	0.5104	25.15		12.84	
	47 00009	PEON	HH	2.000	0.2552	17.92		4.57	
								17.76	
								Costo Unitario por M2 :	17.76
Partida	01.02.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENTABLADEO DE ALIGERADO CASO 2					Rend:	1.0000	GLB/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		Parcial	
		Equipo							
	37 07459	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	1.500	1.5000	12.71		19.07	
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	19.07		0.38	
								19.45	
								Costo Unitario por GLB :	19.45
Partida	01.03.01	EQUIPO NECESARIO PARA IZAJE Y ENSAMBLADO SISTEMA PROPUESTA CASO 2					Rend:	1.0000	GLB/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		Parcial	
		Equipo							
	37 07459	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	3.000	3.0000	12.71		38.13	
	37 07488	ALQUILER DE VIGAS CANGURO SISTEMA DE ENCOFRADO COLGANTE	GLB		129.0000	17.36		2,239.44	
	37 07487	ALQUILER DE VIGAS JOIST SISTEMA DE ENCOFRADO COLGANTE	GLB		129.0000	20.80		2,683.20	
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	4,960.77		99.22	
								5,059.99	
								Costo Unitario por GLB :	5,059.99
Partida	01.03.02	MANO DE OBRA DE IZAJE Y ENSAMBLAJE DE SISTEMA PROPUESTA					Rend:	50.0000	M2/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		Parcial	
		Mano de Obra							
	47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0160	27.67		0.44	
	47 00007	OPERARIO	HH	4.000	0.6400	25.15		16.10	
	47 00009	PEON	HH	2.000	0.3200	17.92		5.73	
								22.27	
								Costo Unitario por M2 :	22.27

6. IPERC de sistema propuesto de encofrado colgante de viguetas.

De la misma manera que en la elaboración de la matriz IPERC del encofrado convencional se elabora la matriz IPERC del sistema propuesto tomando en cuenta que en cuanto a las actividades de transporte de materiales los valores son los mismos. Se realiza la matriz respecto a las actividades de:

- Transporte de Material.
- Preparación de Material.
- Encofrado de losas de doble altura y vigas prefabricadas.
- Arriostramiento.

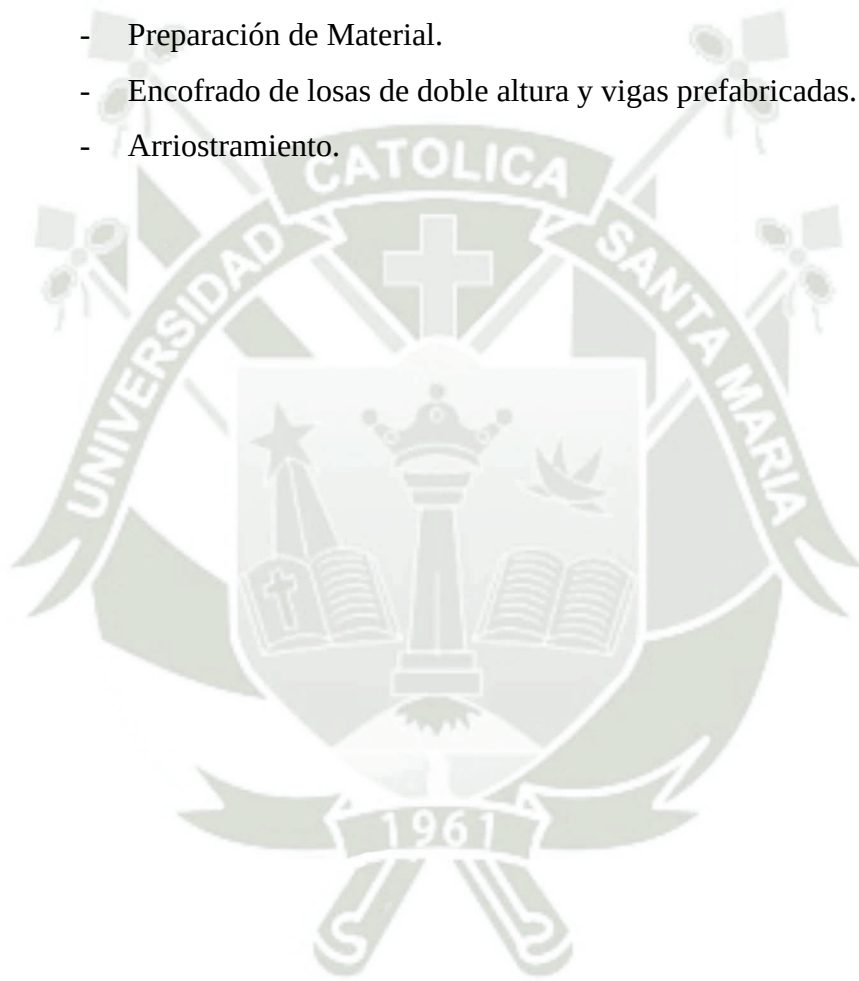


Tabla 67

Matriz IPERC propuesta de encofrado colgante - actividades de transporte de material

MATRIZ IPERC METODO PROPUESTA ENCOFRADO COLGANTE DE VIGUETAS																							
Grupo de Actividades	Actividad	Maquinaria/E quipo/ Herramienta	Peligro	Riesgo	Evaluacion del riesgo					Nivel de Riesgo Puro		Medidas de Control					Evaluacion del riesgo					Nivel de Riesgo	
					PER	PRO	CAP	EXP	SEV	PUNTAJE	GRADO DE RIESGO	Eli min ació n	Sustitu ción	Controles de Ingenieria	Controles administrativos	EPP	PER	PRO	CAP	EXP	SEV	PUNTAJE	GRADO DE RIESGO
Actividades de transporte de material	Suministro y transporte de componentes: Vigas Joist y Vigas Canguro	Vehiculo de carga	Uso de vehiculo de carga	Accidente vehicular (fracturas,contusiones, muerte)	3	1	2	3	3	27	Intolerable	-	-	Implementacion de alarmas de retroceso, elementos audiovisuales	Capacitaciones de seguridad de manejo.		3	1	1	3	3	24	Importante
		N/A		Exposición al sol e intemperie (insolación, fatiga,afecciones respiratorias,irritacion de ojos)	2	1	3	3	1	9	Moderado	-	-	-	Capacitaciones de afecciones por contacto con intemperie	Cortavientos, lentes de proteccion, bloqueador.	2	1	2	3	1	8	Tolerable
		N/A	Actividad de carga de materiales	Movimientos repetitivos y espacio inadecuado de trabajo	2	2	2	2	2	16	Moderado	-	-	-	Capacitación de estibaje y carga	Fajas correctoras de postura y apoyo	2	1	1	1	2	10	Moderado
		N/A		Manipulación de equipo y material a cargar (aplastamiento, cortes,contusion es)	2	2	2	1	2	14	Moderado	-	-	-	Elaboración de procedimiento para carga de materiales acopiados	Guantes,botas de seguridad	2	1	1	1	2	10	Moderado

Nota. Se identifica el grado de riesgo inicial y residual después de aplicar medidas de control.

Tabla 68

Matriz IPERC propuesta de encofrado colgante - actividades de preparación de material

Grupo de Actividades	Actividad	Maquinaria/E quipo/ Herramienta	Peligro	Riesgo	Evaluacion del riesgo					Nivel de Riesgo Puro		Medidas de Control					Evaluacion del riesgo					Nivel de Riesgo	
					PER	PRO	CAP	EXP	SEV	PUNTAJE	GRADO DE RIESGO	Eli min ació	Sustitu ción	Controles de Ingenieria	Controles administrativos	EPP	PER	PRO	CAP	EXP	SEV	PUNTAJE	GRADO DE RIESGO
Actividades de preparación de material	Preparacion de elementos de Ensamblaje: Vigas Joist y Vigas Canguro	Herramientas Manuales	Uso de herramientas para ensamble preparación de ensamble	Caida al mismo nivel (fracturas, contusiones)	1	3	3	3	2	20	Importante	-	-	-	PTS especial para nuevo sistema, capacitación de personal,	Guantes, botas de seguridad	1	1	1	3	2	12	Moderado
				Golpe con objetos transportados (contusiones)	1	3	3	3	2	20	Importante	-	-	-	Implementacion de almacén de materiales especiales, PTS	EPPs básicos	1	1	1	3	2	12	Moderado
			Traslado de materiales de	Traslado de carga inadecuada y sobreesfuerzo	1	1	1	3	2	12	Moderado	-	-	-	PTS y almacenaje		1	1	1	3	1	6	Tolerable
		N/A	Pieza en movimiento	Atrapamiento por pieza en movimiento (contusiones, fracturas)	1	1	1	3	2	12	Moderado	-	-	-	Señalización y limpieza de obra		1	1	1	3	1	6	Tolerable
		N/A	Descarga de materiales a preparar	Movimientos repetitivos y espacio inadecuado de trabajo	1	2	1	2	2	12	Moderado	-	-	-	Elaboración de procedimiento para carga de materiales acopiados	Guantes, botas de seguridad	1	1	1	2	1	5	Tolerable

Nota. Se identifica el grado de riesgo inicial y residual después de aplicar medidas de control.

Tabla 69

Matriz IPERC propuesta de encofrado colgante - actividades de encofrado de losas en doble altura

MATRIZ IPERC METODO PROPUESTA ENCOFRADO COLGANTE DE VIGUETAS																							
Grupo de Actividades	Actividad	Maquinaria/E quipo/ Herramienta	Peligro	Riesgo	Evaluacion del riesgo					Nivel de Riesgo Puro		Medidas de Control					Evaluacion del riesgo					Nivel de Riesgo	
					PER	PRO	CAP	EXP	SEV	PUNTAJE	GRADO DE RIESGO	Eli min ació	Sustitu ción	Controles de Ingenieria	Controles administrativos	EPP	PER	PRO	CAP	EXP	SEV	PUNTAJE	GRADO DE RIESGO
Actividades de Encofrado en losas de doble altura y vigas premezcladas	Izaje y Encofrado de Losas con sistema colgante ensamblable	Andamios, madera puntales y herramientas manuales	Transporte de material de andamiaje y armado del mismo	Caidas a desnivel, Caída de objetos a desnivel (Contusiones, aplastamiento, lesiones, cortes, muerte)	3	1	2	3	3	27	Intolerable	-	-	-	Capacitacion de personal, implementacion de barandas en andamios	Arnés y lineas de vida c	3	1	1	3	1	8	Tolerable
		N/A	Transporte de material de encofrados a desnivel	Caída de objetos a desnivel (contusiones, aplastamiento, muerte, lesiones)	2	3	3	3	3	33	Intolerable	-	-	-	Elaboracion de un PTS para sistema propuesta, capacitacion	Arnés y lineas de vida con mayor factor de seguridad	2	1	1	2	2	12	Moderado
		Sistema de Izaje y/o poleas	Transporte de Vigas Joisyt y canguro a desnivel	Golpe con objetos transportados a doble altura (contusiones, aplastamiento, muerte, lesiones)	1	3	3	3	3	30	Intolerable	-	-	-	Elaboracion de PTS Y capacitación integral de personal, Restriccion de paso		1	1	1	3	3	18	Importante
		N/A	Encofrado de vigas premezcladas	Caída de objetos a Nivel, golpes con objetos transportados (contusiones, lesiones)	1	2	2	3	1	8	Tolerable	-	-	-	Delimitación de zona de premezclado, capacitacion	Arnés de seguridad con amortiguador de impacto	1	1	1	1	1	4	Tolerable

Nota. Se identifica el grado de riesgo inicial y residual después de aplicar medidas de control.

Tabla 70

Matriz IPERC propuesta de encofrado colgante - actividades de arriostramiento

MATRIZ IPERC METODO PROPUESTA ENCOFRADO COLGANTE DE VIGUETAS																							
Grupo de Actividades	Actividad	Maquinaria/E quipo/ Herramienta	Peligro	Riesgo	Evaluacion del riesgo					Nivel de Riesgo Puro		Medidas de Control					Evaluacion del riesgo					Nivel de Riesgo	
					PER	PRO	CAP	EXP	SEV	PUNTAJE	GRADO DE RIESGO	Eli min ació	Sustitu ción	Contr oles de	Controles administrativos	EPP	PER	PRO	CAP	EXP	SEV	PUNTAJE	GRADO DE RIESGO
Actividades de arriostramiento	Arriostramient o con acero amarrado entre encofrados colgantes	N/A	Carga de materiales para arriostramiento	Movimientos repetitivos y espacio inadecuado de trabajo (lumbalgia,dorsal gia,escoliosis,tendinitis)	2	2	2	2	2	16	Moderado	-	-	-	Capacitación de estibaje y carga	Fajas correctoras de postura y apoyo	2	1	1	1	2	10	Moderado
				Manipulación de equipo y material a cargar (aplastamiento, cortes,contusion es)	2	2	2	1	2	14	Moderado	-	-	-	Elaboración de procedimiento para carga de materiales acopiados	Guantes,botas de seguridad	2	1	1	1	2	10	Moderado
		N/A	Transporte de material de arriostramiento a desnivel	Caída de objetos a desnivel (contusiones,aplastamiento,muer te,lesiones)	2	3	2	2	3	27	Intolerable	-	-	-	Elaboracion de un PTS para condiciones especiales de la obra		1	2	1	2	3	18	Importante
		herramientas manuales	Arriostramient osobre encofrado de losa aligerada	Caidas a desnivel, Caída de objetos a desnivel (Contusiones,aplastamiento,le siones,cortes,muerte)	3	3	3	2	3	33	Intolerable	-	-	-	Elaborar un PTS del arriostramiento sobre de plataforma, concientizar al personal	Arnés y líneas de vida con mayor factor de seguridad	1	1	2	2	2	12	Moderado

Nota. Se identifica el grado de riesgo inicial y residual después de aplicar medidas de control.

CAPÍTULO VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Análisis de resultados en cuanto a seguridad.

Se observa que la IPERC del sistema propuesto es muy beneficiosa en comparación al método tradicional utilizado en muchas de las construcciones que comprenden ambientes de doble altura, resaltándose principalmente la reducción de riesgos en cuanto a pérdidas humanas lo cual implica revalorar el sistema, su dificultad y hasta su costo en caso éste hubiese sobrepasado al del encofrado convencional (punto a valorar en el siguiente ítem de evaluación de costos).

A continuación, se presentan gráficos comparativos ilustrativo de los puntajes obtenidos de NIVEL DE RIESGO RESIDUAL tanto para las actividades de encofrado convencional como para las actividades de la propuesta de encofrados colgantes de viguetas y vigas prefabricadas.

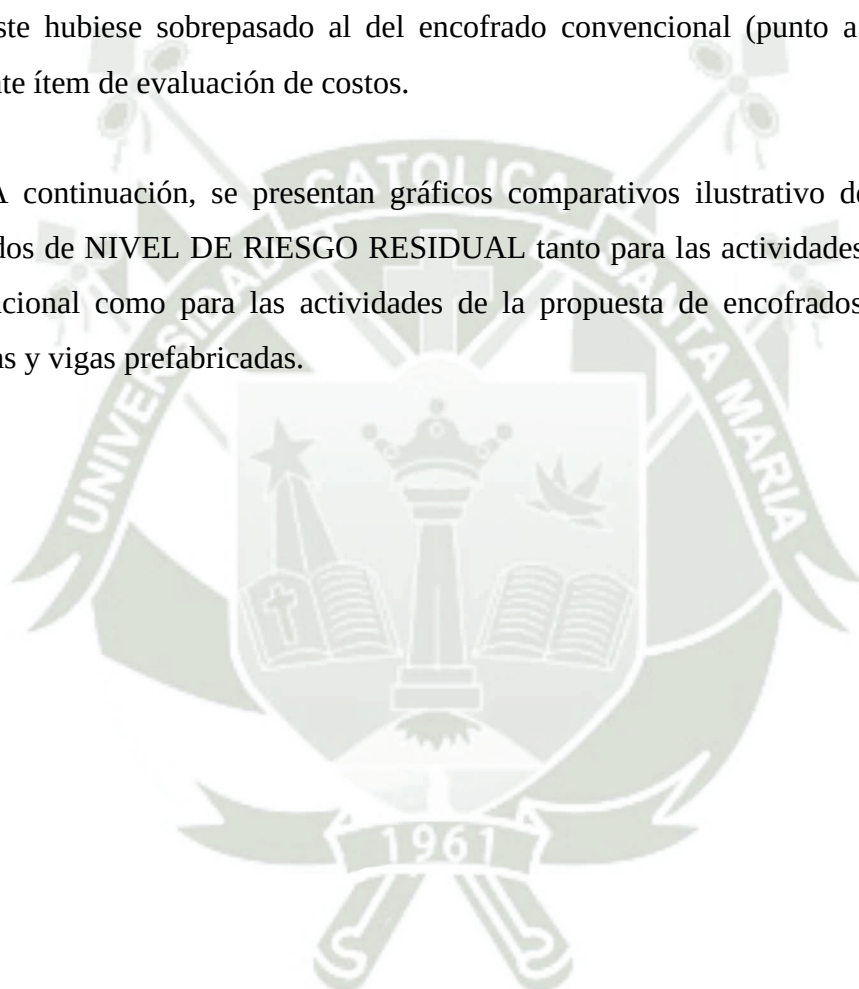


Figura 55

Grado de riesgo residual de actividades – Convencional

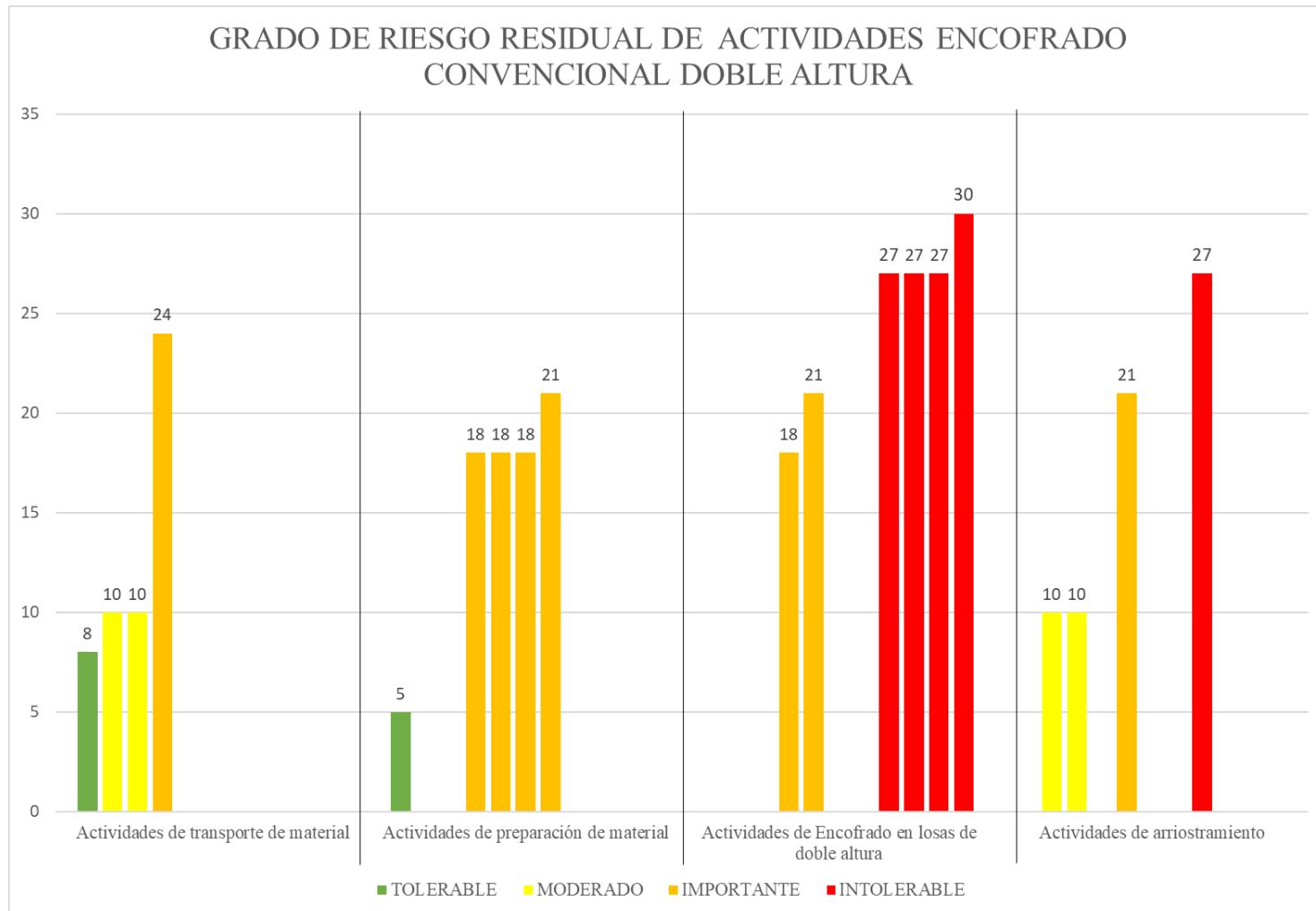
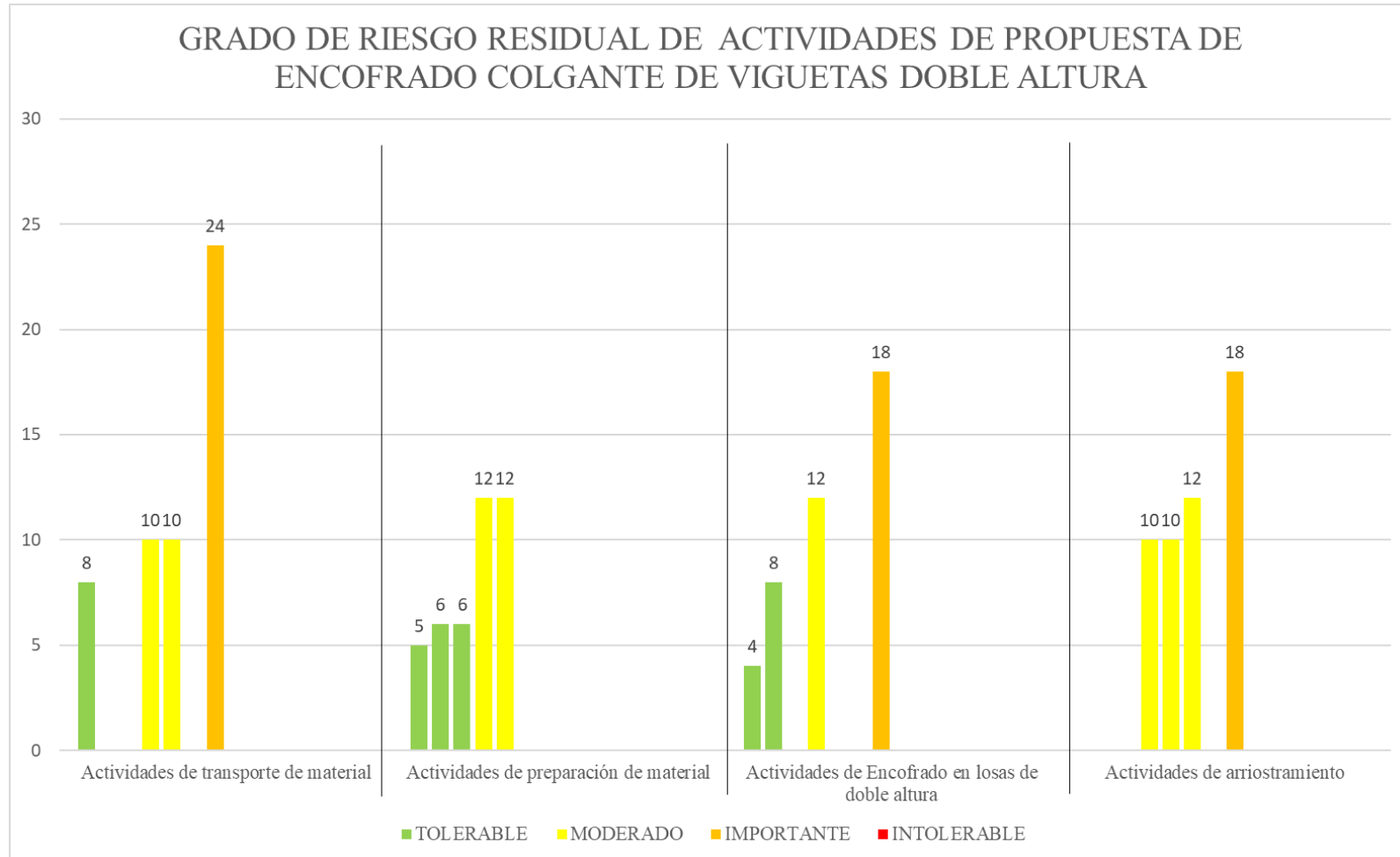


Figura 56

Grado de riesgo residual de actividades – Propuesta



2. Análisis de resultados en cuanto a costos.

Para realizar la evaluación comparativa de costos del encofrado convencional de losas con entrepisos de doble altura (con encofrado de vigas in situ) y el sistema propuesto de encofrados colgantes de viguetas con vigas prefabricadas, se necesita estimar los costos de encofrados de vigas prefabricadas (hipotéticos) a continuación se realiza dicha estimación para tener un comparativo final de costos.

Para la estimación del costo de encofrados de vigas prefabricadas se aumentaron los rendimientos de las actividades de encofrado de vigas 1,5 veces basados en la comparativa de rendimientos de encofrados de vigas in situ y encofrado de elementos a nivel de suelo como lo son: vigas de cimentación, sobrecimientos, zapatas, etc.

Por otro lado, en cuanto a equipo y recursos: Se aumenta la partida de izaje y ensamblaje de dichas vigas prefabricadas a pesar de que no corresponder a las actividades específicas de encofrado, esto debido a que el uso del sistema propuesto deviene en dicha actividad como un gasto extra que no formaría parte de un encofrado convencional; asimismo se eliminan recursos que ya no intervienen en el encofrado de vigas como lo son puntales y andamios.

Se debe tener en cuenta que, al enfocarse el presente estudio en las actividades de encofrados de vigas y losas de doble altura, los resultados presentados no contemplan los posibles aumentos de **productividad y seguridad** en cuanto a actividades vinculadas derivadas del propio uso del sistema propuesto como lo son, vaciado de losa aligerada (armado de acero de vigas a nivel de piso, vaciado de losa aligerada sin vigas ya prefabricadas e izadas, desencofrado de losas aligeradas, acarreo de materiales, etc.)

2.1. Costo de encofrado de vigas prefabricadas caso 1

Tabla 71

Presupuesto de encofrado de vigas prefabricadas caso 01

Presupuesto de Encofrado de vigas Premezcladas caso 01							
Proyecto	ENCOFRADO DE VIGAS A NIVEL DE PISO (PREMEZCLADAS) CASO 1 TESIS						
Cliente	ODPP						
Ubicación	<< Sin Distrito >> - << Sin Provincia >> - << Sin Departamento >>						Costo a :
Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
	<u>VIGAS CASO 1</u>						
01	<u>ENCOFRADO DE VIGAS A NIVEL DE PISO</u>						28,356.06
01.01	FONDOS DE VIGAS					9,556.21	
01.01.01	TRANSPORTE DE MATERIALES COMPRADOS Y ALQUILADOS					530.00	
01.01.01.01	TRANSPORTE DE TABLAS DE 1 1/2" DE ESPESOR PARA FONDOS DE VIGAS, TABLAS DE 1" PARA TAPAS Y CUARTONES PARA REFUERZO LATERAL	VJE	1.00	345.71	345.71		
01.01.01.02	TRANSPORTE DE PUNTALES TELESCÓPICOS DE 4.00 M (INCLUYE DEVOLUCIÓN DE MATERIALES ALQUILADOS)	VJE	1.00	184.29	184.29		
01.01.02	PREPARACION DE TABLAS (CORTE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL) PARA FONDOS DE VIGAS					220.17	
01.01.02.01	MANO DE OBRA PARA PREPARACION DE MATERIAL DE FONDOS	DIA	1.00	165.50	165.50		
01.01.02.02	EQUIPO NECESARIO PARA PREPARACION DE MATERIAL DE FONDOS	GLB	1.00	54.67	54.67		
01.01.03	ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS PRINCIPALES VT-01 Y VL-01					6,167.69	
01.01.03.01	MATERIALES PARA ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS PRINCIPALES	GLB	1.00	4,716.32	4,716.32		
01.01.03.02	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS PRINCIPALES	M2	20.20	71.85	1,451.37		
01.01.03.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE VIGAS PRINCIPALES (NI ANDAMIAJE NI PUNTALES)	GLB	1.00				
01.01.04	ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS SECUNDARIAS VL-02					2,638.35	
01.01.04.01	MATERIALES PARA ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS SECUNDARIAS	GLB	1.00	1,895.92	1,895.92		
01.01.04.02	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE VIGAS SECUNDARIAS	M2	9.50	78.15	742.43		
01.01.04.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE VIGAS SECUNDARIAS (NI ANDAMIAJE NI PUNTALES)	GLB	1.00				
01.02	TAPAS DE VIGAS					13,392.32	
01.02.01	PREPARACION DE TABLAS (CORTE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL) PARA TAPAS DE VIGAS					220.17	
01.02.01.01	MANO DE OBRA PARA PREPARACION DE MATERIAL DE TAPAS	DIA	1.00	165.50	165.50		
01.02.01.02	EQUIPO NECESARIO PARA PREPARACION DE MATERIAL DE TAPAS	GLB	1.00	54.67	54.67		
01.02.02	ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES					9,377.41	
01.02.02.01	MATERIALES PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES	GLB	1.00	7,502.45	7,502.45		
01.02.02.02	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES	M2	70.70	26.52	1,874.96		
01.02.02.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES (SIN ANDAMIAJE)	GLB	1.00				
01.02.03	ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECUNDARIAS					3,794.74	
01.02.03.01	MATERIALES PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECUNDARIAS	GLB	1.00	3,089.31	3,089.31		
01.02.03.02	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECUNDARIAS	M2	26.60	26.52	705.43		
01.02.03.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECUNDARIAS (SIN ANDAMIAJE)	GLB	1.00				
01.03	ENCOFRADO DE FRISOS					1,577.52	
01.03.01	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE FRISOS	M2	48.87	32.28	1,577.52		
01.04	IAJE Y ASEGURAMIENTO DE VIGAS PREMEZCLADAS					3,830.01	
01.04.01	MANO DE OBRA DE IAJE Y ENSAMBLAJE DE VIGAS PREMEZCLADAS	UND	6.00	379.01	2,274.06		
01.04.02	EQUIPO NECESARIO IAJE DE VIGAS	dia	1.50	1,037.30	1,555.95		
	COSTO DIRECTO						28,356.06
	SUB TOTAL						28,356.06
	IGV.					18 %	5,104.09
	PRESUPUESTO TOTAL						33,460.15
Son : TREINTA Y TRES MIL CUATROCIENTOS SESENTA CON 15/100 NUEVOS SOLES							

2.2. Costo de encofrado de vigas prefabricadas caso 2

Tabla 72

Presupuesto de encofrado de vigas prefabricadas caso 02

Presupuesto de Encofrado de vigas Premezcladas caso 02						
Proyecto	ENCOFRADO DE VIGAS A NIVEL DE PISO (PREMEZCLADAS) CASO 2 TESIS					
Cliente	ODPP					
Ubicación	<< Sin Distrito >> - << Sin Provincia >> - << Sin Departamento >>					
					Costo a :	
Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal
						Total
01	ENCOFRADO DE VIGAS A NIVEL DE SUELO (PREMEZCLADAS) CASO 2					22,308.60
01.01	FONDOS DE VIGAS					8,298.87
01.01.01	TRANSPORTE DE MATERIALES COMPRADOS Y ALQUILADOS					530.00
01.01.01.01	TRANSPORTE DE TABLAS DE 1 1/2" DE ESPESOR PARA FONDOS DE VIGAS, TABLAS DE 1" PARA TAPAS Y CUARTONES PARA REFUERZO LATERAL	VJE	1.00	345.71	345.71	
01.01.01.02	TRANSPORTE DE PUNTALES TELESCÓPICOS DE 4.00 M (INCLUYE DEVOLUCIÓN DE MATERIALES ALQUILADOS)	VJE	1.00	184.29	184.29	
01.01.02	PREPARACION DE TABLAS (CORTE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL) PARA FONDOS DE VIGAS					220.17
01.01.02.01	MANO DE OBRA PARA PREPARACION DE MATERIAL DE FONDOS	DIA	1.00	165.50	165.50	
01.01.02.02	EQUIPO NECESARIO PARA PREPARACION DE MATERIAL DE FONDOS	GLB	1.00	54.67	54.67	
01.01.03	ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS PRINCIPALES VT-01 Y VL-01					5,348.51
01.01.03.01	MATERIALES PARA ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS PRINCIPALES	GLB	1.00	3,864.13	3,864.13	
01.01.03.02	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS PRINCIPALES	M2	16.16	71.85	1,161.10	
01.01.03.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE VIGAS PRINCIPALES	GLB	1.00	323.28	323.28	
01.01.04	ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS SECUNDARIAS VL-02					2,200.19
01.01.04.01	MATERIALES PARA ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS SECUNDARIAS	GLB	1.00	1,754.73	1,754.73	
01.01.04.02	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE VIGAS SECUNDARIAS	M2	5.70	78.15	445.46	
01.01.04.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE VIGAS SECUNDARIAS	GLB	1.00			
01.02	TAPAS DE VIGAS					9,891.87
01.02.01	PREPARACION DE TABLAS (CORTE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL) PARA TAPAS DE VIGAS					220.17
01.02.01.01	MANO DE OBRA PARA PREPARACION DE MATERIAL DE TAPAS	DIA	1.00	165.50	165.50	
01.02.01.02	EQUIPO NECESARIO PARA PREPARACION DE MATERIAL DE TAPAS	GLB	1.00	54.67	54.67	
01.02.02	ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES					7,413.83
01.02.02.01	MATERIALES PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES	GLB	1.00	5,896.58	5,896.58	
01.02.02.02	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES	M2	56.56	26.52	1,499.97	
01.02.02.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES	GLB	1.00	17.28	17.28	
01.02.03	ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECUNDARIAS					2,257.87
01.02.03.01	MATERIALES PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECUNDARIAS	GLB	1.00	1,817.33	1,817.33	
01.02.03.02	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECUNDARIAS	M2	15.96	26.52	423.26	
01.02.03.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECUNDARIAS	GLB	1.00	17.28	17.28	
01.03	ENCOFRADO DE FRISOS					1,045.87
01.03.01	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE FRISOS	M2	32.40	32.28	1,045.87	
01.04	IZAJE Y ASEGURAMIENTO DE VIGAS PREMEZCLADAS					3,071.99
01.04.01	MANO DE OBRA DE IZAJE Y ENSAMBLAJE DE VIGAS PREMEZCLADAS	UND	4.00	379.01	1,516.04	
01.04.02	EQUIPO NECESARIO IZAJE DE VIGAS	DIA	1.50	1,037.30	1,555.95	
COSTO DIRECTO						22,308.60
SUB TOTAL						22,308.60
IGV.						4,015.55
PRESUPUESTO TOTAL						26,324.15
Son : VEINTISEIS MIL TRESCIENTOS VEINTICUATRO CON 15/100 NUEVOS SOLES						

2.3. Resumen de costos y análisis de resultados

Teniendo ya todos los costos se procede a realizar un cuadro en el cual se consiguen todos los presupuestos, tanto de los dos casos en el método convencional como los dos casos a nivel de propuesta con vigas prefabricadas y encofrado colgante de viguetas de tal manera que se puedan resumir los costos presentados y analizar los resultados de mejor manera.

Tabla 73

Resumen comparativo de costos calculados para ambos casos de estudio con ambos métodos de encofrado

RESUMEN COMPARATIVO DE COSTOS CALCULADOS				
	ENCOFRADO CONVENCIONAL	SISTEMA PROPUESTO	ENCOFRADO CONVENCIONAL	SISTEMA PROPUESTO
	CASO DE ESTUDIO 01	CASO DE ESTUDIO 01	CASO DE ESTUDIO 02	CASO DE ESTUDIO 02
PLATAFORMA DE APOYO (FALSO PISO DE APOYO DE PUNTALES)	S/ 14,566.33	-	S/ 18,452.39	-
ENCOFRADO DE VIGAS	S/ 34,054.06	S/ 33,460.15	S/ 26,965.83	S/ 26,324.15
ENCOFRADO DE LOSAS	S/ 18,839.60	S/ 19,321.49	S/ 10,602.75	S/ 16,559.33
TOTALES	S/ 67,459.99	S/ 52,781.64	S/ 56,020.97	S/ 42,883.48
DIFERENCIA	S/ 14,678.35		S/ 13,137.49	
DIFERENCIA (%)	21.76%		23.45%	

Nota. Se observa la disminución de más del 20% para ambos casos de estudio.

Tabla 74*Resumen comparativo de costos calculados por insumos*

RESUMEN COMPARATIVO DE COSTOS CALCULADOS POR INSUMOS									
	ENCOFRADO CONVENCIONAL		SISTEMA PROPUESTO		ENCOFRADO CONVENCIONAL		SISTEMA PROPUESTO		
	CASO DE ESTUDIO 01		CASO DE ESTUDIO 01		CASO DE ESTUDIO 02		CASO DE ESTUDIO 02		
PLATAFORMA DE APOYO (FALSO PISO DE APOYO DE PUNTALES)	S/ 5,219.31	(mat)	-	(mat)	S/ 5,742.27	(mat)	-	(mat)	
	S/ 8,599.85	(m.o)		(m.o)	S/ 11,926.83	(m.o)		(m.o)	
	S/ 747.18	eq		eq	S/ 783.30	eq		eq	
ENCOFRADO DE VIGAS	S/ 20,599.20	(mat)	S/ 20,354.71	(mat)	S/ 16,470.96	(mat)	S/ 15,786.65	(mat)	
	S/ 12,548.26	(m.o)	S/ 11,020.62	(m.o)	S/ 9,706.55	(m.o)	S/ 8,030.29	(m.o)	
	S/ 906.59	eq	S/ 2,084.82	eq	S/ 788.32	eq	S/ 2,507.21	eq	
ENCOFRADO DE LOSAS	S/ 8,363.53	(mat)	S/ 1,958.80	(mat)	S/ 4,454.22	(mat)	S/ 1,931.81	(mat)	
	S/ 9,569.80	(m.o)	S/ 10,474.34	(m.o)	S/ 5,593.26	(m.o)	S/ 8,513.64	(m.o)	
	S/ 906.26	eq	S/ 6,888.34	eq	S/ 555.27	eq	S/ 6,113.88	eq	
TOTALES	S/ 67,459.99		S/ 52,781.64		S/ 56,020.97		S/ 42,883.48		

Tabla 75*Resumen comparativo de costos (insumo: material)*

RESUMEN COMPARATIVO DE COSTOS (INSUMO MATERIAL)								
	ENCOFRADO CONVENCIONAL		SISTEMA PROPUESTO		ENCOFRADO CONVENCIONAL		SISTEMA PROPUESTO	
	CASO DE ESTUDIO 01		CASO DE ESTUDIO 01		CASO DE ESTUDIO 02		CASO DE ESTUDIO 02	
PLATAFORMA DE APOYO (FALSO PISO DE APOYO DE PUNTALES)	S/ 5,219.31	(mat)	-	(mat)	S/ 5,742.27	(mat)	-	(mat)
ENCOFRADO DE VIGAS	S/ 20,599.20	(mat)	S/ 20,354.71	(mat)	S/ 16,470.96	(mat)	S/ 15,786.65	(mat)
ENCOFRADO DE LOSAS	S/ 8,363.53	(mat)	S/ 1,958.80	(mat)	S/ 4,454.22	(mat)	S/ 1,931.81	(mat)
TOTALES	S/ 34,182.04		S/ 22,313.51		S/ 26,667.45		S/ 17,718.47	
DIFERENCIA	S/ 11,868.53				S/ 8,948.98			
DIFERENCIA (%)	34.72%				33.56%			

*de reducción de costos**de reducción de costos*

Tabla 76

Resumen comparativo de costos calculados (insumo: mano de obra)

RESUMEN COMPARATIVO DE COSTOS CALCULADOS INSUMO MANO DE OBRA								
	ENCOFRADO CONVENCIONAL		SISTEMA PROPUESTO		ENCOFRADO CONVENCIONAL		SISTEMA PROPUESTO	
	CASO DE ESTUDIO 01		CASO DE ESTUDIO 01		CASO DE ESTUDIO 02		CASO DE ESTUDIO 02	
PLATAFORMA DE APOYO (FALSO PISO DE APOYO DE PUNTALES)	S/ 8,599.85	(m.o)	(m.o)		S/ 11,926.83	(m.o)	(m.o)	
ENCOFRADO DE VIGAS	S/ 12,548.26	(m.o)	S/ 11,020.62	(m.o)	S/ 9,706.55	(m.o)	S/ 8,030.29	(m.o)
ENCOFRADO DE LOSAS	S/ 9,569.80	(m.o)	S/ 10,474.34	(m.o)	S/ 5,593.26	(m.o)	S/ 8,513.64	(m.o)
TOTALES	S/ 30,717.91		S/ 21,494.96		S/ 27,226.64		S/ 16,543.93	
DIFERENCIA	S/ 9,222.95				S/ 10,682.71			
DIFERENCIA (%)	30.02%				39.24%			
	de reducción de costos				de reducción de costos			

Tabla 77

Resumen comparativo de costos calculados (insumo: equipo)

RESUMEN COMPARATIVO DE COSTOS CALCULADOS INSUMO EQUIPO								
	ENCOFRADO CONVENCIONAL		SISTEMA PROPUESTO		ENCOFRADO CONVENCIONAL		SISTEMA PROPUESTO	
	CASO DE ESTUDIO 01		CASO DE ESTUDIO 01		CASO DE ESTUDIO 02		CASO DE ESTUDIO 02	
PLATAFORMA DE APOYO (FALSO PISO DE APOYO DE PUNTALES)	S/ 747.18	eq	eq	S/ 783.30	eq	eq		
ENCOFRADO DE VIGAS	S/ 906.59	eq	S/ 2,084.82	eq	S/ 788.32	eq	S/ 2,507.21	eq
ENCOFRADO DE LOSAS	S/ 906.26	eq	S/ 6,888.34	eq	S/ 555.27	eq	S/ 6,113.88	eq
TOTALES	S/ 2,560.03		S/ 8,973.17		S/ 2,126.89		S/ 8,621.08	
DIFERENCIA	S/ 6,413.13				S/ 6,494.19			
DIFERENCIA (%)	71.47%				75.33%			
	de costo adicional				de costo adicional			

CONCLUSIONES

- Se realizó el análisis comparativo entre el proceso convencional del encofrado de vigas peraltadas y losas aligeradas y el proceso de vigas prefabricadas y encofrado colgante de viguetas en edificaciones con entresijos de doble altura y se validó que el procedimiento propuesto (vigas prefabricadas y encofrados colgantes) reduce de manera considerable los riesgos residuales de las actividades de encofrados en altura (de intolerables a importantes); además, representa una reducción en los costos de ejecución de 21.76% y 23.45% para los casos 1 y 2, respectivamente.
- Se analizó el procedimiento convencional del encofrado de vigas peraltadas y losas aligeradas en entresijos de doble altura y se identificaron como puntos críticos la seguridad (riesgos) y la cantidad de materiales necesarios para su ejecución. Estos resultados se reflejaron en las figuras de grado de riesgo residual del sistema convencional y del sistema propuesto, así como en las tablas de resumen comparativo de costos por insumos, donde en mano de obra se reducen los costos 30.02% y 39.24% para los casos 1 y 2; y, en materiales 34.72% y 33.56% para los mismos.
- Se utilizó el método ASD (“Allowable Stress Design”) para validar el sistema de encofrado colgante de viguetas propuesto, y se diseñaron componentes versátiles y capaces de implementarse en la ejecución de una obra de las características analizadas. Dicha implementación tendrá como consecuencia un beneficio en cuanto a los rendimientos, ahorro de materiales y seguridad del personal.
- Se concluye que la propuesta con encofrados colgantes de viguetas comprendería un beneficio global para los sistemas constructivos de la localidad de Arequipa, comprendiendo materiales y procesos de producción de sus componentes (ensamblaje) conocidos, conformando un sistema innovador que permitirá además agilizar la cadena general de producción con las actividades vinculadas como vaciados, desencofrados y armados de acero.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar futuras investigaciones en base al presente estudio, realizando modelos a escala tanto para el sistema propuesto como para sistemas alternativos de uso de encofrados colgantes no solamente con vigas prefabricadas, sino también con vigas de “media alma vaciada” aplicando diferentes puentes de adherencia entre concretos de diferentes edades, de tal manera que se pueda corroborar parámetros importantes como el comportamiento elástico de la estructura, las deflexiones y los nudos o conexiones viga – encofrado colgante.
- Se recomienda a la comunidad de estudio a profundizar en el uso de los encofrados colgantes de viguetas diseñados y su aplicación en losas de entrepisos de altura simple para evaluar sus beneficios y aplicabilidad en todas las edificaciones sin excepción, teniendo como precedente la versatilidad de los procesos constructivos en los vaciados de techos y la tecnología que se puede aplicar a los mismos (uso de aditivos, vaciado parcial de alma de vigas, entre otros)
- Se recomienda también desarrollar en base al presente estudio, sistemas de encofrados colgantes de aplicación variada, para diferentes tipos de edificaciones y alturas de entrepiso, los cuales deberían tener la misma tendencia de mejorar la productividad de los procesos comparados con los procesos convencionales.
- Evaluar la sostenibilidad y afectación al medio ambiente en cuanto al uso de la madera como encofrado, es un tema pendiente de estudio para futuros investigadores, puesto que para cada edificación diferente hay un gran porcentaje de material de encofrado no recuperable, viendo como antecedente la escasez actual de un tipo de madera que hace no mucho tiempo se utilizaba en exceso como lo es la madera tornillo.

REFERENCIAS

- 360 En Concreto. (s.f.). <https://360enconcreto.com>. Obtenido de <https://360enconcreto.com/blog/detalle/elige-el-concreto-adecuado-para-vaciar-en-obra/>
- ACEROS AREQUIPA. (s.f.). <https://www.construyendoseguro.com>. Obtenido de <https://www.construyendoseguro.com/conoce-mas-acerca-del-acero-de-refuerzo/>
- Arqhys Arquitectura. (Enero de 2023). www.arqhys.com. Obtenido de <https://www.arqhys.com/arquitectura/concreto-armado.html>
- Arqhys Construcción. (Enero de 2023). <https://www.arqhys.com>. Obtenido de <https://www.arqhys.com/construccion/elasticos-materiales.html>
- Arqhys.com. (Febrero de 2023). <https://www.arqhys.com>. Obtenido de <https://www.arqhys.com/casas/concreto-simple-reforzado.html>
- Barroso, D. (2019). *Diseño Estructural y Análisis Económico comparativo entre encofrado tradicional de columnas y un encofrado alternativo basado en la presión que ejerce el concreto*. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo.
- Bedriñana, L. (2021). *Recomendaciones técnicas para el diseño de estructuras emulativas de concreto prefabricado para edificios en zonas sísmicas*. Lima: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la construcción SENSICO.
- Botero, L. (2002). Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. *Universidad EAFIT*, 10-21.
- Canciani, J., Cej, C., Albanense, C., & Salomone, C. (2009). <https://es.slideshare.net>. Obtenido de <https://es.slideshare.net/ebertbellido/materiales-estructurales-36556023>
- CONSTRUMATICA (Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción). (29 de Noviembre de 2021). <https://www.construmatica.com>. Obtenido de https://www.construmatica.com/construpedia/Ventajas_y_Desventajas_de_la_Construccion_de_Concreto_Prefabricado
- D'Amico, A., Valera, X., & Rosario, M. (21 de Marzo de 2017). issuu.com. Obtenido de https://issuu.com/antonio_dv/docs/sistemas_estructurales
- Diccionario de Arquitectura y Construcción. (16 de Mayo de 2022). <https://www.parro.com.ar>. Obtenido de <https://www.parro.com.ar/definicion-de-carga-permanente>
- Encofrados.org. (s.f.). <https://encofrados.org>. Obtenido de <https://encofrados.org/10-tipos-de-encofrados-utilizados-en-la-construccion/>
- Ingenio Empresa. (19 de Diciembre de 2015). <https://www.ingenioempresa.com>. Obtenido de <https://www.ingenioempresa.com/metodo-delphi/>
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial INTI - Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles CIRSOC. (2005). *Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón*. Buenos Aires: INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL INTI.
- MAFRESA. (16 de Octubre de 2021). <https://mafresa.es>. Obtenido de <https://mafresa.es/construccion-y-encofrado/madera-para-encofrar-tipos-y-recomendaciones/>

- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2009). *Norma Técnica de Edificación E.060 CONCRETO ARMADO*. Lima: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (4 de Noviembre de 2021). <https://www.gob.pe>. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Montezuma, G. (1 de Febrero de 2015). *issuu.com*. Obtenido de https://issuu.com/gheorghemontezuma/docs/sistemas_estructurales
- OSALAN. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales. (2007). *Guía práctica de encofrados*. Bizkaia: OSALAN. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales.
- Perca, A. (2015). *Estudio y analisis costo-beneficio de la aplicación de elementos prefabricados de concreto en el casco estructural del proyecto "Tottus Guipor"*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- PSI. (15 de Mayo de 2020). <https://psiconcreto.com>. Obtenido de <https://psiconcreto.com/concreto-premezclado-beneficios-suministro/>
- Quintana, L. (12 de Mayo de 2020). <https://www.inesa-tech.com>. Obtenido de <https://www.inesa-tech.com/blog/industrializacion-construccion-building-information-modeling>
- Ramos, M. (2002). *Análisis Técnico y Económico de Losas de Entrepiso*. Piura: Universidad de Piura.
- Remolina, A., & Polanco, L. (2014). Estudio de rendimientos para las actividades estructura y mampostería para un proyecto de construcción en el campus de la UPB. *Prospectiva*, 105-112.
- Sanabria, B. (2017). *Análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicional y prefabricado de losas de entrepiso para edificaciones de hasta 4 niveles*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Silva, O. (2022). <https://360enconcreto.com>. Obtenido de <https://360enconcreto.com/blog/detalle/sistema-portico-estructuras-concreto/>
- Souza, E. (21 de Noviembre de 2020). www.archdaily.pe. Obtenido de <https://www.archdaily.pe/pe/951606/ventajas-y-desventajas-de-la-mamposteria-estructural#:~:text=En%20pocas%20palabras%2C%20es%20un,manera%20que%20se%20vuelven%20autoportantes>.
- Termiser. (5 de Junio de 2018). <https://www.termiser.com>. Obtenido de <https://www.termiser.com/encofrado-en-construccion-que-es/>
- Torin, C. (Junio de 2014). <https://es.slideshare.net>. Obtenido de <https://es.slideshare.net/Torincho/sistema-estrutural>
- Valdez, L. (2015). *Estudio de la adherencia en la unión de hormigón nuevo con hormigón viejo en vigas de hormigón sometidas a flexión*. Tarija: Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.
- Vásquez, D. (2017). *Proceso de producción de losas aligeradas bajo el enfoque de lean construction, Cajamarca 2017*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.

ANEXOS

Anexo 1

APUs de presupuesto de plataforma de encofrado convencional caso 1

Análisis de Costos Unitarios

Proyecto PLATAFORMA CASO DE ESTUDIO 1 TESIS
Sub Presupuesto 01 - PLATAFORMA CASO 1
Cliente ODPD
Ubicación << Sin Distrito >> - << Sin Provincia >> - << Sin Departamento >>

Costo a :

Partida 01.01.01	TRANSPORTE DE SOLERAS PARA ARMADO DE PLATAFORMA (INCLUYE DEVOLUCIÓN DE MATERIALES /					Rend:	4.0000 VJE/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.2000	27.67	5.53	
47 07453	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	1.000	2.0000	25.15	50.30	
47 00009	PEON	HH	2.000	4.0000	17.92	71.68	
						127.51	
Materiales							
53 06209	PETROLEO DIESEL	gal		1.5000	15.25	22.88	
						22.88	
Equipo							
00 07452	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2 TONELADAS)	H	1.000	2.0000	16.95	33.90	
						33.90	
Costo Unitario por VJE :						184.29	

Partida 01.01.02	TRANSPORTE DE PUNTALES TELESCÓPICOS DE 3.00 M (INLUYE DEVOLUCIÓN DE MATERIALES ALQUILADOS)					Rend:	3.0000 VJE/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.2667	27.67	7.38	
47 07453	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	1.000	2.6667	25.15	67.07	
47 00009	PEON	HH	2.000	5.3333	17.92	95.57	
						170.02	
Materiales							
53 06209	PETROLEO DIESEL	gal		1.5000	15.25	22.88	
						22.88	
Equipo							
00 07452	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2 TONELADAS)	H	1.000	2.6667	16.95	45.20	
						45.20	
Costo Unitario por VJE :						238.10	

Partida 01.01.03	TRANSPORTE DE TABLAS PARA CONFORMACIÓN DE PLATAFORMA					Rend:	4.0000 VJE/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.2000	27.67	5.53	
47 07453	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	1.000	2.0000	25.15	50.30	
47 00009	PEON	HH	2.000	4.0000	17.92	71.68	
						127.51	
Materiales							
53 06209	PETROLEO DIESEL	gal		1.5000	15.25	22.88	
						22.88	
Equipo							
00 07452	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2 TONELADAS)	H	1.000	2.0000	16.95	33.90	
						33.90	
Costo Unitario por VJE :						184.29	

Partida	01.02.01	MATERIALES PARA ARMAZON DE PLATAFORMA DE "FALSO PISO" CON SOLERAS INCLUYE APUNTALAMIENTO Y TRABAJO DE ANDAMIAJE	Rend:	41.8000	GLB/DIA		
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Materiales					
	02 07456	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	KG		5.0700	4.66	23.63
	43 07455	ALQUILER DE SOLERAS DE BASE DE ENTABLADO L=3.00 m	UND		15.0000	60.00	900.00
	43 07454	ALQUILER DE SOLERAS DE BASE DE ENTABLADO L=4.00 m	UND		30.0000	60.00	1,800.00
							2,723.63
					Costo Unitario por GLB :		2,723.63

Partida	01.02.02	MANO DE OBRA DE ARMAZON DE PLATAFORMA DE "FALSO PISO" CON SOLERAS INCLUYE APUNTALAM	Rend:	41.8000	M2/DIA		
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0191	27.67	0.53
	47 00007	OPERARIO	HH	4.000	0.7656	25.15	19.25
	47 00009	PEON	HH	2.000	0.3828	17.92	6.86
							26.64
					Costo Unitario por M2 :		26.64

Partida	01.02.03	EQUIPO NECESARIO PARA ARMAZON DE PLATAFORMA "FALSO PISO" DE APOYO	Rend:	1.0000	GLB/DIA		
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Equipo					
	37 07459	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	3.000	3.0000	8.47	25.41
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	377.91	7.56
	48 07457	ALQUILER DE PUNTALES TELESCOPICOS 2" LONGITUD EXPANDIDO 3.0	UND		235.0000	1.50	352.50
							385.47
					Costo Unitario por GLB :		385.47

Partida	01.03.01	MATERIALES PARA PARA ENTABLADO DE PLATAFORMA TIPO FALSO PISO	Rend:	83.6000	GLB/DIA		
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Materiales					
	02 00264	CLAVOS CON CABEZA DE 4"	KG		18.3300	4.66	85.42
	43 07460	ALQUILER DE TABLAS DE 8" DE ANCHO LARGO = 3.80 M ESPESOR= 1"	UND		132.0000	10.17	1,342.44
							1,427.86
					Costo Unitario por GLB :		1,427.86

Partida	01.03.02	MANO DE OBRA DE ENTABLADO DE PLATAFORMA INFERIOR DE VIGAS	Rend:	62.7000	M2/DIA		
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0128	27.67	0.35
	47 00007	OPERARIO	HH	4.000	0.5104	25.15	12.84
	47 00009	PEON	HH	2.000	0.2552	17.92	4.57
							17.76
					Costo Unitario por M2 :		17.76

Partida	01.03.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENTABLADO DE PLATAFORMA "FALSO PISO" DE APOYO	Rend:	1.0000	GLB/DIA		
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Equipo					
	37 07459	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	1.500	1.5000	8.47	12.71
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	12.71	0.25
							12.96
					Costo Unitario por GLB :		12.96

Partida	01.04.01	MATERIALES NECESARIOS PARA ARRIOSTRAMIENTO	Rend:	83.6000	GLB/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Materiales					
02 00117	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG		5.0500	5.51	27.83
02 07461	RIELES RIGIDIZADORES DE ARRIOSTRE DE 3.50 m (CONSIDERANDO NÚMERO DE USOS)	UND		13.0000	1.84	23.92
						51.75
				Costo Unitario por GLB :		51.75
Partida	01.04.02	MANO DE OBRA PARA ARRIOSTRAMIENTO CON "RIGIDIZADORES"	Rend:	20.9000	M2/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0383	27.67	1.06
47 00009	PEON	HH	2.000	0.7656	17.92	13.72
						14.78
				Costo Unitario por M2 :		14.78
Partida	01.04.03	EQUIPO NECESARIO PARA ARRIOSTRAMIENTO DE PAÑO CON POSIBLE DESLIZAMIENTO	Rend:	1.0000	GLB/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Equipo					
37 07459	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	1.000	1.0000	8.47	8.47
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	8.47	0.17
						8.64
				Costo Unitario por GLB :		8.64
Partida	01.05.01	MANO DE OBRA PARA ARRIOSTRAMIENTO DE TODO EL APUNTALAMIENTO DE LA PLATAFORMA INFERIOR	Rend:	150.0000	M2/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0053	27.67	0.15
47 00009	PEON	HH	3.000	0.1600	17.92	2.87
						3.02
				Costo Unitario por M2 :		3.02
Partida	01.05.02	MATERIALES NECESARIOS PARA ARRIOSTRAMIENTO CON ACERO DE CONSTRUCCION	Rend:	83.6000	GLB/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Materiales					
02 00123	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG		15.0000	5.51	82.65
						82.65
				Costo Unitario por GLB :		82.65

Anexo 2

Listado total de insumos plataforma caso 1 convencional

Listado Total de Insumos Plataforma caso 1 - Convencional

Proyecto PLATAFORMA CASO DE ESTUDIO 1 TESIS

Cliente ODPP

Ubicación << Sin Distrito >> - << Sin Provincia >> - << Sin Departamento >>

Costo a :

IU	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						
47	00006	CAPATAZ	HH	7.38	27.67	204.20
47	07453	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	13.33	25.15	335.25
47	00007	OPERARIO	HH	160.00	25.15	4,024.00
47	00009	PEON	HH	152.04	17.92	2,724.56
						7,288.01
MATERIALES						
02	00123	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG	15.00	5.51	82.65
02	00117	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG	5.05	5.51	27.83
02	00264	CLAVOS CON CABEZA DE 4"	KG	18.33	4.66	85.42
02	07456	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	KG	5.07	4.66	23.63
02	07461	RIELES RIGIDIZADORES DE ARRIOSTRE DE 3.50 m (CONSIDERANDO NÚMERO DE USOS)	UND	13.00	1.84	23.92
43	07455	ALQUILER DE SOLERAS DE BASE DE ENTABLADO L=3.00 m	UND	15.00	60.00	900.00
43	07454	ALQUILER DE SOLERAS DE BASE DE ENTABLADO L=4.00 m	UND	30.00	60.00	1,800.00
43	07460	ALQUILER DE TABLAS DE 8" DE ANCHO LARGO = 3.80 M ESPESOR= 1"	UND	132.00	10.17	1,342.44
53	06209	PETROLEO DIESEL	gal	9.00	15.25	137.25
						4,423.14
EQUIPO						
00	07452	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2 TONELADAS)	H	13.33	16.95	225.94
37	07459	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	5.50	8.47	46.59
37	00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ			8.17
48	07457	ALQUILER DE PUNTALES TELESCOPICOS 2" LONGITUD EXPANDIDO 3.00 m	UND	235.00	1.50	352.50
						633.20
COSTO DIRECTO						12,344.35
SUB TOTAL						12,344.35
IGV.						2,221.98
PRESUPUESTO TOTAL						14,566.33

Son : CATORCE MIL QUINIENTOS SESENTA Y SEIS CON 33/100 NUEVOS SOLES

Anexo 3

APUs de encofrado de vigas método convencional caso de estudio 1

Análisis de Costos Unitarios

Proyecto	ENCOFRADO DE VIGAS CASO 1 TESIS
Sub Presupuesto	01 - VIGAS CASO 1
Cliente	ODPP
Ubicación	<< Sin Distrito >> - << Sin Provincia >> - << Sin Departamento >>
Costo a :	Marzo - 2023

Partida 01.01.01.01	TRANSPORTE DE TABLAS DE 1 1/2" DE ESPESOR PARA FONDOS DE VIGAS, TABLAS DE 1" PARA TAPAS Y CUARTONES PARA REFUERZO LATERAL	Rend:	2.0000 VJE/DIA
----------------------------	---	--------------	----------------

Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.4000	27.67
47 07453	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	1.000	4.0000	25.15
47 00009	PEON	HH	2.000	8.0000	17.92
					143.36
					255.03
Materiales					
53 06209	PETROLEO DIESEL	gal	1.5000	15.25	22.88
					22.88
Equipo					
00 07452	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2 TONELADAS)	H	1.000	4.0000	16.95
					67.80
					67.80
Costo Unitario por VJE :					345.71

Partida 01.01.01.02	TRANSPORTE DE PUNTALES TELESCÓPICOS DE 4.00 M (INCLUYE DEVOLUCIÓN DE MATERIALES ALQUILADOS)	Rend:	4.0000 VJE/DIA
----------------------------	---	--------------	----------------

Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.2000	27.67
47 07453	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	1.000	2.0000	25.15
47 00009	PEON	HH	2.000	4.0000	17.92
					71.68
					127.51
Materiales					
53 06209	PETROLEO DIESEL	gal	1.5000	15.25	22.88
					22.88
Equipo					
00 07452	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2 TONELADAS)	H	1.000	2.0000	16.95
					33.90
					33.90
Costo Unitario por VJE :					184.29

Partida 01.01.02.01	MANO DE OBRA PARA PREPARACION DE MATERIAL DE FONDOS	Rend:	1.0000 DIA/DIA
----------------------------	---	--------------	----------------

Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.8000	27.67
47 00009	PEON	HH	1.000	8.0000	17.92
					143.36
					165.50
Costo Unitario por DIA :					165.50

Partida 01.01.02.02	EQUIPO NECESARIO PARA PREPARACION DE MATERIAL DE FONDOS	Rend:	1.0000 GLB/DIA
----------------------------	---	--------------	----------------

Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Equipo					
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ	2.0000	53.60	1.07
48 05214	SIERRA CIRCULAR ELECTRICA	HM	1.000	8.0000	6.70
					54.67
Costo Unitario por GLB :					54.67

Partida 01.01.03.01 MATERIALES PARA ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS PRINCIPALES **Rend:** 1.0000 GLB/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales					
02 00117	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG	9.0000	4.66	41.94
02 07456	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	KG	7.5500	4.66	35.18
43 07462	SUMINISTRO DE CUARTONES DE 2" X 3" L=3.0	UND	15.0000	31.78	476.70
43 07465	SUMINISTRO DE TABLAS DE 18" DE ANCHO LARGO = 3.00 M ESPESOR= 1 1/2"	UND	15.0000	247.50	3,712.50
43 07464	SUMINISTRO DE TABLAS DE 18" DE ANCHO L	UND	2.0000	225.00	450.00
					4,716.32
Costo Unitario por GLB :					4,716.32

Partida 01.01.03.02 MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS PRINCIPALES **Rend:** 10.1000 M2/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0792	2.19
47 00007	OPERARIO	HH	4.000	3.1683	79.68
47 00009	PEON	HH	2.000	1.5842	28.39
					110.26
Costo Unitario por M2 :					110.26

Partida 01.01.03.03 EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE VIGAS PRINCIPALES **Rend:** 1.0000 GLB/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Equipo					
37 07459	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CC	DIA	2.000	2.0000	8.47
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ	2.0000	366.94	7.34
48 07463	ALQUILER DE PUNTALES TELESCOPICOS 2" LONGITUD EXPANDIDO 4.00 m	UND	175.0000	2.00	350.00
					374.28
Costo Unitario por GLB :					374.28

Partida 01.01.04.01 MATERIALES PARA ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS SECUNDARIAS **Rend:** 1.0000 GLB/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales					
02 00117	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG	4.9000	4.66	22.83
02 07456	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	KG	2.5900	4.66	12.07
43 07462	SUMINISTRO DE CUARTONES DE 2" X 3" L=3.00 m	UND	9.0000	31.78	286.02
43 07466	SUMINISTRO DE TABLAS DE 12" DE ANCHO LARGO = 3.00 M ESPESOR= 1 1/2"	UND	14.0000	112.50	1,575.00
					1,895.92
Costo Unitario por GLB :					1,895.92

Partida 01.01.04.02 MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE VIGAS SECUNDARIAS **Rend:** 9.5000 M2/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0842	2.33
47 00007	OPERARIO	HH	4.000	3.3684	84.72
47 00009	PEON	HH	2.000	1.6842	30.18
					117.23
Costo Unitario por M2 :					117.23

Partida 01.01.04.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE VIGAS SECUNDARIAS					Rend:	1.0000 GLB/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
	Equipo						
37 07459	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CC	DIA	2.000	2.0000	8.47	16.94	
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	136.94	2.74	
48 07463	ALQUILER DE PUNTALES TELESCOPICOS 2" LONGITUD EXPANDIDO 4.00 m	UND		60.0000	2.00	120.00	
						139.68	
Costo Unitario por GLB :						139.68	
Partida 01.02.01.01	MANO DE OBRA PARA PREPARACION DE MATERIAL DE TAPA					Rend:	1.0000 DIA/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
	Mano de Obra						
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.8000	27.67	22.14	
47 00009	PEON	HH	1.000	8.0000	17.92	143.36	
						165.50	
Costo Unitario por DIA :						165.50	
Partida 01.02.01.02	EQUIPO NECESARIO PARA PREPARACION DE MATERIAL DE TAPA					Rend:	1.0000 GLB/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
	Equipo						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	53.60	1.07	
48 05214	SIERRA CIRCULAR ELECTRICA	HM	1.000	8.0000	6.70	53.60	
						54.67	
Costo Unitario por GLB :						54.67	
Partida 01.02.02.01	MATERIALES PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES					Rend:	1.0000 GLB/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
	Materiales						
02 07456	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	KG		4.3200	4.66	20.13	
02 07470	ESPARRAGO DE 5/8" CON DOS TUERCAS DE PLATO	UND		140.0000	0.59	82.60	
02 07469	RIELES RIGIDIZADORES DE ARRIOSTRE DE 1.50 m (CONSIDERANDO NÚMERO DE USOS)	UND		140.0000	0.79	110.60	
43 07462	SUMINISTRO DE CUARTONES DE 2" X 3" L=3.00 m	UND		29.0000	31.78	921.62	
43 07467	SUMINISTRO DE TABLAS DE 12" DE ANCHO LARGO = 3.00 M ESPESOR=1" PARA TAPAS	UND		75.0000	75.00	5,625.00	
43 07468	SUMINISTRO DE TABLAS DE 12" DE ANCHO LARGO = 3.30 M ESPESOR=1" PARA TAPAS	UND		9.0000	82.50	742.50	
						7,502.45	
Costo Unitario por GLB :						7,502.45	
Partida 01.02.02.02	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES					Rend:	28.0000 M2/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
	Mano de Obra						
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0286	27.67	0.79	
47 00007	OPERARIO	HH	4.000	1.1429	25.15	28.74	
47 00009	PEON	HH	2.000	0.5714	17.92	10.24	
						39.77	
Costo Unitario por M2 :						39.77	
Partida 01.02.02.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES					Rend:	1.0000 GLB/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
	Equipo						
37 07459	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CC	DIA	2.000	2.0000	8.47	16.94	
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	16.94	0.34	
						17.28	
Costo Unitario por GLB :						17.28	

Partida 01.02.03.01	MATERIALES PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECUNE				Rend:	1.0000 GLB/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Materiales					
02 07456	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	KG	4.3200	4.66	20.13	
02 07470	ESPARRAGO DE 5/8" CON DOS TUERCAS DE PLATO	UND	100.0000	0.59	59.00	
02 07469	RIELES RIGIDIZADORES DE ARRIOSTRE DE 1.50 m (CONSIDERANDO NÚMERO DE USOS)	UND	140.0000	0.79	110.60	
43 07462	SUMINISTRO DE CUARTONES DE 2" X 3" L=3.00 m	UND	11.0000	31.78	349.58	
43 07467	SUMINISTRO DE TABLAS DE 12" DE ANCHO LARGO = 3.00 M ESPESOR=1" PARA TAPAS	UND	34.0000	75.00	2,550.00	
					3,089.31	
Costo Unitario por GLB :					3,089.31	
Partida 01.02.03.02	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECU				Rend:	28.0000 M2/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0286	0.79	
47 00007	OPERARIO	HH	4.000	1.1429	28.74	
47 00009	PEON	HH	2.000	0.5714	10.24	
					39.77	
Costo Unitario por M2 :					39.77	
Partida 01.02.03.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SI				Rend:	1.0000 GLB/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Equipo					
37 07459	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CO	DIA	2.000	2.0000	8.47	
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ	2.0000	16.94	0.34	
					17.28	
Costo Unitario por GLB :					17.28	
Partida 01.03.01	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE FRISOS				Rend:	23.0000 M2/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0348	0.96	
47 00007	OPERARIO	HH	4.000	1.3913	34.99	
47 00009	PEON	HH	2.000	0.6957	12.47	
					48.42	
Costo Unitario por M2 :					48.42	
Partida 01.04.01	MANO DE OBRA PARA ARRIOSTRAMIENTO ESPECIAL EN VIGA				Rend:	30.0000 M/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0267	0.74	
47 00009	PEON	HH	3.000	0.8000	14.34	
					15.08	
Costo Unitario por M :					15.08	
Partida 01.04.02	MATERIALES PARA ARRIOSTRAMIENTO ESPECIAL PERPENDIC				Rend:	1.0000 GLB/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Materiales					
02 07472	PERNOS HEXAGONALES DE 3/8" x 6"	PZA	24.0000	1.83	43.92	
02 07469	RIELES RIGIDIZADORES DE ARRIOSTRE DE 1.50 m (CONSIDERANDO NÚMERO DE USOS)	UND	140.0000	0.79	110.60	
02 07471	RIELES RIGIDIZADORES DE ARRIOSTRE DE 3.00 m (CONSIDERANDO NÚMERO DE USOS)	UND	6.0000	1.58	9.48	
02 07475	TUERCA HEXAGONAL H/C DE 3/8"	UND	24.0000	0.08	1.92	
02 07473	VOLANDA O ARANDELA PLANA DE 1/2"	UND	64.0000	0.21	13.44	
02 07474	VOLANDA O ARANDELA PLANA DE 7/8"	UND	48.0000	0.58	27.84	
					207.20	
Costo Unitario por GLB :					207.20	
Partida 01.04.03	EQUIPO NECESARIO PARA ARRIOSTRAMIENTO ESPECIAL PERF				Rend:	1.0000 GLB/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Equipo					
37 07459	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CO	DIA	1.000	1.0000	8.47	
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ	2.0000	8.47	0.17	
					8.64	
Costo Unitario por GLB :					8.64	

Anexo 4

Listado de insumos encofrado de vigas caso 1 – convencional

Listado Total de Insumos encofrado de vigas caso 1 -convencional

Proyecto	ENCOFRADO DE VIGAS CASO 1 TESIS				
Cliente	ODPP				
Ubicación	<< Sin Distrito >> - << Sin Provincia >> - << Sin Departamento >>				
					Costo a :
IU Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
<u>MANO DE OBRA</u>					
47 00006	CAPATAZ	HH	9.68	27.67	267.85
47 07453	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	6.00	25.15	150.90
47 00007	OPERARIO	HH	275.18	25.15	6,920.78
47 00009	PEON	HH	183.85	17.92	3,294.59
					10,634.12
<u>MATERIALES</u>					
02 00117	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG	13.90	4.66	64.77
02 07456	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	KG	18.78	4.66	87.51
02 07470	ESPARRAGO DE 5/8" CON DOS TUERCAS DE PLATO	UND	240.00	0.59	141.60
02 07472	PERNOS HEXAGONALES DE 3/8" x 6"	PZA	24.00	1.83	43.92
02 07469	RIELES RIGIDIZADORES DE ARRIOSTRE DE 1.50 m (CONSIDERANDO NÚMERO DE USOS)	UND	420.00	0.79	331.80
02 07471	RIELES RIGIDIZADORES DE ARRIOSTRE DE 3.00 m (CONSIDERANDO NÚMERO	UND	6.00	1.58	9.48
02 07475	TUERCA HEXAGONAL H/C DE 3/8"	UND	24.00	0.08	1.92
02 07473	VOLANDA O ARANDELA PLANA DE 1/2"	UND	64.00	0.21	13.44
02 07474	VOLANDA O ARANDELA PLANA DE 7/8"	UND	48.00	0.58	27.84
43 07462	SUMINISTRO DE CUARTONES DE 2" X 3" L=3.00 m	UND	64.00	31.78	2,033.92
43 07466	SUMINISTRO DE TABLAS DE 12" DE ANCHO LARGO = 3.00 M ESPESOR= 1 1/2"	UND	14.00	112.50	1,575.00
43 07467	SUMINISTRO DE TABLAS DE 12" DE ANCHO LARGO = 3.00 M ESPESOR=1" PARA TAPAS	UND	109.00	75.00	8,175.00
43 07468	SUMINISTRO DE TABLAS DE 12" DE ANCHO LARGO = 3.30 M ESPESOR=1" PARA TAPAS	UND	9.00	82.50	742.50
43 07465	SUMINISTRO DE TABLAS DE 18" DE ANCHO LARGO = 3.00 M ESPESOR= 1 1/2"	UND	15.00	247.50	3,712.50
43 07464	SUMINISTRO DE TABLAS DE 18" DE ANCHO LARGO = 3.30 M ESPESOR= 1 1/2"	UND	2.00	225.00	450.00
53 06209	PETROLEO DIESEL	gal	3.00	15.25	45.75
					17,456.95
<u>EQUIPO</u>					
00 07452	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2 TONELADAS)	H	6.00	16.95	101.70
37 07459	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	9.00	8.47	76.23
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ			13.17
48 07463	ALQUILER DE PUNTALES TELESCOPICOS 2" LONGITUD EXPANDIDO 4.00 m	UND	235.00	2.00	470.00
48 05214	SIERRA CIRCULAR ELECTRICA	HM	16.00	6.70	107.20
					768.30
COSTO DIRECTO					28,859.37
SUB TOTAL					28,859.37
IGV.					18 % 5,194.69
PRESUPUESTO TOTAL					34,054.06

Son : TREINTA Y CUATRO MIL CINCUENTA Y CUATRO CON 06/100 NUEVOS SOLES

Anexo 5

APUs de encofrado de losas método convencional caso de estudio 1

Análisis de Costos Unitarios

Proyecto	LOSAS CASO DE ESTUDIO 1 TESIS				
Sub Presupuesto	01 - LOSAS CASO 1				
Cliente	ODPP				
Ubicación	<< Sin Distrito >> - << Sin Provincia >> - << Sin Departamento >>				
					Costo a :
Partida 01.01.01	TRANSPORTE DE SOLERAS PARA APOYO DE TABLAS DE ALIGERADO, TABLAS DE ALIGERADO Y PUNTALES DE 4.00 m(incluye devolución)				Rend: 4.0000 VJE/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.2000	27.67
47 07453	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	1.000	2.0000	25.15
47 00009	PEON	HH	2.000	4.0000	17.92
					127.51
Materiales					
53 06209	PETROLEO DIESEL	gal	1.5000	15.25	22.88
					22.88
Equipo					
00 07452	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2 TONELADAS)	H	1.000	2.0000	16.95
					33.90
Costo Unitario por VJE :					184.29
Partida 01.01.02	TRANSPORTE DE PUNTALES DE EUCALIPTO DE 5.00m				Rend: 3.0000 VJE/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.2667	27.67
47 07453	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	1.000	2.6667	25.15
47 00009	PEON	HH	2.000	5.3333	17.92
					170.02
Materiales					
53 06209	PETROLEO DIESEL	gal	1.5000	15.25	22.88
					22.88
Equipo					
00 07452	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2 TONELADAS)	H	1.000	2.6667	16.95
					45.20
Costo Unitario por VJE :					238.10
Partida 01.02.01	MATERIALES PARA ARMAZON DE PLATAFORMA DE APOYO D				Rend: 41.8000 GLB/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales					
02 07456	CLA VOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	KG	13.4900	4.66	62.86
43 07455	ALQUILER DE SOLERAS DE BASE DE ENTABLADO L=3.00 m	UND	25.0000	60.00	1,500.00
43 07454	ALQUILER DE SOLERAS DE BASE DE ENTABLADO L=4.00 m	UND	50.0000	60.00	3,000.00
43 07477	PUNTAL DE EUCALIPTO DE 8"x5m	UND	30.0000	25.00	750.00
					5,312.86
Costo Unitario por GLB :					5,312.86
Partida 01.02.02	MANO DE OBRA DE ARMAZON DE SOLERAS				Rend: 69.6667 M2/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0115	27.67
47 00007	OPERARIO	HH	4.000	0.4593	25.15
47 00009	PEON	HH	2.000	0.2297	17.92
					15.99
Costo Unitario por M2 :					15.99

Partida 01.02.03	EQUIPO NECESARIO PARA ARMAZON DE SOLERAS PARA ENTABLADO				Rend:	1.0000 GLB/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Equipo					
37 07459	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	3.000	3.0000	12.71	38.13
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	623.13	12.46
48 07463	ALQUILER DE PUNTALES TELESCOPICOS 2" LONGITUD EXPANDIDO 4.00 m	UND		300.0000	1.50	450.00
48 07476	ALQUILER DE PUNTALES TELESCOPICOS 3" LONGITUD EXPANDIDO 5.00 m	UND		45.0000	3.00	135.00
						635.59
Costo Unitario por GLB :						635.59
Partida 01.03.01	MATERIALES PARA ENTABLADO DE ALIGERADO				Rend:	83.6000 GLB/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Materiales					
02 00264	CLAVOS CON CABEZA DE 4"	KG	20.1400	4.66		93.85
43 07460	ALQUILER DE TABLAS DE 8" DE ANCHO LARGO = 3.80 M ESPESOR= 1"	UND	145.0000	10.17		1,474.65
						1,568.50
Costo Unitario por GLB :						1,568.50
Partida 01.03.02	MANO DE OBRA DE ENTABLADO DE ALIGERADO				Rend:	62.7000 M2/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0128	27.67	0.35
47 00007	OPERARIO	HH	4.000	0.5104	25.15	12.84
47 00009	PEON	HH	2.000	0.2552	17.92	4.57
						17.76
Costo Unitario por M2 :						17.76
Partida 01.03.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENTABLADO DE ALIGERADO				Rend:	1.0000 GLB/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Equipo					
37 07459	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	1.500	1.5000	12.71	19.07
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	19.07	0.38
						19.45
Costo Unitario por GLB :						19.45
Partida 01.04.01	MANO DE OBRA PARA ARRIOSTAMIENTO DE TODO EL APUNTA				Rend:	150.0000 M2/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0053	27.67	0.15
47 00009	PEON	HH	3.000	0.1600	17.92	2.87
						3.02
Costo Unitario por M2 :						3.02
Partida 01.04.02	MATERIALES NECESARIOS PARA ARRIOSTRAMIENTO CON ACI				Rend:	83.6000 GLB/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad uadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Materiales					
02 00123	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG	25.0000	5.51		137.75
						137.75
Costo Unitario por GLB :						137.75

Anexo 6

Listado total de insumos de encofrado de losas método convencional caso 1

Listado Total de Insumos

Proyecto	LOSAS CASO DE ESTUDIO 1 TESIS				
Cliente	ODPP				
Ubicación	<< Sin Distrito >> - << Sin Provincia >> - << Sin Departamento >>				
				Costo a :	
IU Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
<u>MANO DE OBRA</u>					
47 00006	CAPATAZ	HH	6.86	27.67	189.82
47 07453	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	6.67	25.15	167.75
47 00007	OPERARIO	HH	202.68	25.15	5,097.40
47 00009	PEON	HH	148.16	17.92	2,655.03
					8,110.00
<u>MATERIALES</u>					
02 00123	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG	25.00	5.51	137.75
02 00264	CLAVOS CON CABEZA DE 4"	KG	20.14	4.66	93.85
02 07456	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	KG	13.49	4.66	62.86
43 07455	ALQUILER DE SOLERAS DE BASE DE ENTABLADO L=3.00 m	UND	25.00	60.00	1,500.00
43 07454	ALQUILER DE SOLERAS DE BASE DE ENTABLADO L=4.00 m	UND	50.00	60.00	3,000.00
43 07460	ALQUILER DE TABLAS DE 8" DE ANCHO LARGO = 3.80 M ESPESOR= 1"	UND	145.00	10.17	1,474.65
43 07477	PUNTAL DE EUCALIPTO DE 8"x5m	UND	30.00	25.00	750.00
53 06209	PETROLEO DIESEL	gal	4.50	15.25	68.63
					7,087.74
<u>EQUIPO</u>					
00 07452	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2	H	6.67	16.95	113.06
37 07459	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON	DIA	4.50	12.71	57.20
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ			12.76
48 07463	ALQUILER DE PUNTALES TELESCOPICOS 2"	UND	300.00	1.50	450.00
48 07476	ALQUILER DE PUNTALES TELESCOPICOS 3"	UND	45.00	3.00	135.00
					768.02
COSTO DIRECTO					15,965.76
SUB TOTAL					15,965.76
IGV.					2,873.84
PRESUPUESTO TOTAL					18,839.60

Son : DIECIOCHO MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y NUEVE CON 60/100 NUEVOS SOLES

Anexo 7

APUs de plataforma de apoyo por el método convencional caso de estudio 02

Análisis de Costos Unitarios

Proyecto PLATAFORMA CASO DE ESTUDIO 2 TESIS

Sub Presupuesto 01 - PLATAFORMA CASO 02

Cliente ODPP

Ubicación << Sin Distrito >> - << Sin Provincia >> - << Sin Departamento >>

Costo a :

Partida	01.01.01	TRANSPORTE DE SOLERAS PARA ARMADO DE PLATAFORMA (INCLUYE DEVOLUCIÓN DE MATERIALES AQUILADOS)	Rend:	4.0000	VJE/DIA		
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.2000	27.67	5.53
	47 07120	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	1.000	2.0000	25.15	50.30
	47 00009	PEON	HH	2.000	4.0000	17.92	71.68
							127.51
		Materiales					
	53 06209	PETROLEO DIESEL	gal		1.5000	15.25	22.88
							22.88
		Equipo					
	00 07119	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2 TONELADAS)	H	1.000	2.0000	16.95	33.90
							33.90
						Costo Unitario por VJE :	184.29

Partida	01.01.02	TRANSPORTE DE PUNTALES TELESCÓPICOS DE 4.00 M (INLUYE DEVOLUCIÓN DE MATERIALES ALQUILADOS)	Rend:	3.0000	VJE/DIA		
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.2667	27.67	7.38
	47 07120	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	1.000	2.6667	25.15	67.07
	47 00009	PEON	HH	2.000	5.3333	17.92	95.57
							170.02
		Materiales					
	53 06209	PETROLEO DIESEL	gal		1.5000	15.25	22.88
							22.88
		Equipo					
	00 07119	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2 TONELADAS)	H	1.000	2.6667	16.95	45.20
							45.20
						Costo Unitario por VJE :	238.10

Partida	01.01.03	TRANSPORTE DE TABLAS PARA CONFORMACIÓN DE PLATAFORMA	Rend:	4.0000	VJE/DIA		
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.2000	27.67	5.53
	47 07120	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	1.000	2.0000	25.15	50.30
	47 00009	PEON	HH	2.000	4.0000	17.92	71.68
							127.51
		Materiales					
	53 06209	PETROLEO DIESEL	gal		1.5000	15.25	22.88
							22.88
		Equipo					
	00 07119	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2 TONELADAS)	H	1.000	2.0000	16.95	33.90
							33.90
						Costo Unitario por VJE :	184.29

Partida	01.02.01	MATERIALES PARA ARMAZON DE PLATAFORMA DE "FALSO PISO" CON SOLERAS INCLUYE APUNTALAMIENTO Y TRABAJO DE ANDAMIAJE	Rend:	1.8000	GLB/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Materiales					
02 06203	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		4.8600	4.66	22.65
43 07122	ALQUILER DE SOLERAS DE BASE DE ENTABLADO L=3.00 m	UND		15.0000	60.00	900.00
43 07121	ALQUILER DE SOLERAS DE BASE DE ENTABLADO L=4.00 m	UND		30.0000	60.00	1,800.00
						<u>2,722.65</u>
					Costo Unitario por GLB :	2,722.65
Partida	01.02.02	MANO DE OBRA DE ARMAZON DE PLATAFORMA DE "FALSO PISO" CON SOLERAS INCLUYE APUNTALAMIENTO Y TRABAJO DE ANDAMIAJE.	Rend:	41.8000	M2/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0191	27.67	0.53
47 00007	OPERARIO	HH	4.000	0.7656	25.15	19.25
47 00009	PEON	HH	2.000	0.3828	17.92	6.86
						<u>26.64</u>
					Costo Unitario por M2 :	26.64
Partida	01.02.03	EQUIPO NECESARIO PARA ARMAZON DE PLATAFORMA "FALSO PISO" DE APOYO	Rend:	1.0000	GLB/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Equipo					
37 07124	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	3.000	3.0000	8.47	25.41
37 07046	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	407.91	8.16
48 07143	ALQUILER DE PUNTALES TELESCOPICOS 2" LONGITUD EXPANDIDO 4.00 m	UND		225.0000	1.70	382.50
						<u>416.07</u>
					Costo Unitario por GLB :	416.07
Partida	01.03.01	MATERIALES PARA PARA ENTABLADO DE PLATAFORMA TIPO FALSO PISO	Rend:	3.6000	GLB/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Materiales					
02 00264	CLAVOS CON CABEZA DE 4"	KG		17.9200	4.66	83.51
43 07125	ALQUILER DE TABLAS DE 8" DE ANCHO LAR	UND		129.0000	10.17	1,311.93
						<u>1,395.44</u>
					Costo Unitario por GLB :	1,395.44
Partida	01.03.02	MANO DE OBRA DE ENTABLADO DE PLATAFORMA INFERIOR DE VIGAS	Rend:	62.7000	M2/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0128	27.67	0.35
47 00007	OPERARIO	HH	4.000	0.5104	25.15	12.84
47 00009	PEON	HH	2.000	0.2552	17.92	4.57
						<u>17.76</u>
					Costo Unitario por M2 :	17.76
Partida	01.03.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENTABLADO DE PLATAFORMA "FALSO PISO" DE APOYO	Rend:	1.0000	GLB/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Equipo					
37 07124	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	1.500	1.5000	8.47	12.71
37 07046	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	12.71	0.25
						<u>12.96</u>
					Costo Unitario por GLB :	12.96

Partida 01.04.01 MATERIALES NECESARIOS PARA ARRIOSTRAMIENTO **Rend:** 3.6000 GLB/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales						
02 00117	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG		5.0500	5.51	27.83
02 02819	ARANDELA 1/2"	pza		264.0000	0.21	55.44
02 07145	ARANDELA 1/2" CON DIÁMETRO EXTERIOR DE 40mm	pza		132.0000	0.58	76.56
02 07144	PERNOS HEXAGONALES DE 1/2" x 5"	PZA		132.0000	1.83	241.56
02 07134	RIELES RIGIDIZADORES DE ARRIOSTRE DE 3.00 m (CONSIDERANDO NÚMERO DE USOS)	UND		6.0000	3.68	22.08
02 07126	RIELES RIGIDIZADORES DE ARRIOSTRE DE 3.50 m (CONSIDERANDO NÚMERO DE USOS)	UND		36.0000	1.84	66.24
02 07146	TUERCA H/C DE 1/2"	UND		132.0000	0.23	30.36
						520.07
Costo Unitario por GLB :						520.07

Partida 01.04.02 MANO DE OBRA PARA ARRIOSTRAMIENTO CON "RIGIDIZADORES" **Rend:** 20.9000 M2/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0383	27.67	1.06
47 00009	PEON	HH	3.000	1.1483	17.92	20.58
						21.64
Costo Unitario por M2 :						21.64

Partida 01.04.03 EQUIPO NECESARIO PARA ARRIOSTRAMIENTO DE PAÑO CON POSIBLE DESLIZAMIENTO **Rend:** 1.0000 GLB/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Equipo						
37 07124	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	1.000	1.0000	8.47	8.47
37 07046	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	8.47	0.17
						8.64
Costo Unitario por GLB :						8.64

Partida 01.05.01 MANO DE OBRA PARA ARRIOSTRAMIENTO DE TODO EL APUNTALAMIENTO DE LA PLATAFORMA INFERIOR **Rend:** 50.0000 M2/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0053	27.67	0.15
47 00009	PEON	HH	3.000	0.1600	17.92	2.87
						3.02
Costo Unitario por M2 :						3.02

Partida 01.05.02 MATERIALES NECESARIOS PARA ARRIOSTRAMIENTO CON ACERO DE CONSTRUCCION **Rend:** 3.6000 GLB/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales						
02 00123	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG		16.5000	5.51	90.92
						90.92
Costo Unitario por GLB :						90.92

Anexo 8

Listado total de insumos Plataforma de apoyo método convencional caso de estudio 02

Listado de Insumos

Proyecto PLATAFORMA CASO DE ESTUDIO 2 TESIS

Sub Presupuesto 01 - PLATAFORMA CASO 02

Cliente ODPP

Ubicación << Sin Distrito >> - << Sin Provincia >> - << Sin Departamento >>

Costo a :

IU Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
<u>MANO DE OBRA</u>					
47 00006	CAPATAZ	HH	12.03	27.67	332.87
47 07120	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	13.33	25.15	335.25
47 00007	OPERARIO	HH	155.63	25.15	3,914.09
47 00009	PEON	HH	308.33	17.92	5,525.27
					10,107.48
<u>MATERIALES</u>					
02 00123	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG	16.50	5.51	90.92
02 00117	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG	5.05	5.51	27.83
02 02819	ARANDELA 1/2"	pza	264.00	0.21	55.44
02 07145	ARANDELA 1/2" CON DIÁMETRO EXTERIOR DE 40mm	pza	132.00	0.58	76.56
02 00264	CLAVOS CON CABEZA DE 4"	KG	17.92	4.66	83.51
02 06203	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	4.86	4.66	22.65
02 07144	PERNOS HEXAGONALES DE 1/2" x 5"	PZA	132.00	1.83	241.56
02 07134	RIELES RIGIDIZADORES DE ARRIOSTRE DE 3.00 m (CONSIDERANDO NÚMERO DE USOS)	UND	6.00	3.68	22.08
02 07126	RIELES RIGIDIZADORES DE ARRIOSTRE DE 3.50 m (CONSIDERANDO NÚMERO DE USOS)	UND	36.00	1.84	66.24
02 07146	TUERCA H/C DE 1/2"	UND	132.00	0.23	30.36
43 07122	ALQUILER DE SOLERAS DE BASE DE ENTABLADO L=3.00 m	UND	15.00	60.00	900.00
43 07121	ALQUILER DE SOLERAS DE BASE DE ENTABLADO L=4.00 m	UND	30.00	60.00	1,800.00
43 07125	ALQUILER DE TABLAS DE 8" DE ANCHO LARGO = 3.80 M ESPESOR= 1"	UND	129.00	10.17	1,311.93
53 06209	PETROLEO DIESEL	gal	9.00	15.25	137.25
					4,866.33
<u>EQUIPO</u>					
00 07119	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2 TONELADAS)	H	13.33	16.95	225.94
37 07124	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	5.50	8.47	46.59
37 07046	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ			8.78
48 07143	ALQUILER DE PUNTALES TELESCOPICOS 2" LONGITUD EXPANDIDO 4.00 m	UND	225.00	1.70	382.50
					663.81
COSTO DIRECTO					15,637.62
SUB TOTAL					15,637.62
IGV.					2,814.77
PRESUPUESTO TOTAL					18,452.39

Son : DIECIOCHO MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS CON 39/100 NUEVOS SOLES

Anexo 9

APUs de encofrado de vigas método convencional caso de estudio 02

Análisis de Costos Unitarios

Proyecto	ENCOFRADO DE VIGAS CASO 02 TESIS					
Sub Presupuesto	01 - VIGAS CASO 02					
Cliente	ODPP					
Ubicación	<< Sin Distrito >> - << Sin Provincia >> - << Sin Departamento >>					Costo a :

Partid 01.01.01.01	TRANSPORTE DE TABLAS DE 1 1/2" DE ESPESOR PARA FONDOS DE VIGAS,TABLAS DE 1" PARA TAPAS Y CUARTONES PARA REFUERZO LATERAL					Rend:	2.0000 VJE/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.4000	27.67	11.07	
47 07120	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	1.000	4.0000	25.15	100.60	
47 00009	PEON	HH	2.000	8.0000	17.92	143.36	
						255.03	
Materiales							
53 06209	PETROLEO DIESEL	gal		1.5000	15.25	22.88	
						22.88	
Equipo							
00 07119	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2 TONELADAS)	H	1.000	4.0000	16.95	67.80	
						67.80	
Costo Unitario por VJE :						345.71	

Partid 01.01.01.02	TRANSPORTE DE PUNTALES TELESCÓPICOS DE 4.00 M (INCLUYE DEVOLUCIÓN DE MATERIALES ALQUILADOS)					Rend:	4.0000 VJE/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.2000	27.67	5.53	
47 07120	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	1.000	2.0000	25.15	50.30	
47 00009	PEON	HH	2.000	4.0000	17.92	71.68	
						127.51	
Materiales							
53 06209	PETROLEO DIESEL	gal		1.5000	15.25	22.88	
						22.88	
Equipo							
00 07119	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2 TONELADAS)	H	1.000	2.0000	16.95	33.90	
						33.90	
Costo Unitario por VJE :						184.29	

Partid 01.01.02.01	MANO DE OBRA PARA PREPARACION DE MATERIAL DE FONDOS					Rend:	1.0000 DIA/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.8000	27.67	22.14	
47 00009	PEON	HH	1.000	8.0000	17.92	143.36	
						165.50	
Costo Unitario por DIA :						165.50	

Partid 01.01.02.02	EQUIPO NECESARIO PARA PREPARACION DE MATERIAL DE FONDOS					Rend:	1.0000 GLB/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Equipo							
37 07046	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	53.60	1.07	
48 05214	SIERRA CIRCULAR ELECTRICA	HM	1.000	8.0000	6.70	53.60	
						54.67	
Costo Unitario por GLB :						54.67	

Partida 01.01.03.01 MATERIALES PARA ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS PRINCIPALES **Rend:** 1.0000 GLB/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales					
02 00117	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG	7.0000	4.66	32.62
02 06203	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	6.4700	4.66	30.15
43 07128	SUMINISTRO DE CUARTONES DE 2" X 3" L=3.00 m	UND	12.0000	31.78	381.36
43 07140	SUMINISTRO DE TABLAS DE 18" DE ANCHO LARGO = 3.00 M ESPESOR= 1 1/2"	UND	12.0000	247.50	2,970.00
43 07139	SUMINISTRO DE TABLAS DE 18" DE ANCHO LARGO = 3.30 M ESPESOR= 1 1/2"	UND	2.0000	225.00	450.00
					3,864.13
Costo Unitario por GLB :					3,864.13

Partida 01.01.03.02 MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS PRINCIPALES **Rend:** 10.1000 M2/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0792	2.19
47 00007	OPERARIO	HH	4.000	3.1683	79.68
47 00009	PEON	HH	2.000	1.5842	28.39
					110.26
Costo Unitario por M2 :					110.26

Partida 01.01.03.03 EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE VIGAS PRINCIPALES **Rend:** 1.0000 GLB/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Equipo					
37 07124	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	2.000	2.0000	16.94
37 07046	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ	2.0000	316.94	6.34
48 07127	ALQUILER DE PUNTALES TELESCOPICOS 2" LONGITUD EXPANDIDO 4.00 m	UND	150.0000	2.00	300.00
					323.28
Costo Unitario por GLB :					323.28

Partida 01.01.04.01 MATERIALES PARA ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS SECUNDARIAS **Rend:** 1.0000 GLB/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales					
02 00117	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG	2.9200	4.66	13.61
02 06203	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	1.5500	4.66	7.22
43 07128	SUMINISTRO DE CUARTONES DE 2" X 3" L=3.00 m	UND	5.0000	31.78	158.90
43 07132	SUMINISTRO DE TABLAS DE 12" DE	UND	14.0000	112.50	1,575.00
					1,754.73
Costo Unitario por GLB :					1,754.73

Partida 01.01.04.02 MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE VIGAS SECUNDARIAS **Rend:** 9.5000 M2/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0842	2.33
47 00007	OPERARIO	HH	4.000	3.3684	84.72
47 00009	PEON	HH	2.000	1.6842	30.18
					117.23
Costo Unitario por M2 :					117.23

Partida	01.01.04.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE VIGAS SECUNDARIAS				Rend:	1.0000	GLB/DIA
		Código	Descripción Insumo	Unidad Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
			Equipo					
	37 07124	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	2.000	2.0000	8.47	16.94	
	37 07046	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	88.94	1.78	
	48 07127	ALQUILER DE PUNTALES TELESCOPICOS 2" LONGITUD EXPANDIDO 4.00 m	UND		36.0000	2.00	72.00	
							90.72	
					Costo Unitario por GLB :		90.72	
Partida	01.02.01.01	MANO DE OBRA PARA PREPARACION DE MATERIAL DE TAPAS				Rend:	1.0000	DIA/DIA
		Código	Descripción Insumo	Unidad Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
			Mano de Obra					
	47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.8000	27.67	22.14	
	47 00009	PEON	HH	1.000	8.0000	17.92	143.36	
							165.50	
					Costo Unitario por DIA :		165.50	
Partida	01.02.01.02	EQUIPO NECESARIO PARA PREPARACION DE MATERIAL DE TAPAS				Rend:	1.0000	GLB/DIA
		Código	Descripción Insumo	Unidad Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
			Equipo					
	37 07046	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	53.60	1.07	
	48 05214	SIERRA CIRCULAR ELECTRICA	HM	1.000	8.0000	6.70	53.60	
							54.67	
					Costo Unitario por GLB :		54.67	
Partida	01.02.02.01	MATERIALES PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES				Rend:	1.0000	GLB/DIA
		Código	Descripción Insumo	Unidad Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
			Materiales					
	02 06203	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		3.4500	4.66	16.08	
	02 07131	ESPARRAGO DE 5/8" CON DOS TUERCAS DE PLATO	UND		112.0000	0.59	66.08	
	02 07130	RIELES RIGIDIZADORES DE ARRIOSTRE DE 1.50 m (CONSIDERANDO NÚMERO DE USOS)	UND		112.0000	0.79	88.48	
	43 07128	SUMINISTRO DE CUARTONES DE 2" X 3" L=3.00 m	UND		23.0000	31.78	730.94	
	43 07129	SUMINISTRO DE TABLAS DE 12" DE ANCHO LARGO = 3.00 M ESPESOR=1" PARA TAPAS	UND		60.0000	75.00	4,500.00	
	43 07133	SUMINISTRO DE TABLAS DE 12" DE ANCHO LARGO = 3.30 M ESPESOR=1" PARA TAPAS	UND		6.0000	82.50	495.00	
							5,896.58	
					Costo Unitario por GLB :		5,896.58	
Partida	01.02.02.02	MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES				Rend:	28.0000	M2/DIA
		Código	Descripción Insumo	Unidad Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
			Mano de Obra					
	47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0286	27.67	0.79	
	47 00007	OPERARIO	HH	4.000	1.1429	25.15	28.74	
	47 00009	PEON	HH	2.000	0.5714	17.92	10.24	
							39.77	
					Costo Unitario por M2 :		39.77	
Partida	01.02.02.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS PRINCIPALES				Rend:	1.0000	GLB/DIA
		Código	Descripción Insumo	Unidad Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
			Equipo					
	37 07124	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS	DIA	2.000	2.0000	8.47	16.94	
	37 07046	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	16.94	0.34	
							17.28	
					Costo Unitario por GLB :		17.28	

Partida 01.02.03.01 MATERIALES PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECUNDARIAS **Rend:** 1.0000 GLB/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales						
02 06203	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		2.5900	4.66	12.07
02 07131	ESPARRAGO DE 5/8" CON DOS TUERCAS DE PLATO	UND		60.0000	0.59	35.40
02 07130	RIELES RIGIDIZADORES DE ARRIOSTRE DE 1.50 m (CONSIDERANDO NÚMERO DE USOS)	UND		60.0000	0.79	47.40
43 07128	SUMINISTRO DE CUARTONES DE 2" X 3" L=3.00 m	UND		7.0000	31.78	222.46
43 07129	SUMINISTRO DE TABLAS DE 12" DE ANCHO LARGO = 3.00 M ESPESOR=1" PARA TAPAS	UND		20.0000	75.00	1,500.00
						1,817.33
Costo Unitario por GLB :						1,817.33

Partida 01.02.03.02 MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECUNDARIAS **Rend:** 28.0000 M2/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0286	27.67	0.79
47 00007	OPERARIO	HH	4.000	1.1429	25.15	28.74
47 00009	PEON	HH	2.000	0.5714	17.92	10.24
						39.77
Costo Unitario por M2 :						39.77

Partida 01.02.03.03 EQUIPO NECESARIO PARA ENCOFRADO DE TAPAS DE VIGAS SECUNDARIAS **Rend:** 1.0000 GLB/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Equipo						
37 07124	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	2.000	2.0000	8.47	16.94
37 07046	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	16.94	0.34
						17.28
Costo Unitario por GLB :						17.28

Partida 01.03.01 MANO DE OBRA PARA ENCOFRADO DE FRISOS **Rend:** 23.0000 M2/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0348	27.67	0.96
47 00007	OPERARIO	HH	4.000	1.3913	25.15	34.99
47 00009	PEON	HH	2.000	0.6957	17.92	12.47
						48.42
Costo Unitario por M2 :						48.42

Partida 01.04.01	MANO DE OBRA PARA ARRIOSTRAMIENTO ESPECIAL EN VIGAS "RIGIDIZADORES" Y PERNOS FORMANDO ARMADURAS				Rend:	30.0000 M/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
	Mano de Obra					
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0267	27.67	0.74
47 00009	PEON	HH	3.000	0.8000	17.92	14.34
						15.08
Costo Unitario por M :						15.08

Partida 01.04.02	MATERIALES PARA ARRIOSTRAMIENTO ESPECIAL PERPENDICULAR A VIGAS				Rend:	1.0000 GLB/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
	Materiales					
02 07135	PERNOS HEXAGONALES DE 3/8" x 6"	PZA		168.0000	1.83	307.44
02 07130	RIELES RIGIDIZADORES DE ARRIOSTRE DE 1.50 m (CONSIDERANDO NÚMERO DE USOS)	UND		56.0000	0.79	44.24
02 07134	RIELES RIGIDIZADORES DE ARRIOSTRE DE 3.00 m (CONSIDERANDO NÚMERO DE USOS)	UND		12.0000	1.58	18.96
02 07138	TUERCA HEXAGONAL H/C DE 3/8"	UND		168.0000	0.08	13.44
02 07136	VOLANDA O ARANDELA PLANA DE 1/2"	UND		336.0000	0.21	70.56
02 07137	VOLANDA O ARANDELA PLANA DE 7/8"	UND		216.0000	0.58	125.28
						579.92
Costo Unitario por GLB :						579.92

Partida 01.04.03	EQUIPO NECESARIO PARA ARRIOSTRAMIENTO ESPECIAL PERPENDICULAR A VIGAS PRINCIPALES				Rend:	1.0000 GLB/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
	Equipo					
37 07124	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS	DIA	1.000	1.0000	8.47	8.47
37 07046	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	8.47	0.17
						8.64
Costo Unitario por GLB :						8.64

Anexo 10

Listado total de insumos de encofrado de vigas método convencional CASO 02

Listado Total de Insumos

Proyecto	ENCOFRADO DE VIGAS CASO 02 TESIS				
Cliente	ODPP				
Ubicación	<< Sin Distrito >> - << Sin Provincia >> - << Sin Departamento >>				
				Costo a :	
IU Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
<u>MANO DE OBRA</u>					
47 00006	CAPATAZ	HH	8.24	27.67	228.00
47 07120	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	6.00	25.15	150.90
47 00007	OPERARIO	HH	198.36	25.15	4,988.75
47 00009	PEON	HH	159.50	17.92	2,858.24
					8,225.89
<u>MATERIALES</u>					
02 00117	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG	9.92	4.66	46.23
02 06203	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	14.06	4.66	65.52
02 07131	ESPARRAGO DE 5/8" CON DOS TUERCAS DE PLATO	UND	172.00	0.59	101.48
02 07135	PERNOS HEXAGONALES DE 3/8" x 6"	PZA	168.00	1.83	307.44
02 07130	RIELES RIGIDIZADORES DE ARRIOSTRE DE 1.50 m (CONSIDERANDO NÚMERO DE USOS)	UND	228.00	0.79	180.12
02 07134	RIELES RIGIDIZADORES DE ARRIOSTRE DE 3.00 m (CONSIDERANDO NÚMERO DE USOS)	UND	12.00	1.58	18.96
02 07138	TUERCA HEXAGONAL H/C DE 3/8"	UND	168.00	0.08	13.44
02 07136	VOLANDA O ARANDELA PLANA DE 1/2"	UND	336.00	0.21	70.56
02 07137	VOLANDA O ARANDELA PLANA DE 7/8"	UND	216.00	0.58	125.28
43 07128	SUMINISTRO DE CUARTONES DE 2" X 3" L=3.00 m	UND	47.00	31.78	1,493.66
43 07132	SUMINISTRO DE TABLAS DE 12" DE ANCHO LARGO = 3.00 M ESPESOR= 1 1/2"	UND	14.00	112.50	1,575.00
43 07129	SUMINISTRO DE TABLAS DE 12" DE ANCHO LARGO = 3.00 M ESPESOR=1" PARA TAPAS	UND	80.00	75.00	6,000.00
43 07133	SUMINISTRO DE TABLAS DE 12" DE ANCHO LARGO = 3.30 M ESPESOR=1" PARA TAPAS	UND	6.00	82.50	495.00
43 07140	SUMINISTRO DE TABLAS DE 18" DE ANCHO LARGO = 3.00 M ESPESOR= 1 1/2"	UND	12.00	247.50	2,970.00
43 07139	SUMINISTRO DE TABLAS DE 18" DE ANCHO LARGO = 3.30 M ESPESOR= 1 1/2"	UND	2.00	225.00	450.00
53 06209	PETROLEO DIESEL	gal	3.00	15.25	45.75
					13,958.44
<u>EQUIPO</u>					
00 07119	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2 TONELADAS)	H	6.00	16.95	101.70
37 07124	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE AL	DIA	9.00	8.47	76.23
37 07046	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ			10.94
48 07127	ALQUILER DE PUNTALES TELESCOPICOS 2" LONGITUD EXPANDIBLE	UND	186.00	2.00	372.00
48 05214	SIERRA CIRCULAR ELECTRICA	HM	16.00	6.70	107.20
					668.07
COSTO DIRECTO					22,852.40
SUB TOTAL					22,852.40
IGV.					4,113.43
PRESUPUESTO TOTAL					26,965.83

Son : VEINTISEIS MIL NOVECIENTOS SESENTA Y CINCO CON 83/100 NUEVOS SOLES

Anexo 11

Análisis de costos unitarios de encofrado de losas aligeradas con el método convencional

Análisis de Costos Unitarios

Proyecto LOSAS CASO DE ESTUDIO 02 TESIS

Sub Presupuesto 01 - LOSAS CASO 02

Cliente ODPP

Ubicación << Sin Distrito >> - << Sin Provincia >> - << Sin Departamento >>

Costo a :

Partid 01.01.01	TRANSPORTE DE SOLERAS PARA APOYO DE TABLAS DE ALIGERADO, TABLAS DE ALIGERADO Y PUNTALES DE 4.00				Rend:	4.0000 VJE/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Adrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.2000	27.67	5.53
47 07120	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	1.000	2.0000	25.15	50.30
47 00009	PEON	HH	2.000	4.0000	17.92	71.68
						127.51
Materiales						
53 06209	PETROLEO DIESEL	gal		1.5000	15.25	22.88
						22.88
Equipo						
00 07119	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2 TONELADAS)	H	1.000	2.0000	16.95	33.90
						33.90
Costo Unitario por VJE :						184.29
Partid 01.02.01	MATERIALES PARA ARMAZON DE PLATAFORMA DE APC				Rend:	1.8000 GLB/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Adrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales						
02 06203	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		8.0900	4.66	37.70
43 07122	ALQUILER DE SOLERAS DE BASE DE ENTABLADO L=3.00 m	UND		15.0000	60.00	900.00
43 07121	ALQUILER DE SOLERAS DE BASE DE ENTABLADO L=4.00 m	UND		30.0000	60.00	1,800.00
						2,737.70
Costo Unitario por GLB :						2,737.70
Partid 01.02.02	MANO DE OBRA DE ARMAZON DE SOLERAS				Rend:	69.6667 M2/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Adrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0115	27.67	0.32
47 00007	OPERARIO	HH	4.000	0.4593	25.15	11.55
47 00009	PEON	HH	2.000	0.2297	17.92	4.12
						15.99
Costo Unitario por M2 :						15.99
Partid 01.02.03	EQUIPO NECESARIO PARA ARMAZON DE SOLERAS PARA ENTABLADO				Rend:	1.0000 GLB/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Adrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Equipo						
37 07124	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	3.000	3.0000	12.71	38.13
37 07046	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	375.63	7.51
48 07127	ALQUILER DE PUNTALES TELESCOPICOS 2" LONGITUD	UND		225.0000	1.50	337.50
						383.14
Costo Unitario por GLB :						383.14
Partid 01.03.01	MATERIALES PARA ENTABLADO DE ALIGERADO				Rend:	3.6000 GLB/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Adrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales						
02 00264	CLAVOS CON CABEZA DE 4"	KG		11.6700	4.66	54.38
43 07125	ALQUILER DE TABLAS DE 8" DE ANCHO LARGO = 3.80 M ESPESOR= 1"	UND		84.0000	10.17	854.28
						908.66
Costo Unitario por GLB :						908.66

Partid 01.03.02	MANO DE OBRA DE ENTABLADO DE ALIGERADO				Rend:	62.7000 M2/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Adrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Mano de Obra						
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0128	27.67	0.35
47 00007	OPERARIO	HH	4.000	0.5104	25.15	12.84
47 00009	PEON	HH	2.000	0.2552	17.92	4.57
						17.76
Costo Unitario por M2 :						17.76
Partid 01.03.03	EQUIPO NECESARIO PARA ENTABLADO DE ALIGERADO				Rend:	1.0000 GLB/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Adrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Equipo						
37 07124	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	1.500	1.5000	12.71	19.07
37 07046	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ		2.0000	19.07	0.38
						19.45
Costo Unitario por GLB :						19.45
Partid 01.04.01	MANO DE OBRA PARA ARRIOSTAMIENTO DE TODO EL APUNTALAMIENTO DEL ALIGERADO				Rend:	50.0000 M2/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Adrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Mano de Obra						
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0053	27.67	0.15
47 00009	PEON	HH	3.000	0.1600	17.92	2.87
						3.02
Costo Unitario por M2 :						3.02
Partid 01.04.02	MATERIALES NECESARIOS PARA ARRIOSTRAMIENTO CON ACERO DE CONSTRUCCION				Rend:	3.6000 GLB/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Adrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales						
02 00123	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG		15.0000	5.51	82.65
						82.65
Costo Unitario por GLB :						82.65

Anexo 12

Listado total de insumos de encofrado de losas método convencional caso 02

Listado Total de Insumos

Proyecto LOSAS CASO DE ESTUDIO 02 TESIS

Cliente ODPP

Ubicación << Sin Distrito >> - << Sin Provincia >> - << Sin Departamento >>

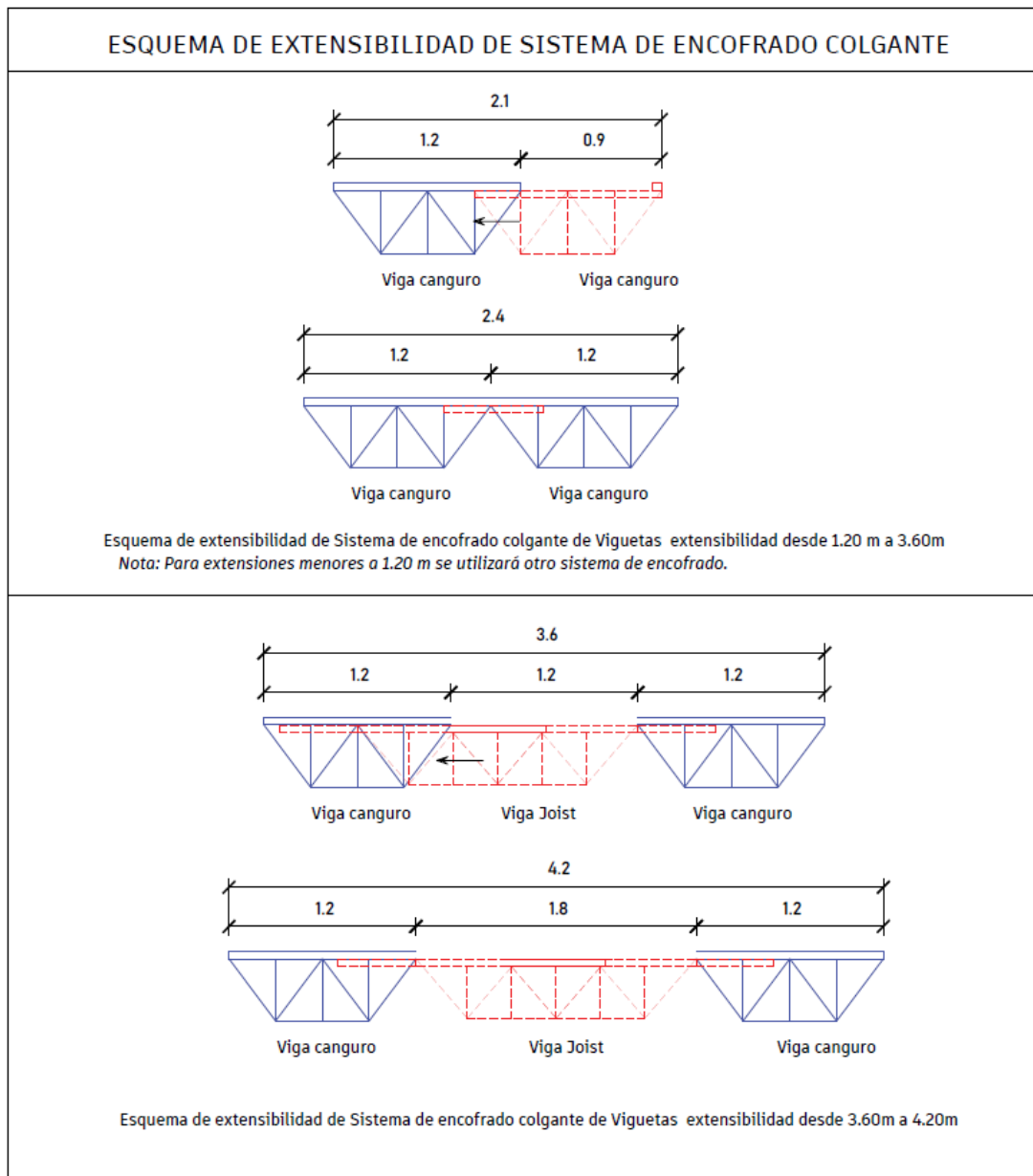
Costo a :

IU Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
<u>MANO DE OBRA</u>					
47 00006	CAPATAZ	HH	4.02	27.67	111.23
47 07120	OPERADOR DE VEHICULO DE CARGA	HH	4.00	25.15	100.60
47 00007	OPERARIO	HH	118.28	25.15	2,974.74
47 00009	PEON	HH	86.69	17.92	1,553.48
					4,740.05
<u>MATERIALES</u>					
02 00123	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG	15.00	5.51	82.65
02 00264	CLAVOS CON CABEZA DE 4"	KG	11.67	4.66	54.38
02 06203	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	8.09	4.66	37.70
43 07122	ALQUILER DE SOLERAS DE BASE DE ENTABLADO L=3.00 m	UND	15.00	60.00	900.00
43 07121	ALQUILER DE SOLERAS DE BASE DE ENTABLADO L=4.00 m	UND	30.00	60.00	1,800.00
43 07125	ALQUILER DE TABLAS DE 8" DE ANCHO LARGO = 3.80 M ESPESOR= 1"	UND	84.00	10.17	854.28
53 06209	PETROLEO DIESEL	gal	3.00	15.25	45.75
					3,774.76
<u>EQUIPO</u>					
00 07119	VEHICULO DE CARGA FURGÓN (CAPACIDAD DE 2 TONELADAS)	H	4.00	16.95	67.80
37 07124	ALQUILER DE 02 CUERPOS DE ANDAMIOS CON TABLONES DE APOYO	DIA	4.50	12.71	57.20
37 07046	HERRAMIENTAS MANUALES	%EQ			8.07
48 07127	ALQUILER DE PUNTALES TELESCOPICOS 2" LONGITUD EXPANDIDO 4.00 m	UND	225.00	1.50	337.50
					470.57
COSTO DIRECTO					8,985.38
SUB TOTAL					8,985.38
IGV.					1,617.37
PRESUPUESTO TOTAL					10,602.75

Son : DIEZ MIL SEISCIENTOS DOS CON 75/100 NUEVOS SOLES

Anexo 13

Esquema de extensibilidad de sistema de encofrado colgante



Anexo 14

Esquema comparativo de sistema de encofrado colgante con sistema de placa colaborante

