



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LOSA
ALIGERADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS
VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA EN
EDIFICIOS MULTIFAMILIARES**

**PRESENTADA POR
ISRAFEL ESPINOZA MANCHEGO
FRESIA AZUCENA GUERRA SORIA**

ASESOR

ALEXIS SAMOHOD ROMERO

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2018



**Reconocimiento - No comercial – Compartir igual
CC BY-NC-SA**

Los autores permiten transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTIN DE PORRES

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LOSA
ALIGERADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS
VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA EN
EDIFICIOS MULTIFAMILIARES**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

**ESPINOZA MANCHEGO, ISRAFEL
GUERRA SORIA, FRESIA AZUCENA**

LIMA – PERÚ

2018

Dedico la presente tesis a Dios por darme sabiduría; a Ruth y Miguel, mis maravillosos padres y a mi hermano Sylvester por ser mis primeros maestros que me educaron con sus ejemplos.

Israfel Espinoza

Dedico esta tesis Dios por estar presente en cada etapa de mi vida y darme fortaleza espiritual en todo momento.

A mis padres Hilda y Elbert; mis hermanas Shally, Cielo y Grecia; mi sobrino Jhesaed por el amor incondicional que me han demostrado, lo que ha sido un impulso para conseguir cada meta que me he propuesto.

Fresia Guerra

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Antecedentes Históricos	1
1.2 Situación Problemática	5
1.3 Definición del Problema	6
1.4 Formulación del Problema	6
1.5 Objetivos	7
1.6 Justificación	8
1.7 Importancia	8
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la Investigación	10
2.2 Bases teóricas	16
2.3 Definiciones de términos básicos	43

CAPÍTULO III HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1	Hipótesis	47
3.2	Variables	48
3.3	Matriz de Consistencia	50

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

4.1	Diseño Metodológico	51
4.2	Técnicas de recolección de datos	52
4.3	Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información	52
4.4	Diseño Muestral	53
4.5	Prueba de Hipótesis	53
4.6	Aspectos éticos	54

CAPÍTULO V RESULTADOS

5.1	Desarrollo de la investigación	56
5.2	Análisis de costos de losa aligerada convencional	72
5.3	Análisis de costos de losa aligerada con vigueta prefabricada de alma abierta	85
5.4	Análisis e interpretación de los resultados	105
5.5	Contratación de hipótesis	106
5.6	Prueba de las hipótesis	107
5.7	Estadístico de prueba	108
5.8	Decisión y conclusión	108

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN 109

CONCLUSIONES 110

RECOMENDACIONES 111

FUENTES DE INFORMACIÓN 112

ANEXOS 115

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Unidades de medida para Losas Aligeradas Convencionales	26
Tabla 2. Unidades de medida para Losas Aligeradas con Viguetas Prefabricadas	27
Tabla 3. Leyenda de áreas para Planta de Fabricación de Viguetas	29
Tabla 4. Materiales y equipos necesarios para la fabricación de viguetas de alma abierta	30
Tabla 5. Operacionalización de variables	49
Tabla 6. Tabla salarial de operario (Edificaciones de 10 m)	58
Tabla 7. Tabla salarial del oficial (Edificaciones de 10 m)	59
Tabla 8. Tabla salarial del peón (Edificaciones de 10 m)	60
Tabla 9. Resumen de costo de mano de obra (Edificaciones de 10 m)	61
Tabla 10. Tabla salarial del Operario (Edificaciones menores de 10 m)	63
Tabla 11. Tabla salarial del Oficial (Edificaciones menores de 10 m)	64
Tabla 12. Tabla salarial del Peón (Edificaciones menores de 10 m)	65

Tabla 13. Resumen de costo de mano de obra (Edificaciones menores de 10 m)	66
Tabla 14. Tabla salarial del Operario (Edificaciones de 10 a 20 m)	67
Tabla 15. Tabla salarial del Oficial (Edificaciones de 10 a 20 m)	69
Tabla 16. Tabla salarial del Peón (Edificaciones de 10 a 20 m)	70
Tabla 17. Resumen de costo de mano de obra (Edificaciones de 10 m)	71
Tabla 18. Resumen de metrado de Losa Aligerada $e=0.25m$ (Caso 1)	72
Tabla 19. Resumen de metrado de Losa Aligerada $e=0.17m$ (Caso 1)	72
Tabla 20. Análisis de Precio Unitario de Concreto-Losa Aligerada (Caso 1)	73
Tabla 21. Análisis de Precio Unitario de Ladrillo de techo 20x30x30-Losa Aligerada (Caso 1)	73
Tabla 22. Análisis de Precio Unitario de Ladrillo de techo 12x30x30-Losa Aligerada (Caso 1)	74
Tabla 23. Análisis de Precio Unitario de Encofrado-Losa Aligerada (Caso 1)	74
Tabla 24. Análisis de Precio Unitario de Acero-Losa Aligerada (Caso 1)	75
Tabla 25. Presupuesto-Losa Aligerada Convencional (Caso 1)	75
Tabla 26. Resumen de metrado de Losa Aligerada $e=0.20m$ (Caso 2)	76
Tabla 27. Análisis de Precio Unitario de Concreto-Losa Aligerada (Caso 2)	76
Tabla 28. Análisis de Precio Unitario de Ladrillo de techo 15x30x30-Losa Aligerada (Caso 2)	77
Tabla 29. Análisis de Precio Unitario de Encofrado-Losa Aligerada (Caso 2)	77
Tabla 30. Análisis de Precio Unitario de Acero-Losa Aligerada (Caso 2)	78

Tabla 31. Presupuesto-Losa Aligerada Convencional (Caso 2)	78
Tabla 32. Resumen de metrado de Losa Aligerada $e=0.20m$ (Caso 3)	79
Tabla 33. Análisis de Precio Unitario de Concreto-Losa Aligerada (Caso 3)	79
Tabla 34. Análisis de Precio Unitario de Ladrillo de techo 15x30x30-Losa Aligerada (Caso 3)	80
Tabla 35. Análisis de Precio Unitario de Encofrado-Losa Aligerada (Caso 3)	80
Tabla 36. Análisis de Precio Unitario de Acero-Losa Aligerada (Caso 3)	81
Tabla 37. Presupuesto-Losa Aligerada Convencional (Caso 3)	81
Tabla 38. Resumen de metrado de Losa Aligerada $e=0.20m$ (Caso 4)	82
Tabla 39. Análisis de Precio Unitario de Concreto-Losa Aligerada (Caso 4)	82
Tabla 40. Análisis de Precio Unitario de Ladrillo de techo 15x30x30-Losa Aligerada (Caso 4)	83
Tabla 41. Análisis de Precio Unitario de Encofrado-Losa Aligerada (Caso 4)	83
Tabla 42. Análisis de Precio Unitario de Acero-Losa Aligerada (Caso 4)	84
Tabla 43. Presupuesto-Losa Aligerada Convencional (Caso 4)	84
Tabla 44. Resumen de metrado de Losa Aligerada $e=0.25m$ (Caso 1)	85
Tabla 45. Resumen de metrado de Losa Aligerada $e=0.17m$ (Caso 1)	85
Tabla 46. Rendimientos de Losa Aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta(Caso 1)	86
Tabla 47. Análisis de Precio Unitario de Concreto-Losa Aligerada (Caso 1)	87
Tabla 48. Análisis de Precio Unitario de Apuntalamiento de viguetas-Losa Aligerada (Caso 1)	88

Tabla 49. Análisis de Precio Unitario de Acero-Losa Aligerada (Caso 1)	88
Tabla 50. Análisis de Precio Unitario de Colocación de viguetas-Losa Aligerada (Caso 1)	89
Tabla 51. Análisis de Precio Unitario de Colocación de bovedillas-Losa Aligerada (Caso 1)	89
Tabla 52. Presupuesto-Losa Aligerada con sistema de viguetas prefabricadas de alma abierta (Caso 1)	90
Tabla 55. Análisis de Precio Unitario de Concreto-Losa Aligerada (Caso 2)	92
Tabla 56. Análisis de Precio Unitario de Apuntalamiento de viguetas-Losa Aligerada (Caso 2)	92
Tabla 57. Análisis de Precio Unitario de Acero-Losa Aligerada (Caso 2)	93
Tabla 58. Análisis de Precio Unitario de Colocación de viguetas-Losa Aligerada (Caso 2)	93
Tabla 59. Análisis de Precio Unitario de Colocación de bovedillas-Losa Aligerada (Caso 2)	94
Tabla 60. Presupuesto-Losa Aligerada con sistema de viguetas prefabricadas de alma abierta (Caso 2)	94
Tabla 61. Resumen de metrado de Losa Aligerada $e=0.20m$ (Caso 3)	95
Tabla 63. Análisis de Precio Unitario de Concreto-Losa Aligerada (Caso 3)	97
Tabla 64. Análisis de Precio Unitario de Apuntalamiento de viguetas-Losa Aligerada (Caso 3)	97
Tabla 65. Análisis de Precio Unitario de Acero-Losa Aligerada (Caso 3)	98
Tabla 66. Análisis de Precio Unitario de Colocación de viguetas-Losa Aligerada (Caso 1)	98
Tabla 67. Análisis de Precio Unitario de Colocación de bovedillas-Losa Aligerada (Caso 3)	99
Tabla 68. Presupuesto-Losa Aligerada con sistema de viguetas prefabricadas de alma abierta (Caso 3)	99

Tabla 69. Resumen de metrado de Losa Aligerada $e=0.20m$ (Caso 4)	100
Tabla 71. Análisis de Precio Unitario de Concreto-Losa Aligerada (Caso 4)	102
Tabla 72. Análisis de Precio Unitario de Apuntalamiento de viguetas-Losa Aligerada (Caso 4)	102
Tabla 73. Análisis de Precio Unitario de Acero-Losa Aligerada (Caso 4)	103
Tabla 74. Análisis de Precio Unitario de Colocación de viguetas-Losa Aligerada (Caso 4)	103
Tabla 75. Análisis de Precio Unitario de Colocación de bovedillas-Losa Aligerada (Caso 1)	104
Tabla 76. Presupuesto-Losa Aligerada con sistema de viguetas prefabricadas de alma abierta (Caso 4)	104

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Edificio <i>Lagutenko-Posokhin, Moscow</i>	2
Figura 2. Edificio del Ministerio de Educación del Perú	4
Figura 3. Proyecto de Vivienda Torres de San Felipe	5
Figura 4. Sistema de Losa Convencional	20
Figura 5. Detalle de corte de Losa aligerada convencional	20
Figura 6. Sistema de Losa Aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta	21
Figura 7. Detalle de corte de Losa Aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta	21
Figura 8. Vigueta prefabricada de alma abierta.	22
Figura 9. Bovedilla de concreto y arcilla.	22
Figura 10. Bandeja eléctrica prefabricada.	22
Figura 11. Bandeja sanitaria prefabricada.	23
Figura 12. Arreglo General de una planta de viguetas prefabricadas.	29

Figura 13. Tralicho de acero (<i>Prodac Bekaert</i>)	30
Figura 14. Mesas de fabricación y secciones transversales de moldes	31
Figura 15. Moldes de Vigueta	31
Figura 16. Tralicho colocado en molde.	32
Figura 17. Vaciado de concreto para vigueta	33
Figura 18. Marcado de Vigueta.	34
Figura 19. Equipo de medición y ensayo	38
Figura 20. Equipo de almacenamiento y producción	39
Figura 21. Todos los materiales	39
Figura 22. Montaje y alineación de viguetas	40
Figura 23. Apuntalamiento de viguetas	41
Figura 24. Instalación de bandeja eléctrica	42
Figura 25. Instalación de bandeja sanitaria	42
Figura 26. Bandejas estructurales para viguetas transversales	43

RESUMEN

Ante la creciente demanda de viviendas en el país, la industria de la construcción está en constante búsqueda de sistemas innovadores y efectivos; que garanticen la optimización de costos, repotenciando los estándares de calidad. Por este motivo, el presente estudio tiene como objetivo explicar, demostrar y sustentar la incidencia que existe en el costo de materiales, mano de obra y encofrado de losa aligerada respecto a la variación de dos sistemas constructivos: losas con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta. La investigación es del tipo aplicada con enfoque cuantitativo; diseño observacional, transversal y prospectivo, de nivel descriptivo.

Se realizó un análisis comparativo de cuatro proyectos de edificación multifamiliar en la partida de losa aligerada, comparando ambos sistemas en una misma edificación. Los resultados obtenidos fueron favorables para el sistema de losa aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta demostrando ahorro del 8% respecto al sistema convencional; posteriormente se procedió a analizar esta incidencia con el test T de *student*, con 95 % de confianza, lo cual validó la información presentada.

Palabras claves: Análisis de costos, construcción de losas aligeradas, sistema convencional, viguetas prefabricadas de alma abierta, edificios multifamiliares.

ABSTRACT

Due to the growing demand of housing in the country, the construction industry is constantly searching for innovative and effective systems that guarantee the cost optimization and develop the quality standards. For this reason, this study aims to explain, demonstrate and support the incidence in the cost of materials, labor and lightweight slab formwork in two construction systems: slabs with conventional system and prefabricated *open web joist*. The type of research is applied with a quantitative approach; observational, transversal and prospective design, of descriptive level.

A comparative analysis of four multifamily building projects was carried out in the lightweight slab heading, comparing both systems in each building. The results obtained were favorable for the lightweight slab system with prefabricated open web joist; a saving of 8% with respect to the conventional system was demonstrated; subsequently, this incidence was analyzed with the student's T test, with 95% confidence, which validated the information of this investigation.

Keywords: cost analysis, construction of lightweight slabs, conventional system, prefabricated open web joist, multifamily building

INTRODUCCIÓN

La presente tesis analiza el costo de losa aligerada con sistema convencional y losa con viguetas prefabricadas de alma abierta, de esta manera se logra determinar las diferencias que existen entre cada sistema, partiendo de la necesidad de conocer procedimientos innovadores que impacten positivamente en los costos de construcción, a causa de la creciente demanda de edificaciones en nuestro país.

Como objetivo general se pretende demostrar la diferencia de costos de la construcción de losas aligeradas empleando el sistema de viguetas prefabricadas de alma abierta versus el sistema convencional. Los objetivos específicos son determinar la diferencia de costo de materiales, mano de obra y encofrado entre ambos sistemas

La estructura de la investigación se fundamenta en seis capítulos. El Capítulo I denominado Planteamiento del Problema, establece el entorno del problema, se fijan los objetivos, se justifica su realización, se delimitan los alcances y su viabilidad. En el segundo capítulo muestra los antecedentes, los fundamentos teóricos y la definición de la terminología básica sobre la cual se sustenta la presente tesis, para finalizar con la formulación de las hipótesis. En el tercer capítulo, la hipótesis y variables, se encuentra la posible respuesta del análisis de costo, mediante la formulación de la hipótesis general y las específicas; por otro lado, se efectúa la operacionalización de variables, la cual guiará el desarrollo de la investigación.

Asimismo, El capítulo IV Metodología, expone el diseño y el tipo del estudio realizado; formula las variables que intervienen, así como la funcionalidad de las mismas, la población y la muestra, las técnicas de investigación y el tipo de procesamiento de datos para desarrollar la tesis. En el Capítulo V Resultados se podrá presentar de manera detallada y precisa el desarrollo de los cuatro casos trabajados con ambos sistemas constructivos.

Finalmente, el Capítulo VI Discusión aborda la confrontación de los resultados obtenidos del desarrollo de cada capítulo y los antecedentes de la investigación, mediante la contratación de cinco estudios similares ejecutados en entornos nacionales e internacionales.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes Históricos

Durante el desarrollo de la historia se han trazado varios precedentes de prefabricación debido al propósito de la sociedad de optimizar la eficiencia de los procesos constructivos. Un claro ejemplo es lo sucedido en el siglo XVI durante la guerra entre Francia e Inglaterra, donde el ejército de Francisco I y Enrique II batallaron contra los ingleses construyendo pabellones de madera prefabricados, con capacidad para sus soldados durante el ataque. Estos eran de fácil transporte y se montaban de forma rápida; además de ser cómodos y duraderos.

En 1891 en EEUU se prefabrican las primeras vigas de hormigón armado para la construcción del Casino de *Biarritz*. Mientras en Europa se desarrollaba la prefabricación con sistemas de construcción industrializada basada en diseños cerrados como grandes paneles de hormigón (Fig. 1), debido a la gran demanda de vivienda como consecuencia de la Segunda Guerra Mundial.



Figura 1. Edificio Lagutenko-Posokhin, Moscow
Fuente: Evolución de los sistemas de construcción

Luego de 1970, la demanda de viviendas en edificios en altura disminuyó en Europa, siendo sustituida por la construcción de viviendas unifamiliares de calidad depurada. La prefabricación a base de sistemas cerrados de viviendas trató de ser innovador, centrándose en la fase de producción para aumentar su flexibilidad, elasticidad y variación. Este hecho sentó las bases para un futuro sistema de prefabricación abierto. Por lo que, a fines del siglo XX, la construcción con sistemas cerrados quedó sin uso.

Estados Unidos es uno de los países que mayor investigación ha realizado respecto a la industria de los prefabricados de concreto. A inicios de los cincuenta, ya contemplaba la industria del pretensado en constante ascenso, es así como se crea el *Precast Concrete Institute* (PCI) en Tampa, Florida. El cual recopila todas las experiencias y nuevos retos de esta industria, publicando las primeras especificaciones para el concreto pretensado.

En Sudamérica el país más desarrollado en el uso de los prefabricados de concreto es Chile. De acuerdo a una investigación que realizó el *Precast Concrete Institute* (PCI) en diferentes localidades del país sureño afectado por el terremoto de 2010, se apreció que esta industria construyó varios edificios destinados a oficinas, estadios, naves industriales y puentes.

En América Central, México lidera la lista de los países con más uso de prefabricados; este país viene aplicando paulatinamente este sistema desde los ochenta; y desde los noventa se tienen varios puentes en diferentes localidades, pero sin lugar a duda el más importante es el Puente Zacatal, ubicado en la Ciudad del Carmen y que se encuentra construido sobre el mar, con todos los elementos de la superestructura conformados por prefabricados de concreto.

En resumen, el concreto prefabricado no es una novedad en el mundo, la adopción de este sistema significa un paso más hacia la mejora del sistema constructivo actual, cuyas diferentes aplicaciones poco a poco se están realizando en nuestro medio.

En el Perú se comenzó a usar concreto armado entre los años de 1910 y 1920, sin tener un dato exacto acerca de la primera edificación construida con columnas, vigas y losas de concreto armado. La mayoría de edificaciones se construían con muros de adobe y ladrillo, mientras que los entresijos y techos eran con viguetas de madera; excepto en el caso de bóvedas o cúpulas que podían ser de madera, ladrillo o piedra.

Con la llegada del cemento se inician obras en concreto y concreto armado, modificando por completo los diseños arquitectónicos y estructurales. Sin embargo, a pesar de estructurarse en base a un sistema aperturado, no desaparecen los muros de albañilería que normalmente estaban constituidos por espesores mayores a los 25 cm, presentes en las divisiones interiores y cerramientos laterales.

Durante el terremoto de 1940 en Lima, las edificaciones de adobe se vieron severamente afectadas, mientras que las nuevas construcciones de concreto no sufrieron mayores daños. Muchas de estas edificaciones no sufren fallas debido a la distribución de los muros de albañilería, que ayudaron a proporcionar rigidez y resistencia.

En Lima, en la década de los 50, la empresa Precomsa, inició la prefabricación industrial de viguetas pretensadas para losas aligeradas de edificaciones. Se prefabricó también elementos T y pretensados para techos y cerramientos utilizados en plantas industriales.

Entre los años de 1950 y 1960 la arquitectura peruana sufre cambios drásticos, se comienzan a emplear los tabiques de ladrillo como elementos no estructurales, construidos después del desencofrado de las losas y vigas, permitiendo de esta manera realizar edificios de hasta 22 pisos (Fig. 2) con pórticos de concreto armado y algunos muros.



Figura 2. Edificio del Ministerio de Educación del Perú

Fuente: Evolución de los sistemas de construcción

Para el año de 1963 el código del *American Concrete Institute* (ACI) fue acogido en el Perú, incorporando con él, los nuevos sistemas constructivos de primer mundo, como son las losas en ambas direcciones, con casetones, con viguetas pretensadas prefabricadas, con grandes volados y con vigas chatas de luces considerables. Esto significó un gran salto de la ingeniería peruana, gracias a la implementación de nuevos sistemas constructivos. Como ejemplo tenemos al proyecto de vivienda San Felipe (Fig. 3), construido en 1965.



*Figura 3. Proyecto de Vivienda Torres de San
Fuente: Evolución de los sistemas de construcción*

1.2 Situación Problemática

El sector construcción se ha convertido en una de las industrias más activas en la economía del país, con mayor incidencia en el rubro edificaciones de viviendas, relacionado al crecimiento poblacional y aumento de la inversión. En tal sentido, la problemática del sector vivienda afronta distintas aristas desde el punto de visto socio económico. Las diferentes zonas del país continúan procesos constructivos tradicionales, por ende, se debe promover las investigaciones para innovar los procedimientos y tecnologías constructivos que requiere el país.

Por lo tanto, es labor de los profesionales de ingeniería, buscar sistemas que optimicen costos y tiempo y asimismo, garanticen los requisitos mínimos de calidad y de seguridad. La situación económica en la que vive una buena parte de la población no le permite acceder a la construcción formal; por lo consiguiente, emplean métodos constructivos no acordes con la normativa peruana o simplemente son renuentes a buscar alternativas no convencionales.

1.3 Definición del Problema

En todo proyecto de construcción se busca disminuir costos empleando sistemas de calidad y que a su vez sean productivos y efectivos; lo que genera una búsqueda de sistemas que sean confiables, ya que se debe terminar la losa aligerada del primer piso para seguir con las partidas del segundo piso y así sucesivamente para los pisos superiores.

El sistema tradicional de losa aligerada establece encofrar el fondo de losa, colocar los ladrillos de techo, armar el acero para las viguetas y finalmente, vaciar el concreto en la losa. Por otro lado, el sistema no convencional de losa aligerada propone utilizar elementos prefabricados que se apoyan en la losa apuntalada para la posterior colocación de los elementos que componen el sistema, lo que conlleva a un ahorro de tiempo de encofrado y armado de acero. En ese sentido se busca optimizar el costo de ejecución de losa con un sistema de viguetas prefabricadas de alma abierta, con ello reducir el presupuesto inicial que se tiene con el sistema de construcción tradicional de losa aligerada.

1.4 Formulación del Problema

1.4.1 Problema General

¿Cuál es la diferencia de costos entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares?

1.4.2 Problemas Específicos

¿Cuál es la diferencia del costo de materiales entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares?

¿Cuál es la diferencia del costo de mano de obra entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares?

¿Cuál es la diferencia del costo de encofrado entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Determinar la diferencia de costos entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares.

1.5.2 Objetivos Específicos

Determinar la diferencia del costo de materiales entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares.

Determinar la diferencia del costo de mano de obra entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares.

Determinar la diferencia del costo de encofrado entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares.

1.6 Justificación

Actualmente, se requieren sistemas constructivos eficientes, que optimicen costos, mejorando la calidad y tiempo de ejecución de cada una de las partidas que conforman un proyecto de construcción; por lo que se busca optimizar el costo de losa aligerada, que es un componente importante e incidente en la construcción de la estructura de una edificación multifamiliar.

1.6.1 Justificación teórica

El desarrollo de la investigación tiene el propósito de conocer la efectividad de aplicar el sistema no convencional de viguetas prefabricadas de alma abierta a losas aligeradas en edificios multifamiliares. Asimismo, con este estudio se busca ampliar el horizonte de investigación proponiendo sistemas diferentes al tradicional.

1.6.2 Justificación práctica

El presente estudio se realiza con la finalidad de disminuir el costo de losa aligerada con la aplicación de sistema no convencional, ya que en la actualidad los procesos constructivos conservadores no optimizan costos.

1.6.3 Justificación metodológica

La metodología empleada servirá para orientar el estudio de otras investigaciones similares. Asimismo, los instrumentos para recolección de datos podrán servir para estudios del costo de materiales, mano de obra y encofrado de sistemas de losa aligerada.

1.7 Importancia

El proceso constructivo de losa aligerada tradicional en el Perú, utilizado tradicionalmente, genera muchas veces sobrecostos y desperdicios que se pueden optimizar utilizando sistemas no convencionales. En ese

sentido se busca comprobar que la losa aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta genera un ahorro sustancial con respecto al sistema convencional de losa aligerada, el cual es usado en su mayoría para la construcción de viviendas.

El estudio de costos de sistemas no convencionales genera una visión amplia de las nuevas tecnologías que existen en el país y que están en proceso de implementación en diversos sectores de la construcción.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

En la actualidad, se emplea dos tipos de viguetas prefabricadas en las distintas obras de Lima, las viguetas pretensadas y las viguetas prefabricadas, dentro de estas se encuentran las viguetas de alma llena y las viguetas de alma abierta. Todas estas tipologías de viguetas sirven para construir losas de techos aligerados empleando un tipo ladrillo aligerado que tomarán el nombre de bovedillas, sus dimensiones serán según el tipo de vigueta y espesor de losa.

En busca de documentación existente a nivel nacional, se presentan diversos estudios con características similares, las cuales se indican a continuación:

- a. (Paye Anco, Peña Castillo, & Franco Sanchez, 2018), *Propuesta para la utilización de losas de entrepisos prefabricados y su evaluación costo-tiempo*, de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, el cual indica:

Es posible reducir el costo (15%) y tiempo (64% a 83%) en las losas de entrepiso utilizando elementos prefabricados respecto a los sistemas tradicionales. La reducción de tiempo también nos demandará menores gastos generales.

Al momento de elegir un sistema de entepiso debemos considerar aspectos como el comportamiento estructural, la facilidad de manejo, espacios de trabajo, el transporte de los elementos prefabricados, los acabados, la calidad del producto, la reducción del tiempo, la mano de obra disponible, la cantidad de materiales a manejar en obra, la seguridad y los desperdicios de materiales, entendiéndose que el costo del sistema de entepiso no siempre prima sobre los aspectos antes mencionados. (p. 26)

- b. (Percca Ragas, 2015), *Estudio y análisis costo-beneficio de la aplicación de elementos prefabricados de concreto en el casco estructural del proyecto "TOTTUS GUIPOR"*, de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, el cual concluye diciendo:

Por todo lo expuesto, se puede desprender que la aplicación del sistema constructivo de elementos prefabricados de concreto tiene beneficios claves en un proyecto de construcción y ventajas resaltantes frente a la obra convencional, vaciada in situ; sin embargo, nuestra sociedad permanece aún escéptica frente a nuevos modelos o al cambio e innovación de sistemas constructivos, salvo excepciones mostradas en la presente investigación. Así, la primera meta en el Perú es vencer esa barrera como han hecho muchos países en América latina, que han logrado adoptar y aplicar lo que ya es conocido en otras regiones del mundo, por todas las ventajas que representa el empleo de elementos prefabricados de concreto. (p. 150)

- c. (Chávez Hinojosa, 2011), *Análisis comparativo de sistema y tecnologías aplicadas a la construcción de losas de estacionamiento*, de la Universidad Nacional de Ingeniería, define que:

Estos sistemas relativamente nuevos no son utilizados masivamente en nuestro medio por falta de conocimiento de sus ventajas, y por falta de difusión de los especialistas.

A partir de los cálculos realizados para una distribución en planta de una losa que se vio en el diseño, se concluye en lo que respecta al costo que el sistema de losa más económico es el sistema de losa con viguetas pretensadas y bovedillas de poliestireno, el cual genera aproximadamente un ahorro del 23.5 % con respecto al sistema tradicional.

Con los sistemas analizados se muestra una economía notable del orden de reducir la madera de andamios y encofrado y a racionalizar todas las operaciones de fabricación sobre las cuales se puede ejercer un control muy riguroso. (p. 149)

- d. (Mesía Rusconi, 2010), *Análisis comparativo del uso de elementos prefabricados de concreto armado vs. concreto vaciado in situ en edificios de vivienda de mediana altura en la ciudad de Lima*, de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, concluye que:

El uso de los prefabricados incrementa ligeramente el costo del casco de este proyecto, sin embargo, se ejecuta en menos tiempo. Este proyecto con prefabricados cuesta 13% más que el proyecto con concreto vaciado in situ. En el caso del tiempo de ejecución de la obra, con el primer sistema se concluye el proyecto utilizando el 75% del tiempo que se requiere con el segundo. Este ahorro de tiempo conllevaría a reducir gastos administrativos no contemplados en el presente trabajo, ya que solo se analizó los costos del casco (acero, concreto y encofrados). (p. 111)

- e. (Gutiérrez Ramírez, 2009), *Análisis comparativo del proceso constructivo de losas aligeradas utilizando viguetas prefabricadas FIRTH, viguetas armadas Todocemento y viguetas vaciadas en obra*, de la Universidad Nacional de Ingeniería, expone que:

Las viguetas prefabricadas pueden ser usadas para cualquier tipo de edificación, ya sea edificios multifamiliares, edificios de oficinas, etc., debido a su gran versatilidad y las luces que puede cubrir sin aumentar el espesor ni el peso de losa.

El menor tiempo de construcción y la ausencia de encofrado disminuyen los costos de la losa, por ahorro en materiales, mano de obra y gastos financieros. De igual manera, debido a que la losa con viguetas prefabricadas tiene igual o mayor resistencia que la losa convencional, pero es más liviano, hay un menor costo debido al ahorro de materiales en la propia losa y en las estructuras que lo van a sostener. Como se ha demostrado en el análisis de costos se sabe que existe un ahorro de 8% y 12% en la fabricación de la losa cuando se construyen losas utilizando los sistemas prefabricados. (p. 182)

Al indagar investigaciones a nivel internacional, se puede constatar la existencia de otros estudios con características parecidas a esta investigación, como lo muestra:

- a. (Navarro Yebra & Cardona Benavides , 2015), *Análisis de costo-beneficio de losas de vigueta y bovedilla en la ciudad de Guanajuato*, de la Universidad de Guanajuato, indica que:

El sistema más eficiente hablando de costo, tiempo y mano de obra es el que consta de vigueta de acero (LOSARYD) y bovedilla de poliestireno.

Es importante mencionar que durante la investigación nos percatamos de que este sistema no es muy conocido y es quizá, debido, a que se trata de un producto relativamente nuevo en el mercado, y al hecho de que se ha tratado de poner en duda su funcionalidad, sin embargo, dicho sistema ofrece absolutamente una alternativa de ahorro en costo del 44.14 % con respecto a la muestra patrón (semivigueta y bovedilla de poliestireno), en tiempo y mano de obra (p. 7)

- b. (Jalca Choez, 2015), *Análisis comparativo en costo y tiempo entre losas alivianadas tradicionales y losas alivianadas con bovedilla de poliestireno en una edificación*, de la Universidad de Guayaquil, detalla que:

En las comparaciones detalladas anteriormente, se puede observar que existe una diferencia considerable de precios en materiales, mano de obra y equipo entre los dos sistemas y consecuentemente en el costo total de ambos.

En caso de ser un proyecto grande como un edificio o concursos en urbanizaciones, sería mayor la ganancia y el ahorro porque las losas se construirán con mayor rapidez.

Además, el impacto ambiental sería menor con respecto a desperdicios del material de obra gruesa. (p. 109)

- c. (Macías Olivo, 2016), *Análisis comparativo de costo y de tiempo de construcción de una losa tradicional vs losa aliviana de poliestireno de una vivienda*, de la Universidad de Guayaquil, define que:

La diferencia de costo total entre ambos procesos es de \$513,03; quiere decir, que el sistema fert es el 7,95% más económica a diferencia del método común; esto para nuestra vivienda.

En caso de ser un proyecto grande como un edificio o concursos en urbanizaciones, sería mayor la ganancia y el ahorro porque las losas se construirán con mayor rapidez.

En relación al impacto ambiental es más favorable el segundo método debido a que existirá menos desperdicio de material de obra gruesa (p. 47)

- d. (León Flores, 2007), *Comportamiento sísmico de edificios con losa de viga y bovedilla, para distintas ubicaciones de las viguetas en planta*, de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, muestra que:

En conclusión, el sistema de piso de viga y bovedilla puede ser diseñado en su totalidad mediante un modelo simple de viga continua (práctica común) y tomando en cuenta las recomendaciones para los momentos en el extremo discontinuo y las fuerzas cortantes dadas en este trabajo (p.22)

- e. (Peredo Romero, 2004), *Constructabilidad en proyectos de edificación de concreto en México*, del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, expone que:

La prefabricación en concreto ingresó a México en la década del 50 y aun así su empleo en proyectos de edificación no alcanza al 3% de la construcción total actualmente. Esta situación no es exclusivamente mexicana, muchos países de Latinoamérica, no han visto consolidada esta tecnología debido principalmente a la inestabilidad económica.

Sin embargo, las ventajas que proporcionan estos sistemas, lo convierten en el más aceptado en la actualidad, después del sistema de construcción tradicional y uno de los que ofrece con mayor confiabilidad los requerimientos del mercado competitivo y global en el que estamos incursionando: Estructuras eficientes, flexibilidad de uso, racionalización de

materiales, velocidad en la construcción, calidad, adaptabilidad y amigable ambientalmente. (p. 131)

- f. (Cofre Alvarado, 2003), *Bovedillas de EPS (Poliestireno expandido): Una alternativa para la construcción de losas prefabricadas*, de la Universidad Austral de Chile, el cual concluye que:

La prefabricación en el punto de vista económico y en relación con lo analizado entre una losa de hormigón armado tradicional y una con bovedillas de EPS se puede decir que del punto de vista de materiales son similares con una diferencia mínima a favor de la primera, la diferencia está la mano de obra utilizada ya que la segunda resulta tener un mayor rendimiento lo que se ve reflejado directamente con el precio final por metro cuadrado. (p. 77)

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Concepto de Losa

Estructura plana horizontal de sección transversal en forma rectangular, de concreto armado de espesor variable o materiales prefabricados, que cumple con el objetivo de separar los niveles de la edificación (por lo que también toma el nombre de losa de entrepiso) o que puede servir de cubierta (como de la azotea), la cual se puede ejecutar con diferentes procedimientos constructivos. Al mismo tiempo sirve como soporte para las cargas vivas y muertas, ya que está compuesta por acero y concreto, por lo que dichos elementos absorben los esfuerzos de tracción y compresión respectivamente.

2.2.2 Tipos de Losas

Al existir diferentes tipos de losas en la construcción de edificaciones, se establece la clasificación de la manera siguiente:

a. Según sus materiales y proceso constructivo

- Losas macizas: también llamada losa sólida, está compuesta en todo su espesor y extensión por concreto reforzado.
- Losas aligeradas: conformadas por nervios intermedios en una o dos direcciones, en sus intermedios se coloca un elemento aligerante.

b. Según la distribución del refuerzo

- Reforzada en una dirección: También llamada losa unidireccional, se caracteriza por tener vigas o viguetas que transmiten la carga en un sentido.
- Reforzada en dos direcciones: También llamada losa bidireccional, se caracteriza por tener vigas o viguetas que transmiten la carga en dos direcciones.

c. Según la forma estructural

- Losa plana: Es aquella que no tiene vigas ni viguetas transversales que transfieran la carga a las columnas, soportadas únicamente por elementos de apoyo.
- Losa nervada: Se estructura con una serie de nervios asentados en un conjunto de vigas.
- Losa reticular: losa que se compone de casetones. Presenta huecos en el fondo de losa lo que forma una retícula.

d. Según su construcción

- Vaciadas *"in situ"*: Son vaciadas en el sitio de ejecución, pueden ser losas macizas o aligeradas.

- Prefabricadas: Contienen elementos fabricados de manera industrial, que serán trasladados a obra para su instalación.
- ✓ Vigüeta y bovedilla: Compuesto por vigüetas de concreto reforzado o presforzado siendo elementos portantes y bovedillas como elemento aligerante.
- ✓ Losa alveolar: Elemento prefabricado de hormigón pretensado, aligerado mediante alveolos longitudinales, siendo unidireccional.
- ✓ Losa con lámina de acero: compuesta por una lámina de acero galvanizado de forma trapezoidal que actúa como refuerzo positivo.

e. Según tipo de acero para concreto

- Losas con concreto reforzado: Constituidas por barras de acero corrugado, longitudinal y transversal.
- Losas con concreto presforzado
- ✓ Pretensado: Losa que en su interior cuenta con fierros pretensados (tensados en fabrica).
- ✓ Postensado: Consiste en tensar los cables luego que el concreto haya fraguado y alcanzado la resistencia necesaria.

f. Según su ubicación o uso

- Cimentación: Referido a una placa o capa de concreto apoyada sobre el terreno.
- Entrepiso: Elemento rígido que separa un piso de otro

- Cubierta: Llamada a la losa de techo del último piso, la cual cubre toda la estructura (azotea).

2.2.3 Losa aligerada

Componente estructural de una edificación para losas de entrepiso o cubierta, conformado por concreto reforzado con acero y elementos aligerantes; la losa aligerada está compuesta por una capa monolítica de concreto que actúa como diafragma (espesor mínimo), acero longitudinal y bloques, ladrillos o bovedillas de diferentes materiales (arcilla, concreto o poliestireno), teniendo un diseño con espacios vacíos en su interior de modo que sean más livianas, con dimensiones variables que incrementan el espesor de la losa para darle mayor rigidez.

Cumple básicamente tres funciones:

- Transmitir el peso de los acabados, su mismo peso, el peso de los muebles, el de las personas hacia los muros o vigas.
- Transmitir las fuerzas que producen los terremotos hacia los muros
- Unir las columnas, vigas y muros para que toda la estructura trabaje en conjunto, como si fuera una sola unidad.

La losa aligerada permite disminuir el peso de la estructura y cubrir grandes luces de manera económica.

2.2.3.1 Losa aligerada convencional

Llamada también losa aligerada tradicional, compuesta por acero, concreto y ladrillos colocados in situ, siendo un sistema utilizado en la actualidad para la mayoría edificaciones con losas de entrepiso.



Figura 4. Sistema de Losa Convencional
Elaboración: los autores

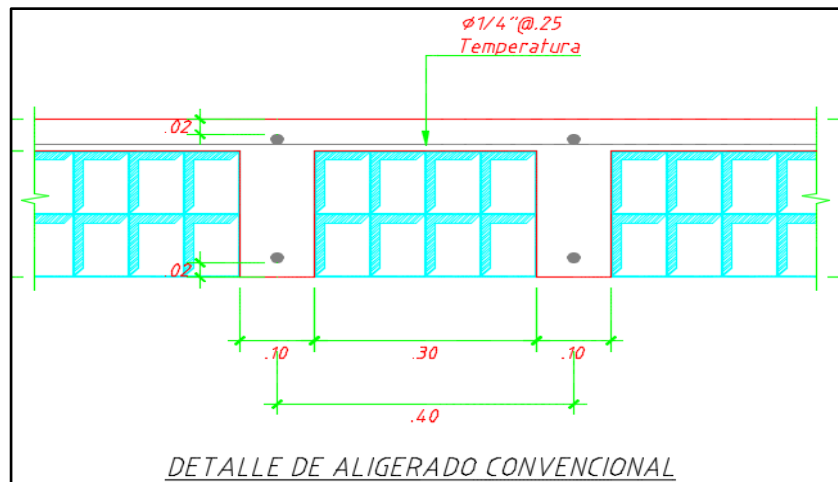


Figura 5. Detalle de corte de Losa aligerada convencional
Elaboración: los autores

2.2.3.2 Losa aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta

Constituido por elementos portantes y aligerantes, como viguetas prefabricadas reforzadas con tralicho de acero y bovedillas de arcilla, concreto o poliestireno, el cual se encontrará apoyado directamente en el patín de concreto que tiene la vigueta.



*Figura 6. Sistema de losa aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta
Elaboración: los autores*



*Figura 7. Detalle de corte de losa aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta
Elaboración: los autores*

El sistema de losa aligerada con viguetas prefabricadas está compuesto por viguetas con acero de refuerzo (tralicado), bovedillas y bandejas para instalaciones sanitarias y eléctricas.



*Figura 8. Vigueta prefabricada de alma abierta.
Elaboración: los autores*



*Figura 9. Bovedilla de concreto y arcilla.
Elaboración: los autores*



*Figura 10. Bandeja eléctrica prefabricada.
Elaboración: los autores*



*Figura 11. Bandeja sanitaria prefabricada
Elaboración: los autores*

2.2.3.3 Análisis y diseño de Losa Aligerada

El análisis y diseño de losas de concreto armado parte del hecho que son elementos estructurales planos cuyo espesor es pequeño comparado con sus otras dimensiones, y que formando parte de los entrepisos, tienen como función estructural el soporte directo de las cargas que actúan sobre ellos, y la transmisión de las mismas hacia otros elementos estructurales como vigas, columnas y tabiques.

El tipo de carga más común que deben soportar las losas son las cargas verticales, provenientes de su peso propio y de elementos que forman parte de los entrepisos designadas como cargas permanentes y cuya notación es D (*Dead load*) y sobrecargas de uso como el peso de muebles, personas, etc. designadas como cargas de uso o accidentales, con notación L (*Live load*).

Acerca del diseño de las losas de entrepiso Ramos Rugel (2002) indica que las losas continuas, en su calidad de estructuras hiperestáticas, requieren de criterios adicionales al de equilibrio para la determinación de sus fuerzas internas. El análisis de este tipo de estructura se efectúa a través de alguno de los siguientes procedimientos: método elástico, método plástico y métodos aproximados.

El método elástico puede ser utilizado en combinación con el método de diseño a la rotura. Sin embargo, de algún modo, esto es contradictorio, ya que asume que el concreto y el acero han superado el límite elástico. Pareciera pues, que el análisis plástico es el más recomendable para ser usado junto con el diseño a la rotura, pero es poco conocido. Al margen de las consideraciones teóricas, el empleo del método elástico para el análisis de estructuras de concreto armado ha demostrado ser una práctica que ha conducido a diseños seguros.

El reglamento recomienda su utilización, aunque reconoce que en la realidad las estructuras pueden trabajar en el rango plástico y, por ello, se plantea criterios para considerar la redistribución de los esfuerzos propios de estructuras que trabajan en el rango inelástico. (Ramos Rugel , 2002)

Cabe mencionar que, en zonas de alta sismicidad, como en el Perú, las losas de concreto armado tienen una importante misión en cuanto se refiere a la transmisión de acciones inerciales que se generan durante la ocurrencia de movimientos sísmicos. En estos casos, las fuertes aceleraciones que se inducen en un edificio durante un sismo debido a los movimientos de su base, generan fuerzas inerciales, tanto horizontales como verticales, que los entresijos deben absorber y ser capaces de transmitir a los elementos con suficiente rigidez y resistencia lateral.

2.2.4 Normatividad Legal

2.2.4.1 Reglamento para el uso de sistemas no convencionales

Es importante describir los decretos normativos que se contextualizan en el desarrollo de este sistema.

Se establece el Reglamento para la aprobación de utilización de sistemas constructivos no convencionales (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO, 2007), aprobado por Decreto Legislativo N° 145 Ley del Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda – ININVI y modificada con Decreto Legislativo N° 582, el cual indica:

Las personas naturales y/o jurídicas que posean o representen Sistemas de Prefabricación de Viviendas y los de Construcción No convencional, cualquiera sea su naturaleza, deberán obtener previamente a su utilización en cualquier lugar del territorio peruano la aprobación y autorización de la misma.

Los propietarios que soliciten autorización municipal para ejecutar obras de construcción en la que se utilice Sistemas de Prefabricación y los de Construcción No Convencionales, deberán presentar a los Concejos Municipales entre los documentos técnicos necesarios, la constancia de aprobación y autorización del sistema a ser aplicado, sin cuyo requisito los Concejos Municipales no otorgarán las respectivas Licencias de Construcción. (p. 3)

El sistema no convencional de viguetas prefabricadas de alma abierta fue aprobado por Resolución Ministerial N°026 – 2013 – VIVIENDA, conforme al informe emitido por la Comisión de Evaluación Técnica de SENCICO (ver Anexo N°1).

2.2.4.2 Norma técnica de metrados para losas aligeradas

Efectuar mediciones y cuantificar el material que se requiere para la construcción de una determinada partida, la **Norma técnica de metrados para obras de edificación y Habilitaciones urbanas** establece criterios mínimos y actualizados para realizar los metrados. Por lo

que el metrado de losas aligeradas convencional y no convencional seguirá lineamientos técnicos ya establecidos.

a. Losas Aligeradas Convencionales

Cada metrado tendrá un código de identificación, se inicia con las siglas OE, que significa "Obras de Edificación", seguidamente de números que van en correlación a la estructura que establece la norma de metrado.

En ese sentido la norma técnica establece para losas aligeradas convencionales el código OE.2.3.9.2 e instaura las unidades para cuantificar cada componente de la losa.

Tabla 1. *Unidades de medida para de Losas Aligeradas Convencionales*

Ítem	Descripción	Unidad
OE.2.3.9.2.1	Para el concreto	Metro cúbico (m ³)
OE.2.3.9.2.2	Para el encofrado y desencofrado	Metro cuadrado (m ²)
OE.2.3.9.2.3	Para la armadura de acero	Kilogramo (kg)
OE.2.3.9.2.4	Para ladrillos, bloques huecos o elementos livianos	Unidad (Und.)

*Fuente: (Dirección Nacional de Construcción, 2010)
Elaboración: los autores*

Forma de medición: El volumen de concreto de las losas aligeradas se obtendrá calculando el volumen total de la losa como si fuera maciza y restándole el volumen ocupado por los ladrillos huecos. El área de encofrado (y desencofrado) se calculará como si fueran losas macizas, a pesar que no se encofra totalmente la

losa si no la zona de las viguetas únicamente. El cómputo del peso de la armadura se incluirá la longitud de las barras que van empotradas en los apoyos. Se calculará la cantidad neta de ladrillos, bloques huecos o elementos livianos es decir sin considerar desperdicios. El porcentaje de desperdicios se incluirá en el análisis de costo. (Dirección Nacional de Construcción, 2010)

b. Losas Aligeradas con Viguetas Prefabricadas

Se establece para losas aligeradas con viguetas prefabricadas el código **OE.2.3.9.3** e instaura las unidades para cuantificar cada componente de la losa:

Tabla 2. Unidades de medida para Losas Aligeradas con Viguetas Prefabricadas

Ítem	Descripción	Unidad
OE.2.3.9.3.1	Para el concreto	Metro cúbico (m ³)
OE.2.3.9.3.2	Para el encofrado y desencofrado	Metro cuadrado (m ²)
OE.2.3.9.3.3	Para la armadura de acero	Kilogramo (kg)
OE.2.3.9.3.4	Para bloques proporcionados por el fabricante	Unidad (Und.)
OE.2.3.9.3.5	Para viguetas proporcionados por el fabricante	Metro lineal (m).

Elaboración propia. Fuente: (Dirección Nacional de Construcción, 2010)

Elaboración: los autores

Forma de medición: El volumen de concreto de estas losas se obtendrá calculando su volumen total como si fuera maciza y restándole el volumen ocupado por las viguetas y los bloques. El área de encofrado (y desencofrado) se calculará como si fueran

losas macizas, a pesar que no se encofra totalmente. Aun cuando la unidad de medición de los encofrados de los diferentes tipos de losas es el metro cuadrado, los metrados deberán diferenciar los distintos sistemas, ya que sus costos unitarios no son iguales. En el cómputo del peso de la armadura se incluirá la armadura de temperatura y los bastones que van empotrados en los apoyos. (Dirección Nacional de Construcción, 2010)

2.2.5 Fabricación de viguetas

Para instalar una planta de fabricación de vigueta se requiere un terreno con área amplia moderadamente grande para poder albergar mesas de fabricación (la cantidad depende de la capacidad de producción) mesa de habilitado de armaduras, almacenes para agregados como el cemento, tralicho, varillas de acero de refuerzo y para los productos terminados; así como también, contar con espacio para maniobrar al momento de cargar y descargar materiales. Se estima aproximadamente 1000 m² de superficie por cada 500 ml de vigueta producidas diariamente.

Este proceso es reglamentado por la NTP 334.189:2016 Concreto. Producto Prefabricado de concreto. Sistemas de losas aligerados con viguetas y bovedillas: Viguetas; esta norma especifica los requisitos y los criterios básicos de funcionamiento de las viguetas prefabricadas de concreto armado o concreto pretensado de concreto armado o concreto pretensado de peso normal (peso específico entre 2000 y 2600 kg/m³), utilizadas conjuntamente con bovedillas.

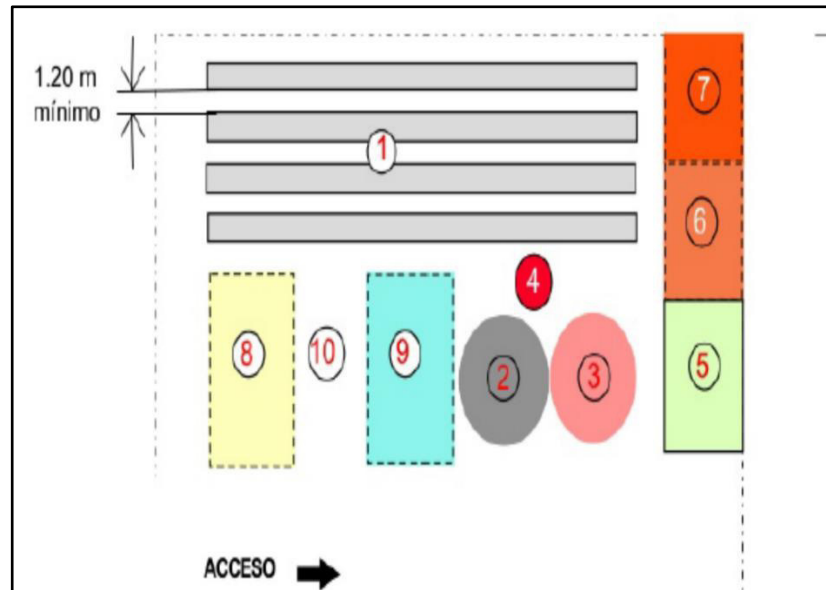


Figura 12. Arreglo General de una planta de viguetas prefabricadas.
Fuente: DEACERO S.A., 2015

Tabla 3. Leyenda áreas para Planta de Fabricación de Viguetas

Leyenda
1.-Mesas de fabricación
2.-Almacén de grava
3.-Almacén de arena
4.- Mezcladora de concreto
5.- Almacén de cemento
6.-Almacén de tralichos y varillas de acero
7.-Mesas de habilitado de armaduras
8.-Almacén de productos terminados
9.-Almacén de productos terminados
10.-Área para carga de viguetas a camión

Fuente: DEACERO S.A., 2015
Elaboración: los autores

2.2.5.1 Materiales y equipos

Para la fabricación de viguetas prefabricadas de alma abierta incluyen una serie de materiales específicos y equipos que se muestran a continuación:

Tabla 4. Materiales y equipos necesarios para la fabricación de viguetas de alma abierta

Materiales	Equipos
Tralicho	Mezcladora de concreto
Varillas de acero	<i>Buggies</i> o caretilas
Cemento Portland tipo 1	Palas
Grava de ½" (tamaño máximo)	Cizallas
Alambre recocido	Mesas de fabricación y vibrado
Arena #4	Mesas de habilitación de armadura
Desmoldante	
Agua	

Elaboración: los autores

El tralicho es un parte principal de la estructura de la vigueta; sin embargo, no se fabrica en el país, de modo que se emite un certificado de calidad que aprueba el uso del acero de refuerzo para la vigueta (ver Anexo N°2). Los demás materiales son de fabricación nacional.



Figura 13. Tralicho de acero (Prodac Bekaert)

Fuente: DEACERO S.A., 2015

La mesa de fabricación y vibrado vienen a ser moldes donde se realiza el patín de la vigueta y que poseen un sistema de vibrado que se realiza después del vaciado del concreto; normalmente la producción de la vigueta diaria es igual a la mitad de la capacidad instalada de mesas.

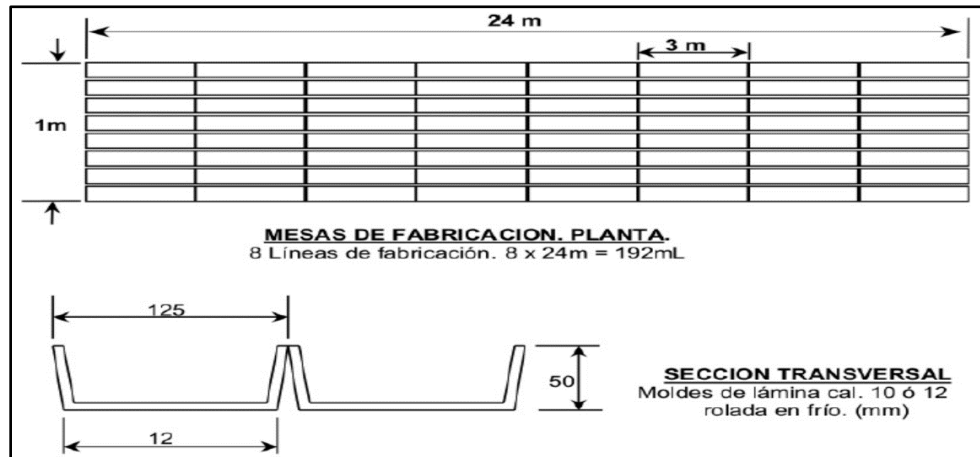


Figura 14. Mesas de fabricación y secciones transversales de moldes (DEACERO S.A., 2015)
Fuente: DEACERO S.A., 2015

2.2.5.2 Proceso de fabricación de vigueta

Paso 1: Limpieza de moldes y aplicación de desmoldante

Se deberá aplicar una capa de desmoldante antes del vaciado del concreto para facilitar la extracción de la vigueta luego del secado y una vez que haya fraguado.



Figura 15. Moldes de Vigueta
Elaboración: los autores

Paso 2: Corte de armadura

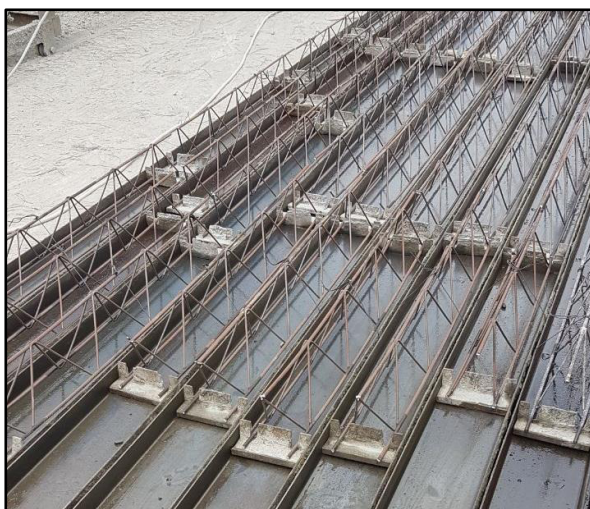
Se deberá cortar el tralicho con cizallas según sea el tamaño de la vigueta y diseño correspondiente.

Los largos de las viguetas varían en múltiplos de 10 cm, desde 1.0 m hasta 6.00 m.

Paso 3: Habilitado de armaduras y amarre de acero tradicional

Para aumentar la resistencia de la vigueta será necesario colocarle acero adicional según el diseño que se tenga para cada vigueta; en la mesa de habilitado de acero con alambre recocado se amarra los aceros adicionales cada 60 o 80 centímetros, el cual se coloca sobre las varillas inferiores del tralicho; una vez habilitado se colocan en los moldes de fabricación.

Cuando se requiera realizar algún traslape de dos tramos de armaduras se recomienda que se realice aproximadamente a los cuartos de la longitud de la vigueta; siendo el traslape mínimo de 40 cm.



*Figura 16. Tralicho colocado en molde
Elaboración: los autores*

Paso 4: Fabricación del concreto

Se realiza de manera tradicional con el uso de una mezcladora o trompo de concreto; la resistencia mínima a emplearse es de 280 kg/cm², con un *slump* aproximado de 4 a 5 pulgadas; la proporción de concreto dependerá de los agregados que se tengan a disposición; teniendo estos un tamaño máximo de ½" o confitillo en la mayoría de casos.

Paso 5: Vaciado del concreto

Una vez elaborado el concreto se lleva en carretillas y se vacía en los moldes; comenzando desde un extremo y se va colando en los diferentes tamaños de viguetas que se tiene.



*Figura 17. Vaciado de concreto para vigueta
Elaboración: los autores*

Paso 6: Vibrado del concreto

Se activa la mesa vibratoria, la cual distribuye el vibrado en todos los moldes de manera homogénea.

Paso 7: Enrasado

Con la ayuda de una regla de madera se enrasan los moldes hasta no tener ningún grumo o irregularidad en toda la extensión de la vigueta.

Paso 8: Curado

Es importante realizar el curado adecuado de las viguetas ya terminadas, mayormente se realiza con agua tantas veces como sea necesario hasta realizar el demoldaje de las viguetas.

Paso 9: Marcado

Cada lote de viguetas posee un código y cada vigueta se marca con el fin de respetar la ubicación en planos en la que se colocará; este marcado se realiza normalmente con pintura y brochas.



*Figura 18. Marcado de Vigueta
Elaboración: los autores*

Paso 10: Desmoldaje

Se requerirá de un día luego del vaciado para el desmoldaje de las viguetas; se hace manualmente haciendo palanca con un objeto contundente; despegando varios puntos de manera que no dañen las demás viguetas.

Paso 11: Acarreo

La vigueta se retira y se apila en el almacén de productos terminados de acuerdo al código de cada lote de viguetas; pudiéndose realizar de manera manual o con ayuda de una grúa.

Paso 12: Almacenamiento

Las viguetas se apilan unas sobre otras, hasta un máximo de 8 niveles; colocando entre ellas tablas de apoyo; el tiempo mínimo de almacenamiento es de 7 días con el fin de que el concreto llegue a su máxima resistencia; esto dependerá mucho del diseño a emplearse.

2.2.5.3 Tarea del Organismo Certificador

Las tareas del Organismo Certificador para el Control de Producción en Fábrica, según un sistema son:

Inspección inicial

Tiene por objeto determinar si se cumplen los requisitos del Control de Producción en Fábrica. El organismo certificador inicia su trabajo comprobando diferentes aspectos como:

- a. La adecuación de los medios de producción y el proceso de producción en relación a los productos deben cumplir las especificaciones de las normas establecidas.
- b. El funcionamiento de los equipos utilizados para pesar, medir y efectuar los ensayos.
- c. La adecuación de los locales o terrenos para el almacenamiento de materias primas, materiales y productos terminados.

Todos los resultados de la inspección inicial, especialmente aquellos relativos al sistema de Control de Producción en Fábrica manejado por el fabricante y la valoración de la aceptación del sistema, deben documentarse en un informe.

Vigilancia rutinaria

Tiene por objeto comprobar si se mantiene la conformidad con los requisitos establecidos en este procedimiento, además de definir y manejar un programa de rutina, de manera que se inspeccionen todos los aspectos esenciales de la producción en fábrica al menos una vez al año para los aspectos del sistema y al menos dos veces al año para el resto de los aspectos.

Durante la inspección rutinaria, los resultados del control de producción del fabricante también se deben examinar para asegurar que el ensayo pedido se ha llevado a cabo con la frecuencia apropiada y que se han emprendido las acciones adecuadas.

El fabricante debe tener organizado y guardar un registro de todas las no conformidades y quejas relativas al producto cubierto por esta vigilancia del control de producción en fábrica y tenerlo a disposición del Organismo Notificado cuando lo requiera.

Al finalizar la auditoría de seguimiento acciones, el Organismo Notificado decidirá si el certificado de conformidad sigue siendo válido. En caso que todas las evaluaciones de seguimiento sean conformes, comunicará al fabricante de que el certificado inicial sigue siendo válido.

2.2.5.4 Tarea del Fabricante

Organización

Las tareas, responsabilidades y autoridad del personal implicado en el control de producción en fábrica deben ser documentadas, mantenidas e implantadas, incluyendo los procedimientos para las actividades siguientes:

- a. Demostración de conformidad del producto en las etapas apropiadas.
- b. Identificación y registro de cualquier caso de no conformidad.
- c. Tratamiento de no conformidades
- d. Establecimiento de las causas de no conformidad y de las posibles acciones correctoras (proyecto, materiales o procedimientos de fabricación).

Sistema de control

El fabricante debe establecer, documentar, mantener e implantar un sistema de control en fábrica que asegure que el producto comercializado satisface los requisitos de esta norma y cumple los valores especificados o declarados.

El sistema de control de producción en fábrica debe estar constituido por procedimientos, instrucciones, inspecciones regulares, ensayos y utilización de los resultados para controlar el equipo, las materias primas, los procesos de producción y los productos.

Control de documentos

Los documentos deben estar controlados de manera que en el lugar de trabajo se disponga únicamente de copias válidas. Dichos documentos son los procedimientos, instrucciones de trabajo, normas, informes de producción, planos y los procedimientos de control de producción en fábrica. Los planos y documentos de producción deben proporcionar las especificaciones y todos los datos necesarios para la fabricación del producto.

Control del proceso

El fabricante debe identificar las características relevantes de la fábrica y/o el proceso de producción. Además, debe definir los criterios y planificar los procesos de producción que afecten directamente a la conformidad del producto.

Inspección y ensayo

La inspección y el ensayo se deben realizar sobre el equipo, las materias primas y otros materiales de entrada, el proceso de producción y los productos. En los esquemas de inspección se deben establecer los objetos, criterios, métodos y frecuencias relacionados con la inspección y el ensayo.

- a. Inspección de equipo: Los equipos utilizados en fábrica para pesar, medir y efectuar los ensayos, deben calibrarse e inspeccionarse siguiendo el esquema de referencia que se muestra a continuación:

	OBJETO	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
1	Equipo de ensayo de resistencia	Salvo indicación en contra en el método de ensayo, calibración con un equipo calibrado según normas nacionales y utilizado exclusivamente con este fin	Funcionamiento y precisión correctos	- Durante la (re)instalación o después de una reparación importante - Una vez al año
2	Equipo de pesaje			
3	Equipo de medición de dimensiones			
4	Equipo de medición de temperatura y humedad			

Figura 19. Equipo de medición y ensayo

Fuente: Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón - ANDECE

	OBJETO	METODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
1	Suministro y almacenamiento de materiales componentes	Inspección visual u otro método apropiado	Ausencia de contaminación	- Durante la instalación - Semanalmente
2		Inspección visual	Funcionamiento correcto	Diariamente
3	Equipo de dosificación por peso o volumétrica	Calibración con un equipo calibrado según normas nacionales y utilizado exclusivamente con este fin	Precisión declarada por el fabricante	- Durante la (re)instalación o después de una reparación importante - Por peso: una vez al año - Volumétrica: dos veces al año - En caso de duda
4	Equipo para la medición continua del contenido de agua en los áridos finos ^A	Comparación de la cantidad real con la lectura del medidor	Precisión declarada por el fabricante	- Durante la (re)instalación - Dos veces al año - En caso de duda
5	Mezcladoras	Inspección visual	Desgaste y funcionamiento correcto	Semanalmente
6	Moldes	Inspección visual	Estado (por ejemplo, desgaste y deformación)	Regulamente, dependiendo del tipo de material y de la frecuencia de uso
7	Equipo de pretensado	Calibración con un equipo calibrado según normas nacionales y utilizado exclusivamente con este fin	Funcionamiento y precisión correctos	- Durante la (re)instalación - Dos veces al año - En caso de duda
8		Inspección visual	Desgaste del equipo de anclaje	Semanalmente para cada equipo utilizado
9	Equipo/máquina de moldeo	Instrucciones de inspección del fabricante	Compactación correcta del hormigón	Instrucciones de inspección del fabricante

^A Sólo si el equipo está disponible y el fin no está cubierto por una(s) inspección(es) apropiada(s), según los apartados D.3.1 o D.4.1

Figura 20. Equipo de almacenamiento y producción.

Fuente: Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón - ANDECE

- b. Inspección de Materiales: Las materias primas y otros materiales de entrada deben ser inspeccionados para comprobar que cumplen con lo establecido en la documentación técnica, la cual es entregada al cliente (Ver Anexo N°3).

	OBJETO	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
1	Todos los materiales	Inspección previa a la aceptación del albarán y/o de la etiqueta del embalaje que muestren la conformidad con el pedido ^A	Determinar si el envío se ajusta a lo solicitado y si la procedencia es adecuada	Cada entrega

^A La hoja de pedido debe mencionar las especificaciones.

Figura 21. Todos los materiales. (Fuente: Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón - ANDECE)

c. Inspección del producto terminado: Se debe preparar e implantar un plan de toma de muestras y de ensayo del producto acabado para la verificación de todas sus propiedades (incluyendo el marcado).

2.2.6 Proceso constructivo de Losa aligerada con vigueta prefabricada de alma abierta

Es el conjunto de elementos constructivos cuyo diseño supone características físicas y mecánicas propias, ligadas a un procedimiento constructivo también propio, para producir los elementos compuestos de una construcción y/o la construcción total del sistema. (Gutiérrez Ramírez, 2009)

El sistema de losa aligerada no convencional presentado siguen etapas secuenciales para su ejecución, principalmente es la colocación de viguetas, elementos aligerantes y vaciado de la losa o capa de concreto superior. Asimismo, lo presenta de manera didáctica la Guía de Ensamblaje del Sistema (ver Anexo N°4).

a. Montaje de viguetas prefabricadas de alma abierta

Colocar las viguetas apoyadas en sus extremos sobre el armado de viga perimetral.



*Figura 22. Montaje y alineación de viguetas
Elaboración: los autores*

b. Alineación de viguetas

Colocar las primeras filas de bovedillas en los extremos con la finalidad de realizar una correcta alineación y separación de las viguetas. De esta manera facilitar la colocación de las demás bovedillas de forma alineada.

c. Apuntalamiento de viguetas

Se colocan puntales a una distancia de 1.20m entre cada puntal y soleras separadas a cada 1.50 m como máximo, las cuales servirán de apoyo provisional de las viguetas. Los puntales y soleras pueden ser de madera o metálicos.



*Figura 23. Apuntalamiento de viguetas
Elaboración: los autores*

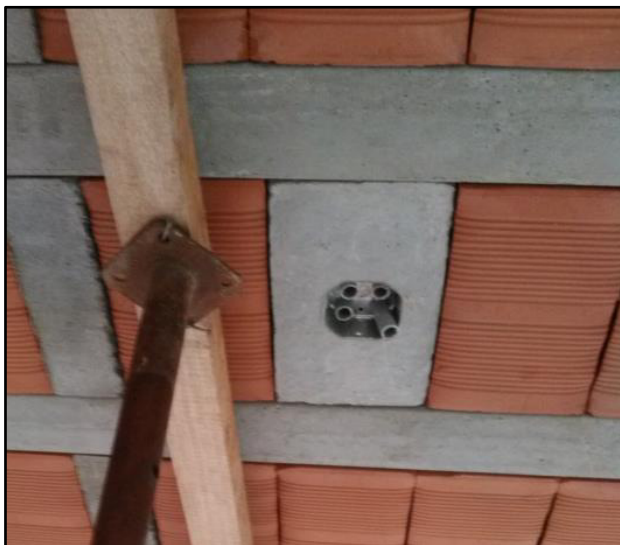
d. Colocación de bovedillas

Se procede a colocar las bovedillas, previamente nivelado de losa y asegurado los puntales, cuidar que estén bien asentadas. Se realiza de forma manual.

e. Colocación de Instalaciones eléctricas

Para realizar las instalaciones eléctricas se reemplazará una bovedilla por una bandeja eléctrica prefabricada que

viene incorporada una caja octogonal semipesado de $\frac{1}{2}$ ".



*Figura 24. Instalación de bandeja eléctrica
Elaboración: los autores*

f. Colocación de Instalaciones sanitarias

Para realizar las instalaciones sanitarias se reemplazará una bovedilla por una bandeja sanitaria prefabricada.



*Figura 25. Instalación de bandeja sanitaria
Elaboración: los autores*

g. Colocación de bandejas estructurales

Este paso es en caso se presenten viguetas transversales de acuerdo al plano estructural, de modo que se colocará la bandeja estructural en toda la longitud de la vigueta transversal.



*Figura 26. Bandejas estructurales para viguetas transversales
Elaboración: los autores*

h. Colocación acero de temperatura

Se coloca acero longitudinal de manera cuadriculada con diámetro determinado según especificaciones, amarrado con alambre recocido, caso contrario se puede colocar malla electro soldada.

i. Vaciado de la capa de concreto

Se efectúa el vaciado y vibrado de concreto para la losa de techo, previamente se debe mojar las bovedillas y viguetas.

j. Curado de Losa

Una vez endurecido el concreto se procede a llenar de agua la capa de concreto.

2.3 Definiciones de términos básicos

Elementos aligerantes: Compuesto por materiales ligeros, como poliestireno, formando bloques de diferentes dimensiones. En caso de ser de concreto o arcilla serán huecos en su interior.

ININVI: Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda. Tiene por finalidad fomentar, orientar y ejecutar investigaciones y trabajos científicos, tecnológicos, socioeconómicos y de toda otra naturaleza, vinculados a la problemática de la vivienda y la edificación; así como elaborar normas que regulen el diseño de las edificaciones y el desarrollo tecnológico de la construcción, con el fin de promover y difundir los procedimientos y usos de técnicas que aseguren el abaratamiento, calidad y los tipos de productos más adecuados a las exigencias de nuestra realidad nacional.

Losa: Elemento estructural de espesor reducido respecto de sus otras dimensiones usado como techo o piso, generalmente horizontal y armado en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente en su contorno. Usado también como diafragma rígido para mantener la unidad de la estructura frente a cargas horizontales de sismo

Losa aligerada: Son losas constituidas por viguetas de concreto y elementos livianos de relleno. Las viguetas van unidas entre sí por una losa o capa superior de concreto. Los elementos de relleno están constituidos por ladrillos, bloques huecos o elementos livianos que sirven para aligerar el peso de la losa y además para conseguir una superficie uniforme de cielorraso.

Losa aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta: También llamada losa de viga y bovedilla, es un sistema estructural formado por componentes portantes prefabricados denominados viguetas, componentes aligerantes llamado bovedillas y por una losa de compresión. (EEPSA Elementos Estructurales Prefabricados S.A. de C.V., 2010)

Son losas semejantes a las losas aligeradas convencionales, con la diferencia que las viguetas son prefabricadas y/o pretensadas. Así mismo, los bloques son de forma especial tal que permitan apoyarse en las viguetas. (Dirección Nacional de Construcción, 2010)

Norma técnica de metrados para obras de edificación y Habilitaciones urbanas: aprobado por resolución ministerial n° 073-2010 promovida por la DNC del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, presenta la norma con el fin de fomentar el concepto de calidad en la industria de la construcción y establecer criterios mínimos actualizados para cuantificar las partidas que intervienen en un presupuesto. (Dirección Nacional de Construcción, 2010)

Patín de concreto: Es una losita normalmente de 5 cm de altura y 15 cm de ancho la cual posee una resistencia mínima de 280 kg/cm² y que se fabrica con concreto premezclado siguiendo un estricto control de calidad en todo su proceso de producción en planta.

Puntales: Elementos de apoyo verticales o inclinados diseñados para soportar el peso del encofrado, del concreto y de las cargas de construcción sobre ellos.

SENCICO: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. Es una de tratamiento especial del Sector Vivienda, Construcción y Saneamiento; tiene como finalidad la formación de los trabajadores del sector construcción, la educación superior no universitaria, el desarrollo de Investigaciones vinculadas a la problemática de la vivienda y edificación.

Sistema constructivo: Son aquellos sistemas de edificación que emplean materiales y/o procesos constructivos que están reglamentados por normas nacionales.

Son aquellas edificaciones que cumplen con los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, diseño, materiales y construcción, establecidas en el Reglamento nacional de edificaciones (RNE) y las normas técnicas de edificación.

Tralicho: Es una armadura de acero de alta resistencia (grado 80) con un esfuerzo de fluencia de 5000 kg/cm², conformado por dos aceros positivos inferiores y un acero superior negativo, ambos unidos por alambres reticulados continuos en zigzag electro soldados.

Viguetas prefabricadas: Es un elemento conformado por una armadura de acero y de concreto que sirve como base hecho de manera industrial.

Viguetas prefabricadas alma abierta: Vigüeta fabricada en planta, compuesto por una armadura de acero, conocido como tralicho, embebido en una losa de concreto que sirve como base, llamada patín de concreto. Según especificaciones técnicas se puede añadir refuerzo adicional.

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis General

Con la aplicación de viguetas prefabricadas de alma abierta se disminuye significativamente el costo de losas aligeradas en edificios multifamiliares.

3.1.2 Hipótesis Específicas

- Con la aplicación de viguetas prefabricadas de alma abierta se disminuye significativamente el costo de materiales de losas aligeradas en edificios multifamiliares.

- Con la aplicación de viguetas prefabricadas de alma abierta se disminuye significativamente el costo de mano de obra de losas aligeradas en edificios multifamiliares.

- Con la aplicación de viguetas prefabricadas de alma abierta se disminuye significativamente el costo de encofrado de losas aligeradas en edificios multifamiliares.

3.2 Variables

Al ser un estudio descriptivo se identificó el objeto de la investigación e inmediatamente se definió las variables. Siendo la variable independiente explicativa y la dependiente designada a explicar los efectos de los resultados.

- Objeto de estudio: Realizar un análisis de costos de losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares.
- Variable independiente: Sistema de Losa Aligerada
- Variable dependiente: Costo de Losa Aligerada

3.1.3 Operacionalización de variables

Tabla 5. Operacionalización de variables

VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
V. Independiente (X)	Sistema de Losa Aligerada (X)	X1: Sistema Convencional	X1.1: Rendimientos X1.2: Cantidad de encofrado X1.3: Cantidad de Ladrillos de techo X1.4: Cantidad de concreto X1.5: Cantidad de acero	Técnica: - Metrado - Análisis de Precios Unitarios Instrumento: Hoja de recolección de datos
		X2: Sistema de Viguetas Prefabricadas de Alma Abierta	X1.1: Rendimientos X1.2: Cantidad de apuntalamiento X1.3: Cantidad de viguetas prefabricadas X1.4: Cantidad de bovedillas X1.4: Cantidad de concreto X1.5: Cantidad de acero	
V. Dependiente (Y)	Costo de Losa Aligerada (Y)	Y1: Costo de materiales Y2: Costo de mano de obra Y3: Costo de encofrado	Y1.1: Costo de encofrado Y1.2: Costo de concreto Y1.3: Costo de acero Y1.4: Costo de ladrillo de techo Y1.5: Costo de viguetas prefabricadas Y1.6: Costo de bovedillas Y1.7: Costo de apuntalamiento Y2.1: Costo de mano de obra Y3.1: Costo de encofrado	

Elaboración: los autores

3.3 Matriz de Consistencia

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LOSA ALIGERADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES					
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE		Tipo de investigación: Aplicada, con enfoque cuantitativo Nivel de investigación: Descriptiva Diseño del estudio: Observacional según el propósito, transversal y prospectivo según toma de datos.
¿Cuál es la diferencia de costos entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta, en edificios multifamiliares?	Determinar la diferencia de costos entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares.	Con la aplicación de viguetas prefabricadas de alma abierta se disminuye significativamente el costo del sistema de losas aligeradas en edificios multifamiliares.	Costo de Losa Aligerada	- Costo de materiales - Costo de mano de obra - Costo de encofrado	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE INDEPENDIENTE		
¿Cuál es la diferencia del costo de materiales entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares?	Determinar la diferencia del costo de materiales entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares.	Con la aplicación de viguetas prefabricadas de alma abierta se disminuye significativamente el costo de materiales de losas aligeradas en edificios multifamiliares.	Sistema de Losa Aligerada	- Sistema Convencional - Sistema de Viguetas Prefabricadas de Alma Abierta	
¿Cuál es la diferencia del costo de mano de obra entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares?	Determinar la diferencia del costo de mano de obra entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares.	Con la aplicación de viguetas prefabricadas de alma abierta se disminuye significativamente el costo de mano de obra de losas aligeradas en edificios multifamiliares.			
¿Cuál es la diferencia del costo de encofrado entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares?	Determinar la diferencia del costo de encofrado entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares.	Con la aplicación de viguetas prefabricadas de alma abierta se disminuye significativamente el costo de encofrado de losas aligeradas en edificios multifamiliares.			

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

4.1 Diseño Metodológico

4.1.1 Tipo de Investigación

La investigación es del tipo aplicada por que tiene como objetivo analizar características determinadas a partir de conocimientos básicos establecidos y de enfoque cuantitativo, puesto que los valores de las variables son datos medibles, obteniendo resultados numéricos.

4.1.2 Nivel de Investigación

De acuerdo como se aborda el estudio la investigación corresponde al nivel descriptivo, ya que su finalidad es describir los hechos tal cual son observados durante la recolección de información necesaria para el desarrollo de la investigación y determinar los indicadores para posteriormente describir las variables.

4.1.3 Diseño de la Investigación

La investigación se desarrolla a través de criterios de diseño, los cuales guían el lineamiento para el tratamiento y análisis de la información. Comprende el plan o estrategia para responder las interrogantes planteadas y verificar las hipótesis formuladas.

Según el propósito del estudio es observacional, puesto que no acepta la manipulación deliberada de ninguna de las variables, por el contrario, se observa en su contexto natural. Asimismo, la investigación no experimental implica observar, analizar y procesar los datos obtenidos.

Por el número de mediciones es un estudio **transversal**, de manera que la toma de datos para cada variable se realiza únicamente una vez, para su posterior clasificación y análisis. Para la recolección de información se puede emplear un tiempo más o menos prolongado.

El tipo de diseño según la cronología de las observaciones es **prospectivo**, de manera que la recolección de información se realiza durante el desarrollo de la investigación; como procesos constructivos, materiales y mano de obra, los cuales serán empleados para determinar la veracidad de la hipótesis general.

4.2 Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizó la técnica de observación directa no participante, ya que se recolecta los datos sin tener función directa dentro del lugar donde se efectúa la investigación. Como instrumento de recolección, se utilizaron entrevista oral, escritas y hoja de recolección de datos.

4.3 Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información

Se realizó el análisis estadístico de los resultados con la prueba de Test “*T de Student*”, este método aplica a una muestra menor a 30, de variable de tipo cuantitativo, donde las hipótesis planteadas serán analizadas mediante la media aritmética.

4.4 Diseño Muestral

Para el presente trabajo de investigación se desarrolla en base a un grupo de estudio, el cual comprende cuatro edificios multifamiliares.

- **Caso 1:** Edificio Multifamiliar Velasco Astete
- **Caso 2:** Edificio Multifamiliar Los Sauces
- **Caso 3:** Edificio Multifamiliar Granda y Granda
- **Caso 4:** Edificio Multifamiliar Caraponguillo

4.5 Prueba de Hipótesis

4.5.1 Hipótesis general

a. Hipótesis Nula (H_0):

Con la aplicación de viguetas prefabricadas de alma abierta **se disminuye** significativamente el costo de losa aligerada en edificios multifamiliares.

b. Hipótesis alterna (H_a):

Con la aplicación de viguetas prefabricadas de alma abierta **no se disminuye** significativamente el costo de losa aligerada en edificios multifamiliares.

4.5.2 Hipótesis específicas

a. Hipótesis Nula 1 (H_0):

Con la aplicación de viguetas prefabricadas de alma abierta **no se disminuye** significativamente el costo de materiales de losas aligeradas en edificios multifamiliares.

b. Hipótesis alterna 1 (H1):

Con la aplicación de viguetas prefabricadas de alma abierta **se disminuye** significativamente el costo de materiales de losas aligeradas en edificios multifamiliares.

c. Hipótesis Nula 2 (Ho):

Con la aplicación de viguetas prefabricadas de alma abierta **no se disminuye** significativamente el costo de mano de obra de losas aligeradas en edificios multifamiliares.

d. Hipótesis alterna 2 (H2):

Con la aplicación de viguetas prefabricadas de alma abierta **se disminuye** significativamente el costo de mano de obra de losas aligeradas en edificios multifamiliares.

e. Hipótesis Nula 3 (Ho):

Con la aplicación de viguetas prefabricadas de alma abierta **no se disminuye** significativamente el costo de encofrado de losas aligeradas en edificios multifamiliares.

f. Hipótesis alterna 3 (H3):

Con la aplicación de viguetas prefabricadas de alma abierta **se disminuye** significativamente el costo de encofrado de losas aligeradas en edificios multifamiliares.

4.6 Aspectos éticos

El presente estudio toma en consideración el Código de Ética de la Universidad de San Martín de Porres, de manera que los autores actúan bajo principios éticos basados en la honestidad, responsabilidad y principio de justicia.

En el marco de la recolección de información consultada o utilizada se respeta el derecho de autoría del conocimiento mediante referencias, siguiendo el principio de autonomía se atribuye al correspondiente.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Desarrollo de la investigación

Para ejecutar este procedimiento se determinó los metrados y análisis de precios unitarios para cada objeto de estudio, aplicados al sistema convencional y de losas con viguetas prefabricadas de alma abierta.

Los metrados se realizan con ayuda del software *Microsoft Excel* y planos en formato *DWG*; igualmente para el análisis de precios unitarios se utiliza *Microsoft Excel*, procesos constructivos y datos de rendimientos obtenidos en obra (medición de rendimientos); asimismo, se calculó el costo actualizado de mano de obra y se realizó cotizaciones para obtener los precios más competitivos de materiales en el mercado nacional.

Cabe mencionar que cada análisis de precios unitarios se efectuó bajo criterios de los autores y en base a la información recolectada durante el desarrollo de la investigación. Se realizó el análisis comparativo de costos entre dos tipos de sistemas de construcción de losas aligeradas para cada proyecto de vivienda.

5.1.1 Análisis de costo de mano de obra

a. Cálculo para trabajos en edificios de 10 metros de altura

De acuerdo a la Tabla de salarios y beneficios sociales pliego Nacional 2017-2018, la cual tiene validez del 01 de junio del 2017 al 31 de mayo del 2018 (ver Anexo N°5).

Se obtiene el precio de hora hombre para el operario, oficial y peón; el cual comprende todos los beneficios y aportaciones de Ley como son EsSalud 9%, S.C.T.R 1.30 % y CIC-AFP 1.00 %.

- **Costo Operario**

Se debe tener en cuenta que para el valor de la gratificación; se consideró el promedio de dos cálculos diferentes; el primero comprende al periodo de enero-julio, perteneciente a fiestas patrias, el cual es cuarenta veces el jornal diario dividido entre 210 días; y el segundo al periodo de agosto -diciembre, perteneciente a fiestas por Navidad, el cual es cuarenta veces el jornal diario dividido entre 150 días.

Tabla 6. Tabla salarial de operario (Edificaciones de 10 m)

OPERARIO		Total días	Parcial(S/)
JORNAL	64.3	6	385.80
DOMINICAL	10.72	6	64.30
BUC (Bono unificado de la construcción)	32%	6	123.46
Movilidad	7.2	6	43.20
Gratificación	14.70	7	102.88
Vacaciones (10% JORNAL)	6.43	6	38.58
Indemnización diaria (12%cts, utilidades 3%)	9.645	6	57.87
Bonificación Extraordinaria Ley 29351	1.32	7	9.2592
Bonificación por altura (7%)	4.50	6	6.7515
		TOTAL SEMANAL(S/)	832.10
APORTACIONES			
Essalud (9%)	9%	1	55.09
S.C.T.R (1.30%)	1.30%	1	7.96
CIC-AFP (1.00%)	1.00%	1	6.12
Escolaridad (3 hijos en promedio)	16.08	7	112.525
		NETO SALARIAL SEMANAL (S/.)	1013.79
		NETO SALARIAL DIARIO (S/.)	168.97
		NETO SALARIAL POR HORA (S/.)	21.12

Elaboración: los autores

- **Costo Oficial**

Se realizó el mismo cálculo para el oficial y el peón a diferencia de que a estos, se les considera solo el 30 % en el BUC (Bono unificado de la construcción) en vez de 32 % que es lo que corresponde para operarios.

Tabla 7. Tabla salarial del oficial (Edificaciones de 10 m)

OFICIAL		Total días	Parcial(S/.)
JORNAL	50.5	6	303.00
DOMINICAL	8.42	6	50.50
BUC(Bono unificado de la construcción)	30%	6	90.90
Movilidad	7.2	6	43.20
Gratificación	11.69	7	81.80
Vacaciones(10% JORNAL)	5.05	6	30.30
Indemnización diaria(12%cts,utilidades 3%)	7.575	6	45.45
Bonificación Extraordinaria Ley 29351	1.05	7	7.362
Bonificación por altura(7%)	3.54	6	5.3025
		TOTAL SEMANAL(S/.)	657.81
APORTACIONES			
Essalud 9%	9%	1	42.72
S.C.T.R 1.30%	1.30%	1	6.17
CIC-AFP 1.00%	1.00%	1	4.75
Escolaridad(3 hijos en promedio)	12.63	7	88.375
		NETO SALARIAL SEMANAL (S/.)	799.83
		NETO SALARIAL DIARIO (S/.)	133.31
		NETO SALARIAL POR HORA (S/.)	16.66

Elaboración: los autores

Se debe tener en consideración que al no conocer la cantidad exacta de hijos por cada trabajador se consideró 3 en promedio para el cálculo de la escolaridad, que se obtuvo multiplicando la cantidad de hijos por el jornal y por 30 días entre 360.

- **Costo Peón**

Se debe tener en cuenta que se consideró la bonificación por altura del 7% del jornal diario ya que es un edificio de 12.5 metros de altura, de tal manera se distribuyó la cantidad para que el costo unitario por este concepto solo comprenda el último piso que supera los 10 metros de altura.

Tabla 8. Tabla salarial del peón (Edificaciones de 10 m)

PEÓN		Total días	Parcial(S/.)
JORNAL	46.5	6	279.00
DOMINICAL	7.75	6	46.50
BUC(Bono unificado de la construcción)	30%	6	83.70
Movilidad	7.2	6	43.20
Gratificación	10.63	7	74.40
Vacaciones(10% JORNAL)	4.65	6	27.90
Indemnización diaria(12%cts,utilidades 3%)	6.975	6	41.85
Bonificación Extraordinaria Ley 29351	0.96	7	6.696
Bonificación por altura(7%)	3.26	6	4.8825
		TOTAL SEMANAL(S/.)	608.13
APORTACIONES			
Essalud 9%	9%	1	39.34
S.C.T.R 1.30%	1.30%	1	5.68
CIC-AFP 1.00%	1.00%	1	4.37
Escolaridad(3 hijos en promedio)	11.63	7	81.375
		NETO SALARIAL SEMANAL (S/.)	738.90
		NETO SALARIAL DIARIO (S/.)	123.15
		NETO SALARIAL POR HORA (S/.)	15.39

Elaboración: los autores

De esta manera se obtiene el cuadro resumen de Hora-Hombre que se muestra a continuación:

Tabla 9. Resumen de costo de mano de obra (Edificaciones de 10 m)

	COSTO DE HORA-HOMBRE
CAPATAZ	S/25.31
OPERARIO	S/21.09
OFICIAL	S/16.64
PEON	S/15.37

Elaboración: los autores

b. Cálculo para trabajos en edificios menores de 10 metros de altura.

De acuerdo a la Tabla de Salarios y Beneficios Sociales del Pliego Nacional 2017-2018(Del 01.06.2017 al 31.05.2018) se obtuvo el precio de hora hombre para la obra para el operario, oficial y peón; el cual comprende todos los beneficios y aportaciones de Ley como son Essalud 9%, S.C.T.R 1.30 % y CIC-AFP 1.00 %.

- **Costo Operario**

Se debe tener en cuenta que se está considera un promedio en el cálculo de la gratificación; ya que son dos cálculos diferentes; el primero comprende al periodo de enero-julio, perteneciente a fiestas patrias, el cual será cuarenta veces el jornal diario dividido entre 210 días; y el segundo comprende al periodo de agosto -diciembre, perteneciente a fiestas por Navidad, el cual será cuarenta veces el jornal diario dividido entre 150 días.

Tabla 10. Tabla salarial del Operario (Edificaciones menores de 10 m)

OPERARIO		Total días	Parcial(S/.)
JORNAL	64.3	6	385.80
DOMINICAL	10.72	6	64.30
BUC(Bono unificado de la construcción)	32%	6	123.46
Movilidad	7.2	6	43.20
Gratificación	14.70	7	102.88
Vacaciones(10% JORNAL)	6.43	6	38.58
Indemnización diaria(12%cts,utilidades 3%)	9.645	6	57.87
Bonificación Extraordinaria Ley 29351	1.32	7	9.2592
		TOTAL SEMANAL(S/.)	825.35
APORTACIONES			
Essalud 9%	9%	1	55.09
S.C.T.R 1.30%	1.30%	1	7.96
CIC-AFP 1.00%	1.00%	1	6.12
Escolaridad(3 hijos en promedio)	16.08	7	112.525
		NETO SALARIAL SEMANAL (S/.)	1007.04
		NETO SALARIAL DIARIO (S/.)	167.84
		NETO SALARIAL POR HORA (S/.)	20.98

Elaboración: los autores

- **Costo de Oficial**

Se realiza el mismo cálculo para el oficial y el peón a diferencia de que a estos, se les considera solo el 30 % en el BUC (Bono unificado de la construcción) en vez de 32 % que es lo que corresponde para operarios.

Tabla 11. Tabla salarial del Oficial (Edificaciones menores de 10 m)

OFICIAL		Total días	Parcial(S./.)
JORNAL	50.5	6	303.00
DOMINICAL	8.42	6	50.50
BUC(Bono unificado de la construcción)	30%	6	90.90
Movilidad	7.2	6	43.20
Gratificación	11.69	7	81.80
Vacaciones(10% JORNAL)	5.05	6	30.30
Indemnización diaria(12%cts,utilidades 3%)	7.575	6	45.45
Bonificación Extraordinaria Ley 29351	1.05	7	7.362
		TOTAL SEMANAL(S./.)	652.51
APORTACIONES			
Essalud 9%	9%	1	42.72
S.C.T.R 1.30%	1.30%	1	6.17
CIC-AFP 1.00%	1.00%	1	4.75
Escolaridad(3 hijos en promedio)	12.63	7	88.375
		NETO SALARIAL SEMANAL (S./.)	794.53
		NETO SALARIAL DIARIO (S./.)	132.42
		NETO SALARIAL POR HORA (S./.)	16.55

Elaboración: los autores

Se debe tener en consideración que al no conocer la cantidad exacta de hijos por cada trabajador se considera 3 hijos en promedio para el cálculo de la escolaridad, que se obtiene multiplicando la cantidad de hijos por el jornal y por 30 días entre 360.

- **Costo de Peón**

Se debe tener en cuenta que no se está considerando la bonificación por altura del 7% del jornal diario ya que es un edificio de 8 metros de altura.

Tabla 12. Tabla salarial del Peón (Edificaciones menores de 10 m)

PEON		Total días	Parcial(S/.)
JORNAL	46.5	6	279.00
DOMINICAL	7.75	6	46.50
BUC(Bono unificado de la construcción)	30%	6	83.70
Movilidad	7.2	6	43.20
Gratificación	10.63	7	74.40
Vacaciones(10% JORNAL)	4.65	6	27.90
Indemnización diaria(12%cts,utilidades 3%)	6.975	6	41.85
Bonificación Extraordinaria Ley 29351	0.96	7	6.696
		TOTAL SEMANAL(S/.)	603.25
APORTACIONES			
Essalud 9%	9%	1	39.34
S.C.T.R 1.30%	1.30%	1	5.68
CIC-AFP 1.00%	1.00%	1	4.37
Escolaridad(3 hijos en promedio)	11.63	7	81.375
		NETO SALARIAL SEMANAL (S/.)	734.01
		NETO SALARIAL DIARIO (S/.)	122.34
		NETO SALARIAL POR HORA (S/.)	15.29

Elaboración: los autores

De esta manera se obtiene el cuadro resumen de Hora-Hombre que se muestra a continuación:

Tabla 13. Resumen de costo de mano de obra (Edificaciones menores de 10 m)

	COSTO DE HORA-HOMBRE
CAPATAZ	S/25.18
OPERARIO	S/20.98
OFICIAL	S/16.55
PEON	S/15.29

Elaboración: los autores

c. Cálculo para trabajos en edificios de 10 a 20 metros de altura

De acuerdo a la Tabla de Salarios y Beneficios Sociales Pliego Nacional 2017-2018(Del 01.06.2017 al 31.05.2018) se obtiene el precio de hora hombre para la obra para el operario, oficial y peón; el cual comprende todos los beneficios y aportaciones de Ley como son Essalud 9%, S.C.T.R 1.30 % y CIC-AFP 1.00 %.

• **Costo Operario**

Tabla 14. Tabla salarial del Operario (Edificaciones de 10 a 20 m)

OPERARIO		Total días	Parcial(S/.)
JORNAL	64.3	6	385.80
DOMINICAL	10.72	6	64.30
BUC(Bono unificado de la construcción)	32%	6	123.46
Movilidad	7.2	6	43.20
Gratificación	14.70	7	102.88
Vacaciones(10% JORNAL)	6.43	6	38.58
Indemnización diaria(12%cts,utilidades 3%)	9.645	6	57.87
Bonificación Extraordinaria Ley 29351	1.32	7	9.2592
Bonificación por altura(7%)	4.50	6	13.503
		TOTAL SEMANAL(S/.)	838.85
APORTACIONES			
Essalud 9%	9%	1	55.09
S.C.T.R 1.30%	1.30%	1	7.96
CIC-AFP 1.00%	1.00%	1	6.12
Escolaridad(3 hijos en promedio)	16.08	7	112.525
		NETO SALARIAL SEMANAL (S/.)	1020.54
		NETO SALARIAL DIARIO (S/.)	170.09
		NETO SALARIAL POR HORA (S/.)	21.26

Elaboración: los autores

Se debe tener en cuenta que se está considera un promedio en el cálculo de la gratificación; ya que son dos cálculos diferentes; el primero comprende al periodo de enero-julio, perteneciente a fiestas patrias, el cual será cuarenta veces el jornal diario dividido entre 210 días; y el segundo comprende al periodo de agosto -diciembre, perteneciente a fiestas por Navidad, el cual será cuarenta veces el jornal diario dividido entre 150 días.

- **Costo Oficial**

Se realiza el mismo cálculo para el oficial y el peón a diferencia de que a estos, se les considera solo el 30 % en el BUC (Bono unificado de la construcción) en vez de 32 % que es lo que corresponde para operarios.

Tabla 15. Tabla salarial del Oficial (Edificaciones de 10 a 20 m)

e		Total días	Parcial(S./.)
JORNAL	50.5	6	303.00
DOMINICAL	8.42	6	50.50
BUC(Bono unificado de la construcción)	30%	6	90.90
Movilidad	7.2	6	43.20
Gratificación	11.69	7	81.80
Vacaciones(10% JORNAL)	5.05	6	30.30
Indemnización diaria(12%cts,utilidades 3%)	7.575	6	45.45
Bonificación Extraordinaria Ley 29351	1.05	7	7.362
Bonificación por altura(7%)	3.54	6	10.605
		TOTAL SEMANAL(S./.)	663.12
APORTACIONES			
Essalud 9%	9%	1	42.72
S.C.T.R 1.30%	1.30%	1	6.17
CIC-AFP 1.00%	1.00%	1	4.75
Escolaridad(3 hijos en promedio)	12.63	7	88.375
		NETO SALARIAL SEMANAL (S./.)	805.13
		NETO SALARIAL DIARIO (S./.)	134.19
		NETO SALARIAL POR HORA (S./.)	16.77

Elaboración: los autores

Se debe tener en consideración que al no conocer la cantidad exacta de hijos por cada trabajador se considera 3 hijos en promedio para el cálculo de la escolaridad, que se obtiene multiplicando la cantidad de hijos por el jornal y por 30 días entre 360.

- **Costo Peón**

Se debe tener en cuenta que se está considerando la bonificación por altura del 7% del jornal diario ya que es un edificio de 19 metros de altura, de tal manera se distribuyó la cantidad para que costo unitario por este concepto solo comprendan los pisos que superan los 10 metros de altura.

Tabla 16. Tabla salarial del Peón (Edificaciones de 10 a 20 m)

PEÓN		Total días	Parcial(S/.)
JORNAL	46.5	6	279.00
DOMINICAL	7.75	6	46.50
BUC(Bono unificado de la construcción)	30%	6	83.70
Movilidad	7.2	6	43.20
Gratificación	10.63	7	74.40
Vacaciones(10% JORNAL)	4.65	6	27.90
Indemnización diaria(12%cts,utilidades 3%)	6.975	6	41.85
Bonificación Extraordinaria Ley 29351	0.96	7	6.696
Bonificación por altura(7%)	3.26	6	9.765
		TOTAL SEMANAL(S/.)	613.01
APORTACIONES			
Essalud 9%	9%	1	39.34
S.C.T.R 1.30%	1.30%	1	5.68
CIC-AFP 1.00%	1.00%	1	4.37
Escolaridad(3 hijos en promedio)	11.63	7	81.375
		NETO SALARIAL SEMANAL (S/.)	743.78
		NETO SALARIAL DIARIO (S/.)	123.96
		NETO SALARIAL POR HORA (S/.)	15.50

Elaboración: los autores

De esta manera se obtiene el cuadro resumen de Hora-Hombre que se muestra a continuación:

Tabla 17. Resumen de costo de mano de obra (Edificaciones de 10 m)

	COSTO DE HORA-HOMBRE
CAPATAZ	S/25.51
OPERARIO	S/21.26
OFICIAL	S/16.77
PEÓN	S/15.50

Elaboración: los autores

5.2 Análisis de costos de losa aligerada convencional

5.2.1 Caso 1: Edificio Multifamiliar Velasco Astete

El presente caso se detalló en el anexo 11 (Memoria Descriptiva del caso 1), el cual comprende un edificio de 3 sótanos, un semisótano y 4 pisos más azotea.

a. Cuantificación de materiales y encofrado

Se estimó el metrado de losa (ver Anexo) según espesor y tipo de vigueta a emplear en cada caso:

Tabla 18. Resumen de metrado de Losa Aligerada $e=0.25m$ (Caso 1)

Descripción	Und.	Total
Concreto $f'c=210$ kg/cm ²	m ³	160.33
Acero corrugado $f'y=4200$ kg/cm ²	kg	9,667.83
Encofrado de losa	m ²	1,590.24
Ladrillo de arcilla de techo 20x30x30	und	13,179.00

Elaboración: los autores

Tabla 19. Resumen de metrado de Losa Aligerada $e=0.17m$ (Caso 1)

Descripción	Und.	Total
Concreto $f'c=210$ kg/cm ²	m ³	12.15
Acero corrugado $f'y=4200$ kg/cm ²	kg	532.41
Encofrado de losa	m ²	151.88
Ladrillo de arcilla de techo 20x30x30	und	1,266.00

Elaboración: los autores

b. Análisis de Precios Unitarios

Se procedió a elaborar los precios unitarios para cada partida de losa aligerada convencional de acuerdo a las consideraciones de cada proyecto.

- **Análisis de precios unitarios de concreto premezclado $f'c=210$ kg/cm²**

Se consideró el bombeo del concreto con servicio de bomba telescópica; con desperdicio de 5% de concreto.

Tabla 2020. Análisis de Precio Unitario de Concreto-Losa Aligerada (Caso 1)

Partida	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 210 kg/cm2 - LOSA ALIGERADA						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 60.0000	Costo unitario directo por : m3				299.60
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0133	25.31	0.34	
0101010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.2667	21.09	5.62	
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1333	16.64	2.22	
0101010004	PEON	hh	4.0000	0.5333	15.37	8.20	
0101020005	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.1333	18.87	2.52	
18.89							
Materiales							
0223010037	CONCRETO PRE-MEZCLADO C/CEMENTO TIPO I F'C=210 kg/cm2	m3		1.0500	240.00	252.00	
244.80							
Equipos							
0302730002	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP, 1.50 plg	hm	1.0000	0.1333	5.22	0.70	
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	18.89	0.57	
1.26							
Subcontratos							
0404010003	SERVICIO BOMBA TELESCOPICA	m3		1.0500	33.00	34.65	
34.65							

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de ladrillo de arcilla para techo 20x30x30 cm**

Se consideró ladrillo de techo de arcilla de 20x30x30 cm y de 12x30x30 cm, con un desperdicio del 20%.

Tabla 2121. Análisis de Precio Unitario de Ladrillo de techo 20x30x30-Losa Aligerada (Caso 1)

Partida	LADRILLO ARCILLA PARA TECHO 20X30X30 CM						
Rendimiento	pza/DIA	MO. 1,600.0000	Costo unitario directo por : pza				3.28
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	25.31	0.01	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0050	21.09	0.11	
0101010002	OFICIAL	hh	1.0000	0.0050	16.64	0.08	
0101010004	PEON	hh	10.0000	0.0500	15.37	0.77	
0.97							
Materiales							
0248040004	LADRILLO ARCILLA HUECO 20 20x30x30cm	mll		0.0012	1,900.00	2.28	
2.28							
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	0.97	0.03	
0.03							

Elaboración: los autores

Tabla 2222. Análisis de Precio Unitario de Ladrillo de techo 12x30x30-Losa Aligerada (Caso 1)

Partida	LADRILLO ARCILLA PARA TECHO 12X30X30 CM						
Rendimiento	pza/DIA	MO. 1,600.0000	Costo unitario directo por : pza				2.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	25.31	0.01	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0050	21.09	0.11	
0101010002	OFICIAL	hh	1.0000	0.0050	16.64	0.08	
0101010004	PEON	hh	10.0000	0.0500	15.37	0.77	
						0.97	
Materiales							
0248040004	LADRILLO ARCILLA HUECO 12 12x30x30cm	ml		0.0012	1,290.00	1.55	
						1.55	
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	0.97	0.03	
						0.03	

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de encofrado y desencofrado normal**

Se consideró el alquiler de sistema de encofrado con puntales normal (h<3.50 m) con espaciamiento cada 60 cm; además de panel estructural de madera (1.22x2.44 m).

Tabla 2323. Análisis de Precio Unitario de Encofrado-Losa Aligerada (Caso 1)

Partida	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL LOSA ALIGERADA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 14.0000	Costo unitario directo por : m2				40.34
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0571	25.31	1.45	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	21.09	12.05	
0101010003	PEON	hh	1.0000	0.5714	15.37	8.78	
						22.28	
Materiales							
0231150005	ALQUILER MENSUAL DE ENCOFRADO PARA LOSAS	m2		1.0000	8.06	8.06	
0253020013	SIKAFOR-DESMOLDANTE	kg		0.0478	5.20	0.25	
0253020013	CLAVOS	kg		0.1513	3.00	0.45	
0253020013	PANEL ESTRUCTURAL DE MADERA(1.22X2.44 M) E=8 MM	pza		0.0840	98.00	8.23	
0253020013	SEPARADOR DE CONCRETO E=4 CM	und		2.0000	0.20	0.40	
						17.39	
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	22.28	0.67	
						0.67	

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de acero $f_y=4200$ kg/cm²**

Se consideró acero habilitado con desperdicio del 5%.

Tabla 2424. Análisis de Precio Unitario de Acero-Losa Aligerada (Caso 1)

Partida	ACERO $f_y=4.200$ KG/CM ² REND:250 KG/DIA						
Rendimiento	kg/DIA	MO.	250.0000	Costo unitario directo por : kg			3.86
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0032	25.31		0.08
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.09		0.67
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.64		0.53
							1.29
Materiales							
0205030006	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO BWG N 16	kg		0.0200	2.34		0.05
0205230053	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ (G-60)	kg		0.0011	2,370.00		2.49
							2.54
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	1.29		0.04
							0.04

Elaboración: los autores

c. Costo de Losa Aligerada Convencional

Se muestra a continuación el costo directo total de losa aligerada con sistema convencional en base a la interacción de todas las partidas concernientes a losas aligeradas.

Tabla 2525. Presupuesto-Losa Aligerada Convencional (Caso 1)

LOSAS CONVENCIONAL	Unidad	Metrado	P.U(\$/)	Parcial
LOSAS ALIGERADAS e=0.25m				194,378.84
ACERO $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	9,667.83	3.86	37,340.08
ENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS	m ²	1,590.24	40.34	64,152.66
CONCRETO EN VIGAS Y LOSAS EN EDIFICIO $f'c=210$ Kg/cm ²	m ³	160.33	299.60	48,035.54
CURADO	m ²	1,590.24	1.03	1,637.95
LADRILLO 20x30x30	und	13,179.00	3.28	43,212.61
LOSAS ALIGERADAS e=0.17m				15,204.40
ACERO $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	532.41	3.86	2,056.33
ENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS	m ²	151.88	40.34	6,127.07
CONCRETO EN VIGAS Y LOSAS EN EDIFICIO $f'c=210$ Kg/cm ²	m ³	12.15	299.60	3,640.19
CURADO	m ²	151.88	1.03	156.44
LADRILLO 12x30x30	und	1,266.00	2.55	3,224.37

Elaboración: los autores

5.2.2 Caso 2: Edificio Multifamiliar Los Sauces

El presente caso se detalló en el anexo 12 (Memoria Descriptiva del caso 2), el cual comprende un edificio de 8 pisos.

a. Cuantificación de Materiales y Encofrado

Se estimó el metrado de losa según su espesor y el tipo de vigueta a emplear en cada caso:

Tabla 26. Resumen de metrado de Losa Aligerada e=0.20m (Caso 2)

Losa aligerada e=20 cm		
Concreto f'c=210 kg/cm ²	m ³	63.48
Acero corrugado fy=4200 kg/cm ²	kg	4,773.61
Encofrado de losa	m ²	725.53
Ladrillo de arcilla de techo 20x30x30	und	6,046.00

Elaboración: los autores

b. Análisis de Precios Unitarios

Se procedió a elaborar los precios unitarios para cada partida de losa aligerada convencional de acuerdo a las consideraciones de cada proyecto.

- **Análisis de precios unitarios de concreto premezclado f'c=210 kg/cm²**

Se consideró el bombeo del concreto con servicio de bomba telescópica; con desperdicio de 5% de concreto.

Tabla 27. Análisis de Precio Unitario de Concreto-Losa Aligerada (Caso 2)

CONCRETO PREMEZCLADO F'c 210 kg/cm ² - LOSA ALIGERADA								
Partida			MO. 60.0000			Costo unitario directo por : m ³		299.75
Rendimiento	m ³ /DIA							
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/		Precio \$/
Mano de Obra								
0101010001	CAPATAZ X		hh	0.1000	0.0133	25.51		0.34
0101010002	OPERARIO		hh	2.0000	0.2667	21.26		5.67
0101010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.1333	16.77		2.24
0101010004	PEON		hh	4.0000	0.5333	15.50		8.27
0101020005	OPERADOR EQUIPO LIVIANO		hh	1.0000	0.1333	18.95		2.53
								19.04
Materiales								
0223010037	CONCRETO PRE-MEZCLADO C/CEMENTO TIPO I F'c=210 kg/cm ²		m ³		1.0500	240.00		252.00
								244.80
Equipos								
0302730002	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP, 1.50 plg		hm	1.0000	0.1333	5.22		0.70
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL		%MO		3.0000	19.04		0.57
								1.27
Subcontratos								
0404010003	SERVICIO BOMBA TELESCOPICA		m ³		1.0500	33.00		34.65
								34.65

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de ladrillo de arcilla para techo 15x30x30 cm**

Se consideró ladrillo de techo de arcilla de 15x30x30 cm, con un desperdicio del 20%.

Tabla 2828. Análisis de Precio Unitario de Ladrillo de techo 15x30x30-Losa Aligerada (Caso 2)

Partida	LADRILLO ARCILLA PARA TECHO 15X30X30 CM						
Rendimiento	pza/DIA	MO. 1,600.0000	Costo unitario directo por : pza				3.11
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Precio S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	25.51	0.01	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0050	21.26	0.11	
0101010002	OFICIAL	hh	1.0000	0.0050	16.77	0.08	
0101010004	PEON	hh	10.0000	0.0500	15.50	0.78	
							0.98
Materiales							
0248040004	LADRILLO ARCILLA HUECO 15 15x30x30cm	mll		0.0012	1,750.00	2.10	
							2.10
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	0.98	0.03	
							0.03

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de encofrado y desencofrado normal**

Se consideró el alquiler de sistema de encofrado con puntales normal (h<3.50 m) con espaciamiento cada 60 cm; además de panel estructural de madera (1.22x2.44 m).

Tabla 2929. Análisis de Precio Unitario de Encofrado-Losa Aligerada (Caso 2)

Partida	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL LOSA ALIGERADA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 14.0000	Costo unitario directo por : m2				40.58
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Precio S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0571	25.51	1.46	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	21.26	12.15	
0101010003	PEON	hh	1.0000	0.5714	15.50	8.86	
							22.46
Materiales							
0231150005	ALQUILER MENSUAL DE ENCOFRADO PARA LOSAS	m2		1.0000	8.59	8.59	
0253020013	SIKAFOR-DESMOLDANTE	kg		0.0478	5.20	0.25	
0253020013	CLAVOS	kg		0.1513	3.00	0.45	
0253020013	PANEL ESTRUCTURAL DE MADERA(1.22X2.44 M) E=8 MM	pza		0.0840	92.26	7.75	
0253020013	SEPARADOR DE CONCRETO E=4 CM	und		2.0000	0.20	0.40	
							17.44
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	22.46	0.67	
							0.67

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de acero $f_y=4200$ kg/cm²**

Se consideró acero habilitado con desperdicio del 5%.

Tabla 3030. Análisis de Precio Unitario de Acero-Losa Aligerada (Caso 2)

Partida	ACERO $FY=4,200$ KG/CM ² REND:250 KG/DIA						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	Costo unitario directo por : kg				3.69
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Precio \$/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0032	25.51	0.08	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.26	0.68	
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.77	0.54	
						1.30	
Materiales							
0205030006	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO BWG N 16	kg		0.0200	2.34	0.05	
0205230053	ACERO CORRUGADO $F'Y=4200$ (G-60)	kg		0.0011	2,200.00	2.31	
						2.36	
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	1.30	0.04	
						0.04	

Elaboración: los autores

c. Costo de Losa Aligerada Convencional

Se muestra a continuación el costo directo total de losa aligerada con sistema convencional en base a la interacción de todas las partidas concernientes a losas aligeradas.

Tabla 3131. Presupuesto-Losa Aligerada Convencional (Caso 2)

LOSAS CONVENCIONAL	Unidad	Metrado	P.U(\$/)	Parcial
LOSAS ALIGERADAS $e=0.20$m				85,637.85
ACERO $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	4,773.61	3.69	17,635.38
ENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS	m ²	725.53	40.58	29,440.41
CONCRETO EN VIGAS Y LOSAS EN EDIFICIO $f'c= 210$ Kg/cm ²	m ³	63.48	299.75	19,028.38
CURADO	m ²	725.53	1.03	747.30
LADRILLO 15x30x30	und	6,046.00	3.11	18,786.39

Elaboración: los autores

5.2.3 Caso 3: Edificio Multifamiliar Granda y Granda

El presente caso se detalló en el anexo 13 (Memoria Descriptiva del caso 3), el cual comprende un edificio multifamiliar de 1 semisotano, 4 pisos y azotea.

a. Cuantificación de Materiales y Encofrado

Se estimó el metrado de losa según su espesor y el tipo de vigueta a emplear en cada caso:

Tabla 32. Resumen de metrado de Losa Aligerada e=0.20m (Caso 3)

Losa aligerada e=20 cm		
Concreto $f'c=210$ kg/cm ²	m ³	67.98
Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	4,932.77
Encofrado de losa	m ²	776.94
Ladrillo de arcilla de techo 20x30x30	und	6,475.00

Elaboración: los autores

b. Análisis de Precios Unitarios

Se procedió a elaborar los precios unitarios para cada partida de losa aligerada convencional de acuerdo a las consideraciones de cada proyecto.

• Análisis de precios unitarios de concreto premezclado $f'c=210$ kg/cm²

Se consideró el bombeo del concreto con servicio de bomba telescópica; con desperdicio de 5% de concreto.

Tabla 3333. Análisis de Precio Unitario de Concreto-Losa Aligerada (Caso 3)

Partida	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 210 kg/cm ² - LOSA ALIGERADA						
Rendimiento	m ³ /DIA	MO. 60.0000	Costo unitario directo por : m ³				299.61
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0133	25.31	0.34	
0101010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.2667	21.09	5.62	
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1333	16.64	2.22	
0101010004	PEON	hh	4.0000	0.5333	15.37	8.20	
0101020005	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.1333	18.87	2.52	
							18.89
Materiales							
0223010037	CONCRETO PRE-MEZCLADO C/CEMENTO TIPO I F'C=210 kg/cm ²	m ³		1.0500	240.00	252.00	
							244.80
Equipos							
0302730002	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP, 1.50 plg	hm	1.0000	0.1333	5.22	0.70	
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	18.89	0.57	
							1.26
Subcontratos							
0404010003	SERVICIO BOMBA TELESCOPICA	m ³		1.0500	33.00	34.65	
							34.65

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de ladrillo de arcilla para techo 15x30x30 cm**

Se consideró ladrillo de techo de arcilla de 20x30x30 cm, con un desperdicio del 20%.

Tabla 3434. Análisis de Precio Unitario de Ladrillo de techo 15x30x30-Losa Aligerada (Caso 3)

Partida	LADRILLO ARCILLA PARA TECHO 15X30X30 CM						
Rendimiento	pza/DIA	MO. 1,600.0000	Costo unitario directo por : pza				3.04
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	25.31	0.01	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0050	21.09	0.11	
0101010002	OFICIAL	hh	1.0000	0.0050	16.64	0.08	
0101010004	PEON	hh	10.0000	0.0500	15.37	0.77	
							0.97
Materiales							
0248040004	LADRILLO ARCILLA HUECO 15 15x30x30cm	mll		0.0012	1,700.00	2.04	
							2.04
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	0.97	0.03	
							0.03

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de encofrado y desencofrado normal**

Se consideró el alquiler de sistema de encofrado con puntales normal (h<3.50 m) con espaciamiento cada 60

cm; además de panel estructural de madera (1.22x2.44 m).

Tabla 3535. Análisis de Precio Unitario de Encofrado-Losa Aligerada (Caso 3)

Partida	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL LOSA ALIGERADA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 14.0000	Costo unitario directo por : m2				40.34
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0571	25.31	1.45	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	21.09	12.05	
0101010003	PEON	hh	1.0000	0.5714	15.37	8.78	
22.28							
Materiales							
0231150005	ALQUILER MENSUAL DE ENCOFRADO PARA LOSAS	m2		1.0000	8.06	8.06	
0253020013	SIKAFOR-DESMOLDANTE	kg		0.0478	5.20	0.25	
0253020013	CLAVOS	kg		0.1513	3.00	0.45	
0253020013	PANEL ESTRUCTURAL DE MADERA(1.22X2.44 M) E=8 MM	pza		0.0840	98.00	8.23	
0253020013	SEPARADOR DE CONCRETO E=4 CM	und		2.0000	0.20	0.40	
17.39							
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	22.28	0.67	
0.67							

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de acero fy=4200 kg/cm2**

Se consideró acero habilitado con desperdicio del 5%.

Tabla 3636. Análisis de Precio Unitario de Acero-Losa Aligerada (Caso 3)

Partida	ACERO FY=4,200 KG/CM2 REND:250 KG/DIA						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	Costo unitario directo por : kg				3.86
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0032	25.31	0.08	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.09	0.67	
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.64	0.53	
1.29							
Materiales							
0205030006	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO BWG N 16	kg		0.0200	2.34	0.05	
0205230053	ACERO CORRUGADO FY=4200 (G-60)	kg		0.0011	2,370.00	2.49	
2.54							
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	1.29	0.04	
0.04							

Elaboración: los autores

c. Costo de Losa Aligerada Convencional

Se muestra a continuación el costo directo total de losa aligerada con sistema convencional en base a la interacción de todas las partidas concernientes a losas aligeradas.

Tabla 3737. Presupuesto-Losa Aligerada Convencional (Caso 3)

LOSAS CONVENCIONAL	Unidad	Metrado	P.U(\$/)	Parcial
LOSAS ALIGERADAS e=0.20m				91,239.11
ACERO $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	4,932.77	3.86	19,051.85
ENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS	m ²	776.94	40.34	31,342.92
CONCRETO EN VIGAS Y LOSAS EN EDIFICIO $f'c=210$ Kg/cm ²	m ³	67.98	299.61	20,367.22
CURADO	m ²	776.94	1.03	800.25
LADRILLO 20x30x30	und	6,475.00	3.04	19,676.87

Elaboración: los autores

5.2.4 Caso 4: Edificio Multifamiliar Carapungullo

El presente caso se detalló en el anexo 14 (Memoria Descriptiva del caso 4), el cual comprende un edificio multifamiliar de 3 pisos y azotea.

a. Cuantificación de Materiales y Encofrado

Se estimó el metrado de losa según su espesor y el tipo de vigueta a emplear en cada caso:

Tabla 38. Resumen de metrado de Losa Aligerada e=0.20m (Caso 4)

Losa aligerada e=20 cm			
Concreto $f'c=210$ kg/cm ²	m ³		18.28
Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm ²	kg		1,331.65
Encofrado de losa	m ²		208.93
Ladrillo de arcilla de techo 20x30x30	und		1,742.00

Elaboración: los autores

b. Análisis de Precios Unitarios

Se procedió a elaborar los precios unitarios para cada partida de losa aligerada convencional de acuerdo a las consideraciones de cada proyecto.

- **Análisis de precios unitarios de concreto f'c=210 kg/cm2**

Tabla 3939. Análisis de Precio Unitario de Concreto-Losa Aligerada (Caso 4)

Partida	CONCRETO F'c 210 kg/cm2 - LOSA ALIGERADA						
Rendimiento	m3/DIA						325.30
			MO. 20.0000			Costo unitario directo por : m3	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0400	25.18	1.01	
0101010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	20.98	16.78	
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	16.55	6.62	
0101010004	PEON	hh	8.0000	3.2000	15.29	48.93	
0101020005	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	18.87	7.55	
							73.34
Materiales							
0223010037	Cemento Portland	bls		9.2000	21.40	196.88	
0223010037	Arena gruesa	m3		0.5000	20.17	10.09	
0223010037	Piedra chancada 1/2"	m3		0.8000	48.74	38.99	
0223010037	Agua	m3		0.1800	9.00	1.62	
							247.58
Equipos							
0391010101	Mezcladora de concreto de 9-11 p3, 18 HP	%MO		3.0000	73.34	2.20	
0302730002	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP, 1.50 plg	hm	1.0000	0.4000	5.22	2.09	
0391010101	Mezcladora de concreto de 9-11 p3, 18 HP	hm	1.0000	0.4000	23.20	0.09	
							4.38

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de ladrillo de arcilla para techo 15x30x30 cm**

Se consideró ladrillo de techo de arcilla de 15x30x30 cm, con un desperdicio del 20%.

Tabla 4040. Análisis de Precio Unitario de Ladrillo de techo 15x30x30-Losa Aligerada (Caso 4)

Partida	LADRILLO ARCILLA PARA TECHO 15X30X30 CM						
Rendimiento	pza/DIA						3.03
			MO. 1,600.0000			Costo unitario directo por : pza	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	25.18	0.01	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0050	20.98	0.10	
0101010002	OFICIAL	hh	1.0000	0.0050	16.55	0.08	
0101010004	PEON	hh	10.0000	0.0500	15.29	0.76	
							0.96
Materiales							
0248040004	LADRILLO ARCILLA HUECO 15 15x30x30cm	mll		0.0012	1,700.00	2.04	
							2.04
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	0.96	0.03	
							0.03

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de encofrado y desencofrado normal**

Se consideró el alquiler de sistema de encofrado con puntales normal ($h < 3.50$ m) con espaciamento cada 60 cm; además de panel estructural de madera (1.22x2.44 m).

Tabla 4141. Análisis de Precio Unitario de Encofrado-Losa Aligerada (Caso 4)

Partida	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL LOSA ALIGERADA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 14.0000	Costo unitario directo por : m2			40.22	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0571	25.18	1.44	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	20.98	11.99	
0101010003	PEON	hh	1.0000	0.5714	15.29	8.74	
						22.16	
Materiales							
0231150005	ALQUILER MENSUAL DE ENCOFRADO PARA LOSAS	m2		1.0000	8.06	8.06	
0253020013	SIKAFOR-DESMOLDANTE	kg		0.0478	5.20	0.25	
0253020013	CLAVOS	kg		0.1513	3.00	0.45	
0253020013	PANEL ESTRUCTURAL DE MADERA(1.22X2.44 M) E=8 MM	pza		0.0840	98.00	8.23	
0253020013	SEPARADOR DE CONCRETO E=4 CM	und		2.0000	0.20	0.40	
						17.39	
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	22.16	0.66	
						0.66	

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de acero $f_y=4200$ kg/cm²**

Se consideró acero habilitado con desperdicio del 5%.

Tabla 4242. Análisis de Precio Unitario de Acero-Losa Aligerada (Caso 4)

Partida	ACERO $F_Y=4,200$ KG/CM ² REND:250 KG/DIA						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			3.86	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0032	25.18	0.08	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.98	0.67	
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.55	0.53	
						1.28	
Materiales							
0205030006	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO BWG N 16	kg		0.0200	2.34	0.05	
0205230053	ACERO CORRUGADO $F_Y=4200$ (G-60)	kg		0.0011	2,370.00	2.49	
						2.54	
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	1.28	0.04	
						0.04	

Elaboración: los autores

c. Costo de Losa Aligerada Convencional

Se muestra a continuación el costo directo total de losa aligerada con sistema convencional en base a la interacción de todas las partidas concernientes a losas aligeradas.

Tabla 4343. Presupuesto-Losa Aligerada Convencional (Caso 4)

LOSAS CONVENCIONAL	Unidad	Metrado	P.U(\$/)	Parcial
LOSAS ALIGERADAS e=0.20m				24,983.78
ACERO $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	1,331.65	3.86	5,133.89
ENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS	m ²	208.93	40.22	8,403.59
CONCRETO EN VIGAS Y LOSAS EN EDIFICIO $f'c= 210$ Kg/cm ²	m ³	18.28	325.30	5,946.43
CURADO	m ²	208.93	1.03	215.20
LADRILLO DE TECHO 15x30x30	und	1,742.00	3.03	5,284.67

Elaboración: los autores

5.3 Análisis de costos de losa aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta

5.3.1 Caso 1: Edificio Multifamiliar Velasco Astete

El presente caso se detalló en el anexo 11 (Memoria Descriptiva del caso 1), el cual comprende un edificio de 3 sótanos, un semisótano y 4 pisos más azotea.

a. Cuantificación de Materiales y Encofrado

Se estimó el metrado de losa según su espesor y el tipo de vigueta a emplear en cada caso:

Tabla 4444. Resumen de metrado de Losa Aligerada $e=0.25m$ (Caso 1)

Losa aligerada $e=0.25 m$		
Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	m3	130.30
Apuntalamiento	m2	1,581.55
Bovedilla de arcilla $h=0.12$	und	12,508.00
Acero corrugado $f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$	kg	7,451.33
Viguetas de alma abierta	ml	3,247.02

Elaboración: los autores

Tabla 4545. Resumen de metrado de Losa Aligerada $e=0.17m$ (Caso 1)

Losa aligerada $e=0.17 m$		
Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	m3	10.146759
Apuntalamiento	m2	151.88
Bovedilla de arcilla $h=0.12$	und	1196
Acero corrugado $f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$	kg	616.579076
Viguetas de alma abierta	ml	308.73

Elaboración: los autores

Se procedió a recolectar los rendimientos en campo de las partidas más incidentes de losa aligerada con viguetas de alma abierta para realizar de esta manera los análisis de precios unitarios.

Tabla 4646. Rendimientos de Losa Aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta(Caso 1)

Losa aligerada con viguetas prefabricadas	Cuadrilla	Velocidad	Unidad	Rendimiento	Unidad	Promedio
Apuntalamiento de losa	1 operario+1 peón	45.26	m2/día	0.354	hh/m2	42.785
Apuntalamiento de losa	1 operario+1 peón	42.36	m2/día	0.378	hh/m2	
Apuntalamiento de losa	1 operario+1 peón	41.26	m2/día	0.388	hh/m2	
Apuntalamiento de losa	1 operario+1 peón	42.26	m2/día	0.379	hh/m2	
Concreto premezclado f'c=210 kg/cm2	2 operario+1 oficial+4 peón	61.50	m3/día	0.911	hh/m3	62.1475
Concreto premezclado f'c=210 kg/cm2	2 operario+1 oficial+4 peón	62.33	m3/día	0.898	hh/m3	
Concreto premezclado f'c=210 kg/cm2	2 operario+1 oficial+4 peón	64.50	m3/día	0.868	hh/m3	
Concreto premezclado f'c=210 kg/cm2	2 operario+1 oficial+4 peón	60.26	m3/día	0.929	hh/m3	
Colocación de bovedillas	1 operario+1 oficial+10 peones	1555.00	und/día	0.062	hh/und	1584.75
Colocación de bovedillas	1 operario+1 oficial+10 peones	1623.00	und/día	0.059	hh/und	
Colocación de bovedillas	1 operario+1 oficial+10 peones	1585.00	und/día	0.061	hh/und	
Colocación de bovedillas	1 operario+1 oficial+10 peones	1576.00	und/día	0.061	hh/und	
Colocación de viguetas prefabricadas	1 operario+1 peón	195.00	ml/día	0.082	hh/und	194.5
Colocación de viguetas prefabricadas	1 operario+1 peón	190.00	ml/día	0.084	hh/und	
Colocación de viguetas prefabricadas	1 operario+1 peón	192.00	ml/día	0.083	hh/und	
Colocación de viguetas prefabricadas	1 operario+1 peón	201.00	ml/día	0.080	hh/und	
Acero fy=4200 kg/cm2	1 operario+1 oficial	295.26	kg/día	0.054	hh/kg	293.7675
Acero fy=4200 kg/cm2	1 operario+1 oficial	286.29	kg/día	0.056	hh/kg	
Acero fy=4200 kg/cm2	1 operario+1 oficial	300.26	kg/día	0.053	hh/kg	
Acero fy=4200 kg/cm2	1 operario+1 oficial	293.26	kg/día	0.055	hh/kg	

Elaboración: los autores

b. Análisis de Precios Unitarios

Se procedió a elaborar los precios unitarios para cada partida de losa aligerada con sistema de viguetas prefabricadas de acuerdo a las consideraciones de cada proyecto.

- **Análisis de precios unitarios de concreto premezclado $f'c=210$ kg/cm²**

Se consideró el bombeo del concreto con servicio de bomba telescópica; con desperdicio de 5% de concreto.

Tabla 4747. Análisis de Precio Unitario de Concreto-Losa Aligerada (Caso 1)

Partida	CONCRETO PREMEZCLADO F'c 210 kg/cm ² - LOSA ALIGERADA						
Rendimiento	m3/DIA		MO. 62.1475		Costo unitario directo por : m3		299.60
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0133	25.31		0.34
0101010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.2667	21.09		5.62
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1333	16.64		2.22
0101010004	PEON	hh	4.0000	0.5333	15.37		8.20
0101020005	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.1333	18.87		2.52
							18.89
Materiales							
0223010037	CONCRETO PRE-MEZCLADO C/CEMENTO TIPO I F'c=210 kg/cm ²	m3		1.0500	240.00		252.00
							244.80
Equipos							
0302730002	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP, 1.50 plg	hm	1.0000	0.1333	5.22		0.70
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	18.89		0.57
							1.26
Subcontratos							
0404010003	SERVICIO BOMBA TELESCOPICA	m3		1.0500	33.00		34.65
							34.65

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de apuntalamiento de losa**

Se consideró el alquiler de sistema de encofrado con puntales y soleras de altura normal ($h < 3.50$ m) con espaciamiento cada 1.5 cm.

Tabla 4848. Análisis de Precio Unitario de Apuntalamiento de Viguetas-Losa Aligerada (Caso 1)

Partida	APUNTALAMIENTO DE VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 42.7850	Costo unitario directo por : m2			16.35	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0187	25.31	0.47	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.1870	21.09	3.94	
0101010003	PEON	hh	1.0000	0.1870	15.37	2.87	
						7.29	
Materiales							
0231150005	ALQUILER MENSUAL DE ENCOFRADO PARA LOSAS	m2		1.0000	8.00	8.00	
0253020013	CLAVOS	kg		0.1513	2.90	0.44	
0253020013	SEPARADOR DE CONCRETO E=4 CM	und		2.0000	0.20	0.40	
						8.84	
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	7.29	0.22	
						0.22	

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de acero fy=4200 kg/cm2**

Se consideró acero habilitado con desperdicio del 5%.

Tabla 4949. Análisis de Precio Unitario de Acero-Losa Aligerada (Caso 1)

Partida	ACERO FY=4,200 KG/CM2 REND:300 KG/DIA						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 293.7675	Costo unitario directo por : kg			3.66	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0027	25.31	0.07	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0272	21.09	0.57	
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0272	16.64	0.45	
						1.10	
Materiales							
0205030006	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO BWG N 16	kg		0.0200	2.34	0.05	
0205230053	ACERO CORRUGADO F'Y=4200 (G-60)	kg		0.0011	2,370.00	2.49	
						2.54	
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	1.10	0.03	
						0.03	

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de colocación de viguetas**

Tabla 5050. Análisis de Precio Unitario de Colocación de viguetas-Losa Aligerada (Caso 1)

Partida		COLOCACION DE VIGUETAS					
Rendimiento	ml/DIA	MO. 194.5000	Costo unitario directo por : ml				1.65
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0041	25.31	0.10	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0411	21.09	0.87	
0101010003	PEON	hh	1.0000	0.0411	15.37	0.63	
							1.60
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	1.60	0.05	
							0.05

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de colocación de bovedillas**

Tabla 5151. Análisis de Precio Unitario de Colocación de bovedillas-Losa Aligerada (Caso 1)

Partida		COLOCACION DE BOVEDILLAS					
Rendimiento	pza/DIA	MO. 1,584.7500	Costo unitario directo por : pza				1.01
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	25.31	0.01	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0050	21.09	0.11	
0101010002	OFICIAL	hh	1.0000	0.0050	16.64	0.08	
0101010003	PEON	hh	10.0000	0.0505	15.37	0.78	
							0.98
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	0.98	0.0294	
							0.03

Elaboración: los autores

c. Costo de Losa Aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta

En contraste se aprecia el costo con sistema de viguetas de alma abierta:

Tabla 5252. Presupuesto-Losa Aligerada con sistema de viguetas prefabricadas de alma abierta (Caso 1)

LOSAS SISTEMA VIGUETAS PREFABRICADAS	Unidad	Metrado	P.U(S/)	Parcial
LOSAS ALIGERADAS e=0.25m				175,567.30
ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	7,451.33	3.66	27,306.12
APUNTALAMIENTO DE LOSA	m2	1,590.24	16.35	25,997.14
CONCRETO EN VIGAS Y LOSAS EN EDIFICIO f'c= 210 Kg/cm2	m3	130.30	299.60	39,038.43
CURADO	m2	1,590.24	1.03	1,637.95
COLOCACION DE VIGUETAS	ml	3,247.02	1.65	5,363.61
COLOCACION DE BOVEDILLAS	und	12,508.00	1.01	12,614.46
SUMINISTRO DE BOVEDILLAS Y VIGUETAS	m2	1,590.24	40.00	63,609.60
LOSAS ALIGERADAS e=0.17m				14,069.48
ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	453.24	3.66	1,660.94
APUNTALAMIENTO DE LOSA	m2	151.88	16.35	2,482.92
CONCRETO EN VIGAS Y LOSAS EN EDIFICIO f'c= 210 Kg/cm2	m3	10.15	299.60	3,040.98
CURADO	m2	151.88	1.03	156.44
COLOCACION DE VIGUETAS	ml	308.73	1.65	509.98
COLOCACION DE BOVEDILLAS	und	1,196.00	1.01	1,206.18
SUMINISTRO DE BOVEDILLAS Y VIGUETAS	m2	151.88	33.00	5,012.04

Elaboración: los autores

Se muestra una diferencia de S/. 19, 946.46; que representa el 9.51 % de la partida de losa.

5.3.2 Caso 2: Edificio Multifamiliar Los Sauces

El presente caso se detalló en el anexo 12 (Memoria Descriptiva del caso 2), el cual comprende un edificio de 8 pisos.

a. Cuantificación de Materiales y Encofrado

Se estimó el metrado de losa según su espesor y el tipo de vigueta a emplear en cada caso:

Tabla 53. Resumen de metrado de Losa Aligerada e=0.25m (Caso 1)

Losa aligerada e=0.20 m		
Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	53.22
Apuntalamiento	m2	725.53
Bovedilla de arcilla h=0.12	und	5,725.00
Acero corrugado fy=4200 kg/cm2	kg	2,654.81
Viguetas de alma abierta	ml	1,472.71

Elaboración: los autores

Se procedió a recolectar los rendimientos en campo de las partidas más incidentes de losa aligerada con viguetas de alma abierta para realizar de esta manera los análisis de precios unitarios.

Tabla 54. Rendimientos de Losa Aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta (Caso 2)

Losa aligerada con viguetas prefabricadas	Cuadrilla	Velocidad	Unidad	Rendimiento	Unidad	Promedio
Apuntalamiento de losa	1 operario+1 peon	38.29	m2/dia	0.418	hh/m2	35.495
Apuntalamiento de losa	1 operario+1 peon	37.29	m2/dia	0.429	hh/m2	
Apuntalamiento de losa	1 operario+1 peon	35.20	m2/dia	0.455	hh/m2	
Apuntalamiento de losa	1 operario+1 peon	31.20	m2/dia	0.513	hh/m2	
Concreto premezclado f'c=210 kg/cm2	2 operario+1 oficial+4 peon	55.26	m3/dia	1.013	hh/m3	54.5775
Concreto premezclado f'c=210 kg/cm2	2 operario+1 oficial+4 peon	51.26	m3/dia	1.092	hh/m3	
Concreto premezclado f'c=210 kg/cm2	2 operario+1 oficial+4 peon	53.90	m3/dia	1.039	hh/m3	
Concreto premezclado f'c=210 kg/cm2	2 operario+1 oficial+4 peon	57.89	m3/dia	0.967	hh/m3	
Colocacion de bovedillas	1 operario+1 oficial+10 peones	1520.00	und/dia	0.063	hh/und	1495.75
Colocacion de bovedillas	1 operario+1 oficial+10 peones	1513.00	und/dia	0.063	hh/und	
Colocacion de bovedillas	1 operario+1 oficial+10 peones	1480.00	und/dia	0.065	hh/und	
Colocacion de bovedillas	1 operario+1 oficial+10 peones	1470.00	und/dia	0.065	hh/und	
Colocacion de viguetas prefabricadas	1 operario+1 peon	190.00	ml/dia	0.084	hh/und	183
Colocacion de viguetas prefabricadas	1 operario+1 peon	182.00	ml/dia	0.088	hh/und	
Colocacion de viguetas prefabricadas	1 operario+1 peon	179.00	ml/dia	0.089	hh/und	
Colocacion de viguetas prefabricadas	1 operario+1 peon	181.00	ml/dia	0.088	hh/und	
Acero fy=4200 kg/cm2	1 operario+1 oficial	305.29	kg/dia	0.052	hh/kg	298.275
Acero fy=4200 kg/cm2	1 operario+1 oficial	310.26	kg/dia	0.052	hh/kg	
Acero fy=4200 kg/cm2	1 operario+1 oficial	291.26	kg/dia	0.055	hh/kg	
Acero fy=4200 kg/cm2	1 operario+1 oficial	286.29	kg/dia	0.056	hh/kg	

Elaboración: los autores

b. Análisis de Precios Unitarios

Se procedió a elaborar los precios unitarios para cada partida de losa aligerada con sistema de viguetas prefabricadas de acuerdo a las consideraciones de cada proyecto.

- **Análisis de precios unitarios de concreto premezclado f'c=210 kg/cm²**

Se consideró el bombeo del concreto con servicio de bomba telescópica; con desperdicio de 5% de concreto.

Tabla 5553. Análisis de Precio Unitario de Concreto-Losa Aligerada (Caso 2)

Partida	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 210 kg/cm ² - LOSA ALIGERADA						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 54.5775	Costo unitario directo por : m3				301.70
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Precio S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0147	25.51	0.37	
0101010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.2932	21.26	6.23	
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1466	16.77	2.46	
0101010004	PEON	hh	4.0000	0.5863	15.50	9.09	
0101020005	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.1466	18.95	2.78	
						20.93	
Materiales							
0223010037	CONCRETO PRE-MEZCLADO C/CEMENTO TIPO I F'C=210 kg/cm ²	m3		1.0500	240.00	252.00	
						244.80	
Equipos							
0302730002	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP, 1.50 plg	hm	1.0000	0.1333	5.22	0.70	
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	20.93	0.63	
						1.32	
Subcontratos							
0404010003	SERVICIO BOMBA TELESCOPICA	m3		1.0500	33.00	34.65	
						34.65	

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de apuntalamiento de losa**

Se consideró el alquiler de sistema de encofrado con puntales y soleras de altura normal (h<3.50 m) con espaciamiento cada 1.5 cm.

Tabla 5654. Análisis de Precio Unitario de Apuntalamiento de viguetas-Losa Aligerada (Caso 2)

Partida	APUNTALAMIENTO DE VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 35.4950	Costo unitario directo por : m2				17.96
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Precio S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0225	25.51	0.57	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2254	21.26	4.79	
0101010003	PEON	hh	1.0000	0.2254	15.50	3.49	
						8.86	
Materiales							
0231150005	ALQUILER MENSUAL DE ENCOFRADO PARA LOSAS	m2		1.0000	8.00	8.00	
0253020013	CLAVOS	kg		0.1513	2.90	0.44	
0253020013	SEPARADOR DE CONCRETO E=4 CM	und		2.0000	0.20	0.40	
						8.84	
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	8.86	0.27	
						0.27	

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de acero fy=4200 kg/cm2**

Se consideró acero habilitado con desperdicio del 5%.

Tabla 5755. Análisis de Precio Unitario de Acero-Losa Aligerada (Caso 2)

Partida	ACERO FY=4,200 KG/CM2						
Rendimiento	kg/DIA	MO.	298.2750	Costo unitario directo por : kg			3.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Precio \$/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0027	25.51	0.07	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0268	21.26	0.57	
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0268	16.77	0.45	
							1.09
Materiales							
0205030006	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO BWG N 16	kg		0.0200	2.34	0.05	
0205230053	ACERO CORRUGADO F'Y=4200 (G-60)	kg		0.0011	2,200.00	2.31	
							2.36
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	1.09	0.03	
							0.03

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de colocación de viguetas**

Tabla 5856. Análisis de Precio Unitario de Colocación de viguetas-Losa Aligerada (Caso 2)

Partida	COLOCACION DE VIGUETAS						
Rendimiento	m/DIA	MO.	183.0000	Costo unitario directo por : m			1.77
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0044	25.51	0.11	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0437	21.26	0.93	
0101010003	PEON	hh	1.0000	0.0437	15.50	0.68	
							1.72
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	1.72	0.05	
							0.05

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de colocación de bovedillas**

Tabla 5957. Análisis de Precio Unitario de Colocación de bovedillas-Losa Aligerada (Caso 2)

Partida	COLOCACION DE BOVEDILLAS						
Rendimiento	pza/DIA	MO. 1,495.7500	Costo unitario directo por : pza				1.08
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	25.51	0.01	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0053	21.09	0.11	
0101010002	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	16.64	0.09	
0101010003	PEON	hh	10.0000	0.0535	15.50	0.83	
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	1.04	0.0313	
0.03							

Elaboración: los autores

c. Costo de Losa Aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta

En contraste se aprecia el costo con el sistema de viguetas de alma abierta:

Tabla 6058. Presupuesto-Losa Aligerada con sistema de viguetas prefabricadas de alma abierta (Caso 2)

LOSAS SISTEMA VIGUETAS PREFABRICADAS	Unidad	Metrado	P.U(S/)	Parcial
LOSAS ALIGERADAS e=0.20m				73,230.11
ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	2,654.81	3.48	9,233.09
APUNTALAMIENTO DE LOSA	m2	725.53	17.96	13,033.78
CONCRETO EN VIGAS Y LOSAS EN EDIFICIO f'c= 210 Kg/cm2	m3	53.22	301.70	16,056.69
CURADO	m2	725.53	1.03	747.30
COLOCACION DE VIGUETAS	ml	1,472.71	1.77	2,606.80
COLOCACION DE BOVEDILLAS	und	5,725.00	1.08	6,158.91
SUMINISTRO DE BOVEDILLAS Y VIGUETAS	m2	725.53	35.00	25,393.55

Elaboración: los autores

Se muestra una diferencia de S/ 12,407.74; que representa el 14.48 % de la partida de losa.

5.3.3 Caso 3: Edificio Multifamiliar Granda y Granda

El presente caso se detalló en el anexo 13 (Memoria Descriptiva del caso 3), el cual comprende un edificio multifamiliar de 1 semisotano, 4 pisos y azotea.

a. Cuantificación de materiales y encofrado

Se estimó el metrado de losa según su espesor y el tipo de vigueta a emplear en cada caso:

Tabla 6159. Resumen de metrado de Losa Aligerada $e=0.20m$ (Caso 3)

Losa aligerada $e=0.20m$		
Concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$	m3	56.55
Apuntalamiento	m2	776.94
Bovedilla de arcilla $h=0.12$	und	6,166.00
Acero corrugado $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$	kg	2,909.68
Viguetas de alma abierta	ml	1,589.89

Elaboración: los autores

Se procedió a recolectar los rendimientos en campo de las partidas más incidentes de losa aligerada con viguetas de alma abierta para realizar de esta manera los análisis de precios unitarios.

Tabla 62. Rendimientos de Losa Aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta (Caso 3)

Losa aligerada con viguetas prefabricadas	Cuadrilla	Velocidad	Unidad	Rendimiento	Unidad	Promedio
Apuntalamiento de losa	1 operario+1 peon	45.29	m2/dia	0.353	hh/m2	44.2175
Apuntalamiento de losa	1 operario+1 peon	42.29	m2/dia	0.378	hh/m2	
Apuntalamiento de losa	1 operario+1 peon	43.10	m2/dia	0.371	hh/m2	
Apuntalamiento de losa	1 operario+1 peon	46.19	m2/dia	0.346	hh/m2	
Concreto premezclado f'c=210 kg/cm2	2 operario+1 oficial+4 peon+1 operador liviano	62.29	m3/dia	1.027	hh/m3	62.96
Concreto premezclado f'c=210 kg/cm2	2 operario+1 oficial+4 peon+1 operador liviano	63.15	m3/dia	1.013	hh/m3	
Concreto premezclado f'c=210 kg/cm2	2 operario+1 oficial+4 peon+1 operador liviano	65.20	m3/dia	0.982	hh/m3	
Concreto premezclado f'c=210 kg/cm2	2 operario+1 oficial+4 peon+1 operador liviano	61.20	m3/dia	1.046	hh/m3	
Colocacion de bovedillas	1 operario+1 oficial+10	1623.00	und/dia	0.059	hh/und	1585.75
Colocacion de bovedillas	1 operario+1 oficial+10	1610.00	und/dia	0.060	hh/und	
Colocacion de bovedillas	1 operario+1 oficial+10	1580.00	und/dia	0.061	hh/und	
Colocacion de bovedillas	1 operario+1 oficial+10	1530.00	und/dia	0.063	hh/und	
Colocacion de viguetas prefabricadas	1 operario+1 peon	216.20	ml/dia	0.074	hh/und	195.6
Colocacion de viguetas prefabricadas	1 operario+1 peon	195.20	ml/dia	0.082	hh/und	
Colocacion de viguetas prefabricadas	1 operario+1 peon	180.50	ml/dia	0.089	hh/und	
Colocacion de viguetas prefabricadas	1 operario+1 peon	190.50	ml/dia	0.084	hh/und	
Acero fy=4200 kg/cm2	1 operario+1 oficial	255.20	kg/dia	0.063	hh/kg	269.475
Acero fy=4200 kg/cm2	1 operario+1 oficial	276.50	kg/dia	0.058	hh/kg	
Acero fy=4200 kg/cm2	1 operario+1 oficial	281.00	kg/dia	0.057	hh/kg	
Acero fy=4200 kg/cm2	1 operario+1 oficial	265.20	kg/dia	0.060	hh/kg	

Elaboración: los autores

b. Análisis de Precios Unitarios

Se procedió a elaborar los precios unitarios para cada partida de losa aligerada con sistema de viguetas prefabricadas de acuerdo a las consideraciones de cada proyecto.

- **Análisis de precios unitarios de concreto premezclado f'c=210 kg/cm2**

Se consideró el bombeo del concreto con servicio de bomba telescópica; con desperdicio de 5% de concreto.

Tabla 6360. Análisis de Precio Unitario de Concreto-Losa Aligerada (Caso 3)

Partida	CONCRETO PREMEZCLADO F'c 210 kg/cm ² - LOSA ALIGERADA						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 62.9600	Costo unitario directo por : m3			298.69	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0127	25.31	0.32	
0101010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.2541	21.09	5.36	
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1271	16.64	2.11	
0101010004	PEON	hh	4.0000	0.5083	15.37	7.81	
0101020005	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.1271	18.87	2.40	
						18.01	
Materiales							
0223010037	CONCRETO PRE-MEZCLADO C/CEMENTO TIPO I F'c=210 kg/cm ²	m3		1.0500	240.00	252.00	
						244.80	
Equipos							
0302730002	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP, 1.50 plg	hm	1.0000	0.1333	5.22	0.70	
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	18.01	0.54	
						1.24	
Subcontratos							
0404010003	SERVICIO BOMBA TELESCOPICA	m3		1.0500	33.00	34.65	
						34.65	

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de apuntalamiento de losa**

Se consideró el alquiler de sistema de encofrado con puntales y soleras de altura normal ($h < 3.50$ m) con espaciamiento cada 1.5 cm.

Tabla 6461. Análisis de Precio Unitario de Apuntalamiento de viguetas-Losa Aligerada (Caso 3)

Partida	APUNTALAMIENTO DE VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 44.2175	Costo unitario directo por : m2			16.10	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0181	25.31	0.46	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.1809	21.09	3.82	
0101010003	PEON	hh	1.0000	0.1809	15.37	2.78	
						7.05	
Materiales							
0231150005	ALQUILER MENSUAL DE ENCOFRADO PARA LOSAS	m2		1.0000	8.00	8.00	
0253020013	CLAVOS	kg		0.1513	2.90	0.44	
0253020013	SEPARADOR DE CONCRETO E=4 CM	und		2.0000	0.20	0.40	
						8.84	
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	7.05	0.21	
						0.21	

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de acero fy=4200 kg/cm2**

Se consideró acero habilitado con desperdicio del 5%.

Tabla 6562. Análisis de Precio Unitario de Acero-Losa Aligerada (Caso 3)

Partida	ACERO FY=4,200 KG/CM2 REND:250 KG/DIA						
Rendimiento	kg/DIA	MO.	269.4750	Costo unitario directo por : kg			3.77
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0030	25.31	0.08	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0297	21.09	0.63	
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0297	16.64	0.49	
							1.20
Materiales							
0205030006	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO BWG N 16	kg		0.0200	2.34	0.05	
0205230053	ACERO CORRUGADO F'Y=4200 (G-60)	kg		0.0011	2,370.00	2.49	
							2.54
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	1.20	0.04	
							0.04

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de colocación de viguetas**

Tabla 6663. Análisis de Precio Unitario de Colocación de viguetas-Losa Aligerada (Caso 1)

Partida	COLOCACION DE VIGUETAS						
Rendimiento	m/DIA	MO.	195.6000	Costo unitario directo por : ml			1.64
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0041	25.31	0.10	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0409	21.09	0.86	
0101010003	PEON	hh	1.0000	0.0409	15.37	0.63	
							1.59
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	1.59	0.05	
							0.05

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de colocación de bovedillas**

Tabla 6764. Análisis de Precio Unitario de Colocación de bovedillas-Losa Aligerada (Caso 3)

Partida	COLOCACION DE BOVEDILLAS						
Rendimiento	pza/DIA	MO. 1,585.7500	Costo unitario directo por : pza				1.01
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	25.31	0.01	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0050	21.09	0.11	
0101010002	OFICIAL	hh	1.0000	0.0050	16.64	0.08	
0101010003	PEON	hh	10.0000	0.0504	15.37	0.78	
						0.98	
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	0.98	0.0294	
						0.03	

Elaboración: los autores

c. Costo de Losa Aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta

En contraste se aprecia el costo con sistema de viguetas de alma abierta:

Tabla 6865. Presupuesto-Losa Aligerada con sistema de viguetas prefabricadas de alma abierta (Caso 3)

LOSAS SISTEMA VIGUETAS PREFABRICADAS	Unidad	Metrado	P.U(S/)	Parcial
LOSAS ALIGERADAS e=0.20m				81,792.81
ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	2,909.68	3.77	10,959.02
APUNTALAMIENTO DE LOSA	m2	776.94	16.10	12,512.35
CONCRETO EN VIGAS Y LOSAS EN EDIFICIO f'c= 210 Kg/cm2	m3	56.55	298.69	16,890.99
CURADO	m2	776.94	1.03	800.25
COLOCACION DE VIGUETAS	ml	1,589.89	1.64	2,611.50
COLOCACION DE BOVEDILLAS	und	6,116.00	1.01	6,164.17
SUMINISTRO DE BOVEDILLAS Y VIGUETAS	m2	776.94	41.00	31,854.54

Elaboración: los autores

Se muestra una diferencia de S/. 9,446.30; que representa el 10.35 % de la partida de losa.

5.3.4 Caso 4: Edificio Multifamiliar Carapungullo

El presente caso se detalló en el anexo 14 (Memoria Descriptiva del caso 4), el cual comprende un edificio multifamiliar de 3 pisos y azotea.

a. Cuantificación de Materiales y Encofrado

Se estimó el metrado de losa según su espesor y el tipo de vigueta a emplear en cada caso:

Tabla 6966. Resumen de metrado de Losa Aligerada $e=0.20m$ (Caso 4)

Losa aligerada $e=0.20m$		
Concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$	m3	15.53
Apuntalamiento	m2	208.93
Bovedilla de arcilla $h=0.12$	und	1,632.00
Acero corrugado $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$	kg	792.56
Viguetas de alma abierta	ml	401.15

Elaboración: los autores

Se procedió a recolectar los rendimientos en campo de las partidas más incidentes de losa aligerada con viguetas de alma abierta para realizar de esta manera los análisis de precios unitarios.

Tabla 70. Rendimientos de Losa Aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta (Caso 4)

Losa aligerada con viguetas prefabricadas	Cuadrilla	Velocidad	Unidad	Rendimiento	Unidad	Promedio
Apuntalamiento de losa	1 operario+1 peon	31.26	m2/dia	0.512	hh/m2	32.54
Apuntalamiento de losa	1 operario+1 peon	30.50	m2/dia	0.525	hh/m2	
Apuntalamiento de losa	1 operario+1 peon	35.20	m2/dia	0.455	hh/m2	
Apuntalamiento de losa	1 operario+1 peon	33.20	m2/dia	0.482	hh/m2	
Concreto f'c=210 kg/cm2	2 operario+1 oficial+4 peon+1 operador liviano	23.26	m3/dia	2.752	hh/m3	20.365
Concreto f'c=210 kg/cm2	2 operario+1 oficial+4 peon+1 operador liviano	20.10	m3/dia	3.184	hh/m3	
Concreto f'c=210 kg/cm2	2 operario+1 oficial+4 peon+1 operador liviano	19.50	m3/dia	3.282	hh/m3	
Concreto f'c=210 kg/cm2	2 operario+1 oficial+4 peon+1 operador liviano	18.60	m3/dia	3.441	hh/m3	
Colocacion de bovedillas	1 operario+1 oficial+10 peones	1580.00	und/dia	0.061	hh/und	1605.75
Colocacion de bovedillas	1 operario+1 oficial+10 peones	1623.00	und/dia	0.059	hh/und	
Colocacion de bovedillas	1 operario+1 oficial+10 peones	1590.00	und/dia	0.060	hh/und	
Colocacion de bovedillas	1 operario+1 oficial+10 peones	1630.00	und/dia	0.059	hh/und	
Colocacion de viguetas prefabricadas	1 operario+1 peon	156.20	ml/dia	0.102	hh/und	148.83
Colocacion de viguetas prefabricadas	1 operario+1 peon	142.63	ml/dia	0.112	hh/und	
Colocacion de viguetas prefabricadas	1 operario+1 peon	136.29	ml/dia	0.117	hh/und	
Colocacion de viguetas prefabricadas	1 operario+1 peon	160.20	ml/dia	0.100	hh/und	
Acero fy=4200 kg/cm2	1 operario+1 oficial	215.26	kg/dia	0.074	hh/kg	245.9125
Acero fy=4200 kg/cm2	1 operario+1 oficial	222.60	kg/dia	0.072	hh/kg	
Acero fy=4200 kg/cm2	1 operario+1 oficial	265.29	kg/dia	0.060	hh/kg	
Acero fy=4200 kg/cm2	1 operario+1 oficial	280.50	kg/dia	0.057	hh/kg	

Elaboración: los autores

b. Análisis de Precios Unitarios

Se procedió a elaborar los precios unitarios para cada partida de losa aligerada con sistema de viguetas prefabricadas de acuerdo a las consideraciones de cada proyecto.

- **Análisis de precios unitarios de concreto premezclado f'c=210 kg/cm2**

Se consideró el bombeo del concreto con servicio de bomba telescópica; con desperdicio de 5% de concreto.

Tabla 7167. Análisis de Precio Unitario de Concreto-Losa Aligerada (Caso 4)

Partida	CONCRETO F'C 210 kg/cm ² - LOSA ALIGERADA						
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.3650	Costo unitario directo por : m3			323.90
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0393	25.18	0.99	
0101010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.7857	20.98	16.48	
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.3928	16.55	6.50	
0101010004	PEON	hh	8.0000	3.1426	15.29	48.05	
0101020005	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.3928	18.87	7.41	
							72.02
Materiales							
0223010037	Cemento Portland	bls		9.2000	21.40	196.88	
0223010037	Arena gruesa	m3		0.5000	20.17	10.09	
0223010037	Piedra chancada 1/2"	m3		0.8000	48.74	38.99	
0223010037	Agua	m3		0.1800	9.00	1.62	
							247.58
Equipos							
0391010101	Mezcladora de concreto de 9-11 p3, 18 HP	%MO		3.0000	72.02	2.16	
0302730002	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP, 1.50 plg	hm	1.0000	0.3928	5.22	2.05	
0391010101	Mezcladora de concreto de 9-11 p3, 18 HP	hm	1.0000	0.3928	23.20	0.09	
							4.30

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de apuntalamiento de losa**

Se consideró el alquiler de sistema de encofrado con puntales y soleras de altura normal ($h < 3.50$ m) con espaciamiento cada 1.5 cm.

Tabla 7268. Análisis de Precio Unitario de Apuntalamiento de viguetas-Losa Aligerada (Caso 4)

Partida	APUNTALAMIENTO DE VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 32.5400	Costo unitario directo por : m2			18.66	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0246	25.18	0.62	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2459	20.98	5.16	
0101010003	PEON	hh	1.0000	0.2459	15.29	3.76	
						9.54	
Materiales							
0231150005	ALQUILER MENSUAL DE ENCOFRADO PARA LOSAS	m2		1.0000	8.00	8.00	
0253020013	CLAVOS	kg		0.1513	2.90	0.44	
0253020013	SEPARADOR DE CONCRETO E=4 CM	und		2.0000	0.20	0.40	
						8.84	
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	9.54	0.29	
						0.29	

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de acero fy=4200 kg/cm2**

Se consideró acero habilitado con desperdicio del 5%.

Tabla 7369. Análisis de Precio Unitario de Acero-Losa Aligerada (Caso 4)

Partida	ACERO FY=4.200 KG/CM2						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 245.9125	Costo unitario directo por : kg			3.88	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ X	hh	0.1000	0.0033	25.18	0.08	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0325	20.98	0.68	
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0325	16.55	0.54	
						1.30	
Materiales							
0205030006	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO BWG N 16	kg		0.0200	2.34	0.05	
0205230053	ACERO CORRUGADO F'Y=4200 (G-60)	kg		0.0011	2,370.00	2.49	
						2.54	
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	1.30	0.04	
						0.04	

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de colocación de viguetas**

Tabla 7470. Análisis de Precio Unitario de Colocación de viguetas-Losa Aligerada (Caso 4)

Partida	COLOCACION DE VIGUETAS						
Rendimiento	m/DIA	MO.	148.8300	Costo unitario directo por : ml			2.15
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0054	25.18	0.14	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0538	20.98	1.13	
0101010003	PEON	hh	1.0000	0.0538	15.29	0.82	
							2.08
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	2.08	0.06	
							0.06

Elaboración: los autores

- **Análisis de precios unitarios de colocación de bovedillas**

Tabla 7571. Análisis de Precio Unitario de Colocación de bovedillas-Losa Aligerada (Caso 1)

Partida	COLOCACION DE BOVEDILLAS						
Rendimiento	pza/DIA	MO.	1,605.7500	Costo unitario directo por : pza			0.99
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	25.18	0.01	
0101010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0050	21.09	0.11	
0101010002	OFICIAL	hh	1.0000	0.0050	16.64	0.08	
0101010003	PEON	hh	10.0000	0.0498	15.29	0.76	
							0.96
Equipos							
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		3.0000	0.96	0.0289	
							0.03

Elaboración: los autores

c. Costo de losa aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta

En contraste se aprecia el costo con sistema de viguetas de alma abierta:

Tabla 7672. Presupuesto-Losa Aligerada con sistema de viguetas prefabricadas de alma abierta (Caso 4)

LOSAS SISTEMA VIGUETAS PREFABRICADAS	Unidad	Metrado	P.U(\$/)	Parcial
LOSAS ALIGERADAS e=0.20m				23,053.39
ACERO $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	792.56	3.88	3,072.93
APUNTALAMIENTO DE LOSA	m ²	208.93	18.66	3,898.80
CONCRETO EN VIGAS Y LOSAS EN EDIFICIO $f'_c= 210$ Kg/cm ²	m ³	15.53	323.90	5,030.23
CURADO	m ²	208.93	1.03	215.20
COLOCACION DE VIGUETAS	ml	401.15	2.15	861.47
COLOCACION DE BOVEDILLAS	und	1,632.00	0.99	1,617.56
SUMINISTRO DE BOVEDILLAS Y VIGUETAS	m ²	208.93	40.00	8,357.20

Elaboración: los autores

Se muestra una diferencia de S/. 1,930.39; que representa el 7.7 % de la partida de losa.

5.4 Análisis e interpretación de los resultados

Método Test “T student”

Se tuvo cuatro muestras las cuales fueron seleccionadas de los cuatro casos; se procedió a calcular el costo por metro cuadrado de cada proyecto.

- i. Costo por metro cuadrado en Sistema de losa aligerada convencional**
 - a. Edificio Velasco Astete: S/. 120.30
 - b. Edificio Los Sauces: S/. 118.03
 - c. Edificio Granda y Granda: S/. 117.43
 - d. Edificio Caraponguillo: S/. 119.58

- ii. Costo por metro cuadrado en Sistema de losa aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta**
 - a. Edificio Velasco Astete: S/. 108.85.

- b. Edificio Los Sauces: S/. 100.93.
- c. Edificio Granda y Granda: S/. 105.27.
- d. Edificio Caraponguillo: S/. 110.34.

5.5 Contrastación de hipótesis

Para contrastar la hipótesis, se tomó una muestra de 4 obras para medir el costo directo de las partidas de losa aligerada, con el sistema convencional y el sistema de viguetas prefabricadas de alma abierta, donde se obtuvo los siguientes resultados:

Losa Aligerada convencional(costo/m2)	
120.3	118.03
117.43	119.58

Losa Aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta(costo/m2)	
108.85	105.27
100.93	110.34

Elaboración: los autores

Se utiliza un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, por ser proyectos de la rama de ingeniería civil.

Procedemos hallar las medidas de resumen de los colectivos:

Losa Aligerada convencional(costo/m2)	
120.3	118.03
117.43	119.58

Media Aritmética (\bar{X})	118.83
--------------------------------	--------

Losa Aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta(costo/m2)

108.85	105.27
100.93	110.34

Media Aritmética (\bar{X})	106.35
Desviación estándar	4.1918

Elaboración: los autores

Obteniéndose los siguientes datos:

- Media Muestral(\bar{X})=106.35
- Tamaño de la muestra= 4
- Desviación estándar=4.1918

Luego calculamos el valor critico en la tabla de distribución “*T de Student*” (ver Anexo N° 5)

- $\gamma=0.95$.
- Grados de libertad (Gl)=4-1=3
- $T_{0,95}=2.35$
- $T_{0,05}=-2.35$

5.6 Prueba de las hipótesis

H(0): $\mu = 118.83$ Con la aplicación del sistema de losa aligerada con sistema de viguetas prefabricadas de alma abierta no se disminuye significativamente el costo de losa aligerada.

H(1): $\mu < 118.83$ Con la aplicación del sistema de losa aligerada con sistema de viguetas de alma abierta prefabricadas se disminuye significativamente el costo de losa aligerada.

Esquema de prueba



5.7 Estadístico de prueba

Se emplea la fórmula de “*T- student*” para determinar si está dentro de la zona de aceptación.

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{106.35 - 118.83}{\frac{4.19}{\sqrt{4}}} = \frac{-12.48}{2.095} = -5.957$$

5.8 Decisión y conclusión

El estadístico $t = -5.957$ se encuentra en la región de rechazo, lo cual indica que se debe rechazar $H(0)$ y aceptar $H(1)$. Esto nos permite concluir que, para un nivel de significancia de 5%, con la aplicación de viguetas

prefabricadas de alma abierta se disminuye significativamente el costo de la losa aligerada.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

La presente investigación ha tenido como uno de sus propósitos principales dar a conocer cuánto disminuye el costo de losa aligerada al aplicar un sistema no convencional de viguetas prefabricadas de alma abierta.

Según los antecedentes es posible reducir el costo en 15% en las losas de entrepiso, al utilizar elementos prefabricados respecto a los sistemas tradicionales; encontrando para la investigación un promedio de los cuatro casos de estudio un ahorro de 10.51 % al usar viguetas prefabricadas.

Se comprobó que las aplicaciones del sistema constructivo con elementos prefabricados de concreto obtienen beneficios claves en la construcción de viviendas multifamiliares frente al sistema convencional de losa. Si bien es cierto el porcentaje de ahorro puede depender del tipo de proyecto, para el uso de prefabricados evaluado por otro investigador, se concluye que cuesta 13% más que el proyecto con concreto vaciado in situ. En la investigación de los casos ocurre lo contrario, ya que se obtiene menor costo con el sistema prefabricado.

Se reafirma el análisis que menciona un ahorro de 8% y 12% en el costo de fabricación de la losa cuando se utiliza los sistemas prefabricados, puesto que en los cuatro casos de estudio se estimó un ahorro de 10.51%.

CONCLUSIONES

1. La diferencia más representativa se muestra en el encofrado, al analizar edificios con mayor área; la diferencia se hace considerable, con un ahorro del 58% en edificios con mayor extensión de superficie.
2. Se puede observar una diferencia de metrado de volumen de concreto de un 20% a 22%. En las cantidades de kilogramos de acero se determina un 40 % de ahorro; y en los casos de cantidades de unidades aligeradas un 6% en promedio; afectando al costo directamente.
3. Se determina que el máximo ahorro fue en el edificio multifamiliar Los Sauces, con un 12.76 % en el costo total de la losa aligerada; debido a que este edificio tiene un área considerable con ocho pisos.
4. El método de *T-Student* indica que para un nivel de significancia del 5% se puede concluir que existe un ahorro con el sistema de viguetas prefabricadas de alma abierta. De manera que se compara el costo por metro cuadrado con media aritmética muestral S/ 118.43 y en el caso de losas aligeradas convencionales con S/ 105.18 para viguetas prefabricadas.

RECOMENDACIONES

1. Actualizar los precios unitarios de mano de obra, materiales y equipos, ya que varían de acuerdo a la coyuntura del país, cambios de costos en el mercado, costos que maneja cada constructora y a la disponibilidad del producto o servicio
2. Avalar mediante un profesional especializado en ingeniería estructural la conversión del sistema aligerado convencional al sistema de viguetas prefabricadas.
3. Realizar con mucha precaución el acarreo de las viguetas prefabricadas tanto vertical como horizontal, ya que una incorrecta manipulación causaría fisuras o rajaduras en el patín de concreto, inutilizando y generando un gasto adicional por su reemplazo.
4. Evitar realizar algún corte o modificación al tralicho o al patín de concreto; ya sea por pase de tuberías o por modificaciones posteriores.
5. Analizar cada unidad de losa aligerada, ya que depende de ello la colocación y el desperdicio de concreto en losa.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Fuentes bibliográficas

- Astorga Mendizábal, M. Á., & Aguilar Vélez, R. (2006). *Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas*. Lima.
- Chávez Hinojosa, J. P. (2011). *Análisis comparativo de sistema y tecnologías aplicadas a la construcción de losas de estacionamiento*.
- Cofre Alvarado, A. E. (2003). *Bovedillas de EPS (Poliestireno expandido): Una alternativa para la construcción de losas prefabricadas*. Chile.
- DEACERO S.A. (2015). *Manual Técnico: Armadura y Losa de Vigüeta y Bovedilla*. México.
- Dirección Nacional de Construcción. (04 de Mayo de 2010). Norma técnica de metrados para obras de edificación y Habilitaciones urbanas. *Resolución Directoral N° 073-2010/VIVIENDA/VMCS-DNC*. Perú.
- Escrig Pérez, C. (s.f.). *Evolución de los sistemas de construcción*.
- Gallo López, W. M. (2006). *Inspecciones técnicas de seguridad estructural en edificaciones de concreto armado*. Piura.
- Gutiérrez Ramírez, A. D. (2009). *Análisis comparativo del proceso constructivo de losas aligeradas utilizando vigüetas prefabricadas FIRTH, vigüetas armadas Todocemento y vigüetas vaciadas en obra*. Lima.
- Jalca Choez, K. L. (2015). *Análisis comparativo en costo y tiempo entre losas alivianadas tradicionales y losas alivianadas con bovedilla de poliestireno en una edificación*. Guayaquil - Ecuador.
- León Flores, G. A. (2007). Comportamiento sísmico de edificios con losa de vigüeta y bovedilla, para distintas ubicaciones de las vigüetas en planta. *Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica*, 25.

- López Montoya, J. P. (2013). *Estudio de mercado de los prefabricados en Colombia frente a el mercado mundial*. Bogotá D.C.
- Macías Olivo, J. C. (2016). *Análisis comparativo de costo y de tiempo de construcción de una losa tradicional vs losa aliviana de poliestireno de una vivienda*.
- Mesía Rusconi, R. (2010). *Análisis comparativo del uso de elementos prefabricados de concreto armado vs. concreto vaciado in situ en edificios de vivienda de mediana altura en la ciudad de Lima*. Lima.
- Percca Ragas, A. R. (2015). *Estudio y análisis costo-beneficio de la aplicación de elementos prefabricados de concreto en el casco estructural del proyecto "TOTTUS GUIPOR"*. Lima.
- Peredo Romero, M. (2004). *Constructabilidad en proyectos de edificación de concreto en México*. Monterrey N.L.
- Ramos Rugel, M. (2002). *Análisis técnico y económico de losas de entrepiso*. Piura.
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO. (28 de Noviembre de 2007). *Reglamento para la aprobación de utilización de sistemas constructivos no convencionales*. Lima, Lima, Perú.
- Villarreal Castro, G. (2009). *Patología del Concreto*.

Fuentes electrónicas

- Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón - ANDECE. (s.f.). www.andece.org. Obtenido de http://andece.org/andece/images/stories/pdfs/guia_cpf_viguetas.pdf
- EEPSA Elementos Estructurales Prefabricados S.A. de C.V. (Septiembre de 2010). *Losafast Rápido y seguro V&B*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/EEPSA/losafast-losas>
- Navarro Yebra, M. d., & Cardona Benavides, G. (2015). *Análisis de costo-beneficio de losas de vigueta y bovedilla en la ciudad de Guanajuato*. Recuperado el 1 de Junio de 2014, de Jóvenes en la ciencia: <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/701>

Orrego Penagos, J. L. (02 de 12 de 2014). *Blog PUCP*. Obtenido de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/juanluisorrego/2010/04/07/rascacielos-historicos-de-lima/>

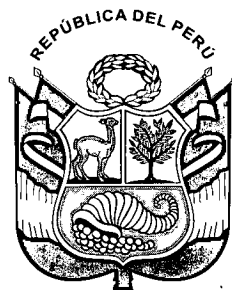
Paye Anco, A. A., Peña Castillo, J., & Franco Sanchez, J. (31 de Mayo de 2018). *Propuesta para la utilización de losas de entrepisos prefabricados y su evaluación costo-tiempo*. Recuperado el 31 de Octubre de 2014, de <http://hdl.handle.net/10757/337192>

Prodac Bekaert. (s.f.). *Prodac.bekaert*. Obtenido de <https://prodac.bekaert.com/es-MX/construccion/productos-electrosoldados/viga-tralicho>

ANEXOS

	Página
Anexo N° 01 Aprobación del sistema no convencional	125
Anexo N° 02 Certificados de calidad	133
Anexo N° 03 Ficha técnica sistema viguetas Prefabricadas	137
Anexo N° 04 Guía de ensamblaje sistema viguetas Prefabricadas	140
Anexo N° 05 Tabla de salarios y beneficios sociales pliego nacional 2017-2018	142
Anexo N° 06 Tabla de valores para test t de <i>student</i>	144
Anexo N° 07 Memoria Descriptiva del caso 1	147
Anexo N° 08 Memoria Descriptiva del caso 2	147
Anexo N° 09 Memoria Descriptiva del caso 3	147
Anexo N° 10 Memoria Descriptiva del caso 4	147
Anexo N° 11 Planos caso 1	147
Anexo N° 12 Planos caso 2	154
Anexo N° 13 Planos caso 3	159
Anexo N° 14 Planos caso 4	169

**ANEXO 1: APROBACIÓN DEL SISTEMA NO
CONVENCIONAL (RESOLUCIÓN MINISTERIAL N°026
– 2013 – VIVIENDA)**



Resolución Ministerial

Nº 026 -2013- VIVIENDA

Lima, 01 de febrero de 2013.

VISTOS:

El Informe Técnico Nº 03-2012-VIVIENDA-SENCICO 09.02, el Acta XII de la Comisión de Evaluación Técnica de Sistemas Constructivos no Convencionales de SENCICO, el Oficio Nº 128-2012-VIVIENDA/SENCICO-02.00 e Informes Nº 85-2012-VIVIENDA-VMCS/DNC-DEN y Nº 154-2012-VIVIENDA-VMCS/DNC, y;

CONSIDERANDO:

Que, según se desprende del Decreto Supremo Nº 010-71-VI, las personas naturales y jurídicas que posean o presenten sistemas de prefabricación de viviendas y los de construcción no convencional cualquiera sea su naturaleza, deberán obtener previamente a su utilización, en cualquier lugar del país, la aprobación y autorización del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - MVCS;

Que, mediante Decreto Legislativo Nº 145, Ley del Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda (ININVI), modificado por el Decreto Legislativo Nº 582, se dispuso en el artículo 7 literal c) que corresponde al ININVI proponer para su aprobación por el Ministerio de Vivienda y Construcción, la utilización de sistemas de construcción no convencionales;

Que, con fecha 19 de junio de 1995, se publicó el Decreto Supremo Nº 08-95-MTC, en el cual se dispuso la fusión del ININVI al SENCICO, estableciéndose que a partir de la vigencia de la norma mencionada, el SENCICO asumía entre otras las funciones del ININVI;

Que, de conformidad con la Ley Nº 27792, Ley de Organización y Funciones del MVCS, el SENCICO, es un Organismo Público adscrito al MVCS, cuyo funcionamiento está regulado por su Ley de Organización y Funciones aprobado por el Decreto Legislativo Nº 147; por su Estatuto aprobado por Decreto Supremo Nº 032-2001-MTC y su Reglamento de Organización y Funciones aprobado por Resolución del Presidente del Consejo Directivo Nacional Nº 017-2001-02.00;

Que, de acuerdo al Reglamento para la Aprobación de Utilización de Sistemas Constructivos No Convencionales, aprobado por el Consejo Directivo Nacional de SENCICO en Sesión 948 del 28 de noviembre de 2007, esa entidad a través de la Gerencia de Investigación y Normalización debe emitir el informe favorable proponiendo al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento la aprobación de los sistemas constructivos no convencionales;

Que, conforme a la normativa citada, la empresa ITAL CONCRETO S.A.C, presentó a SENCICO la solicitud de aprobación del sistema constructivo no convencional denominado "SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS ALITEC;



Que, de la revisión del expediente correspondiente a la solicitud de aprobación del sistema constructivo no convencional denominado "SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS ALITEC" presentado por la empresa ITAL CONCRETO S.A.C., se advierte que cuenta con la opinión técnica favorable emitida por el SENCICO, de acuerdo al Informe Técnico N°03-2012-VIVIENDA-SENCICO 09.02 y el Acta XII de la Comisión de Evaluación Técnica de Sistemas Constructivos No Convencionales, así como los Informes N° 154-2012-VIVIENDA-VMCS/DNC, N° 030-2012-VIVIENDA-VMCS/DNC-JMG y N° 85-2012-VIVIENDA-VMCS/DNC-DEN emitidos por la Dirección Nacional de Construcción del MVCS, teniendo en consideración las limitaciones contenidas en la Memoria Descriptiva correspondiente;

Que, habiéndose cumplido con las disposiciones técnicas de la materia, resulta procedente aprobar el sistema constructivo no convencional denominado "SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS ALITEC", presentado por la empresa ITAL CONCRETO S.A.C. con una vigencia de aprobación de diez (10) años;

De conformidad con lo dispuesto en la Ley No. 27792, Ley de Organización y Funciones del MVCS, el Decreto Supremo No. 002-2002-VIVIENDA, Reglamento de Organización y Funciones del MVCS, el Decreto Supremo N° 010-71-VI, Decreto Supremo N° 08-95-MTC, que dispone la fusión del ININVI al SENCICO.

SE RESUELVE:

Artículo 1.- Aprobación del Sistema Constructivo No Convencional

Aprobar el Sistema Constructivo No Convencional denominado "SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS ALITEC", presentado por la empresa ITAL CONCRETO S.A.C; conforme a la Memoria Descriptiva que forma parte integrante de la presente Resolución, con una vigencia de aprobación de diez (10) años desde la fecha de aprobación de la presente.


Artículo 2.- Limitaciones Técnicas

La utilización del Sistema Constructivo No Convencional "SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS ALITEC", estará limitado a las especificaciones técnicas contenidas en la Memoria Descriptiva del sistema aprobado.

Artículo 3.- Publicación

Publíquese la presente Resolución Ministerial en el Diario Oficial El Peruano y el Sistema Constructivo No Convencional denominado "SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS ALITEC", en el Portal Electrónico Institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (www.vivienda.gob.pe) y del Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO (www.sencico.gob.pe), en ambos casos en la misma fecha de la publicación de la citada Resolución.

Regístrese, comuníquese y publíquese.


.....
RENÉ CORNEJO DÍAZ
Ministro de Vivienda,
Construcción y Saneamiento



**Memoria Descriptiva del SCNC
“SISTEMA DE LOSAS
ALIGERADAS ALITEC”, con las
limitaciones de uso.**



Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Integración Nacional y el Reconocimiento de Nuestra Diversidad"

MEMORIA DESCRIPTIVA GENERAL DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO NO CONVENCIONAL "SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS ALITEC"

Descripción general del Sistema Propuesto.

El Sistema de Losas Aligeradas ALITEC consiste en viguetas parcialmente fabricadas en planta, armadas en una dirección con bloques especiales de arcilla, formando un conjunto monolítico mediante un armado adicional (malla de temperatura y acero negativo) y vaciado del concreto en sitio.

Este sistema puede ser también empleado para entramado de doble sentido y ser utilizado en luces mayores y de mayor sobrecarga, empleando para ello, las bandejas estructurales de concreto armado que son colocadas a cada 2 ladrillos, colocándose sobre ellas los aceros positivos transversales en obra.

Adicionalmente de las viguetas y bovedillas se tiene accesorios tales como las bandejas sanitarias, estructurales y bandejas para uso eléctrico (centros de luz). Estas bandejas son elaboradas con concreto armado. Otro accesorio importante en su uso, son las tapas de tecnopor que ahorran el trabajo de cegado de los ladrillos en obra economizando en el consumo de concreto, mano de obra para el cegado, tiempo y espacio.

Aplicaciones del sistema

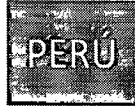
El sistema de losas aligeradas ALITEC ha sido conceptualizado para reemplazar las losas aligeradas convencionales ejecutadas en obra; conformadas estas por viguetas de 10 cm. de ancho, espaciadas entre eje a eje 40 cm y de altura de losa variable.

El sistema de losas aligeradas ALITEC, está conformado por viguetas parcialmente prefabricadas en planta, espaciadas de eje a eje una distancia de 50 cm con bovedillas de arcilla. Son diseñadas para alturas de losa de 17, 20, 25 y 30 cm. llegando a cubrir luces de 8 m de largo (losa de $H=30$) en una o dos direcciones según el diseño estructural.

El diseño estructural de las losas aligeradas ALITEC es similar al diseño de losas aligeradas tradicionales, que a su vez descansa en el diseño de vigas de concreto armado con secciones transversales rectangulares.

El sistema, se diseña para una vigueta continua que viaja por los paños de pisos a cubrir de la estructura; que además de su peso propio, el peso del piso terminado y de la sobrecarga de uso, puede estar exigida por cargas provenientes del peso de los muros de albañilería que se apoyan directamente sobre él.





Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

Cuando el muro de tabiquería es perpendicular a la vigueta, la carga se modela como concentrada, cuando es paralelo a la vigueta se coloca una viga chata conformada por una "vigueta doble", es decir se juntan dos viguetas debajo del muro.

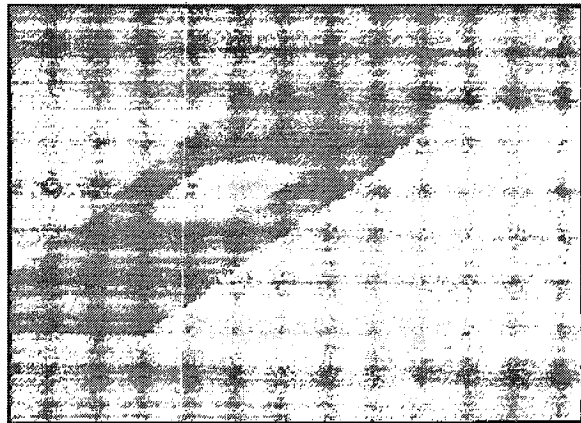
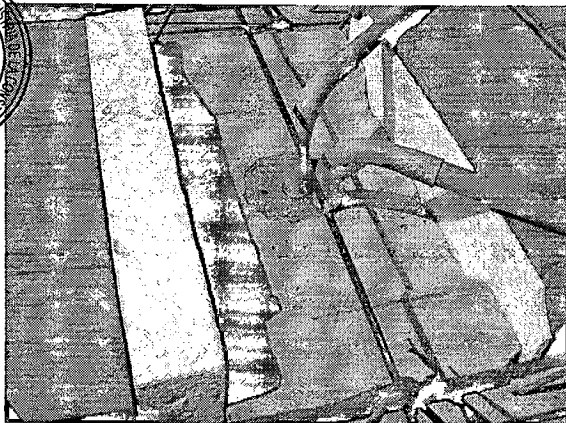
En los diagramas de momentos generados, se analiza la zona de momentos negativos donde la vigueta trabaja como una viga rectangular. La compresión del concreto estará contenida íntegramente en el alma de la sección transversal de la vigueta. En el caso que el bloque de compresión ingrese al ala significará que se debe pasar al siguiente aligerado superior por ser la sección insuficiente para las cargas y luces a cubrir.

En la zona de momento positivo, en la mayoría de los casos, la vigueta también trabaja como rectangular. El bloque de compresión será casi siempre menor que el espesor del ala de 5 cm.

En el diseño por cortante, si el aligerado no puede hacer frente a los esfuerzos originados por las fuerzas cortantes se ejecutan los ensanches. Los ensanches son zonas en la vecindad de los apoyos en los que se retiran las unidades de albañilería y se reemplaza por concreto vaciado en obra, existiendo de dos tipos, corridos y alternos.

Instalaciones Eléctricas

Bandejas Eléctricas: Son elementos de concreto armado semejantes a las bovedillas cuya función es permitir el pase y salida de los puntos de las instalaciones eléctricas. Poseen cajas octogonales embutidas en el concreto. Cumplen la función de salidas de puntos de luz o poseen agujeros para la adición de salidas del tipo iluminación de dicroicos.



Instalaciones Sanitarias

Las tuberías de desagüe con sus diámetros de 2" y 4" y pendientes, obligan a suprimir bovedillas en los puntos de salida y reemplazarlas por bandejas sanitarias.

Para el paso de las tuberías no es necesario cortar el acero superior del tralicho, bastará con golpear el acero superior hundiéndolo ligeramente o cortar el



PERU

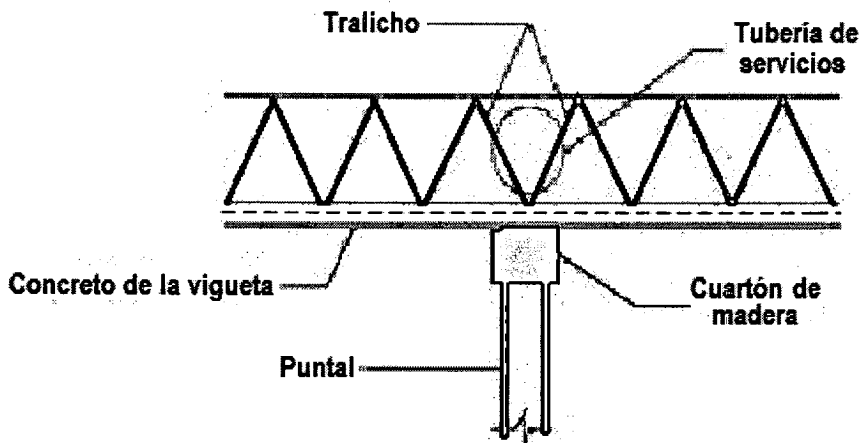
Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENGICO

alambión en zigzag en longitudes mínimas necesaria para que la tubería de 2" pase por debajo.



No obstante si el corte del refuerzo fuera necesario, se apuntalará debajo de la vigueta correspondiente, luego se procederá a cortarla y reforzarla con una varilla de acero corrugado de $\varnothing 3/8$ " con una longitud de 60cm o mayor.



No es buena práctica permitir que la tubería 4" de diámetro atraviese cortando a un grupo de viguetas, eliminando el refuerzo superior del tralicho y suprimiendo el concreto en el vaciado. Lo correcto es replantear la dirección de la tubería y ductos.

Otro error observado es permitir que la tubería de 2" de diámetro viaje paralelamente dentro de una vigueta, lo correcto es reubicar la tubería usando las bandejas sanitarias a lo largo de su trayectoria

LIMITACIONES

La luz máxima que se pueden construir con este sistema pueden ser de 8 m, con un peralte de 30 cm, las viguetas dispuestas en dos direcciones y para una



Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

sobrecarga de 350 kg/m², esto según el cuadro de preseleccionamiento del entepiso (especificaciones técnicas y constructivas del expediente técnico), sin embargo sus dimensiones, disposición y estructuración estaría sujeto a cambios según el análisis estructural correspondiente.

Las viguetas podrían ser dañadas fácilmente si se manipulan en forma inadecuada. Por lo tanto el uso inapropiado del sistema requiere el entrenamiento de los operarios y del personal que los supervisa.



ANEXO 2: CERTIFICADOS DE CALIDAD

CERTIFICADO

DE CALIDAD 03/2018 - 547

CLIENTE : VIGUETAS PERU
PRODUCTO : ACERO SAP BAR FY - 5000
TIPO : Ø 4.20 mm x 12.0 m CORR
PEDIDO DE VENTA : 154816
ENTREGA : 80188561
FECHA DE EMISION : 27/03/2018

PRODAC S.A. Certifica que el acero dimensionado cumple con las siguientes especificaciones técnicas.

ACERO SAP BAR FY - 5000 CORRUGADO

DIAMETRO		RESISTENCIA	FLUENCIA	LONGITUD	DOBLEZ
nominal	tolerancia	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	m	#
mm	en peso	minimo	minimo	tolerancia	minimo
4.20	-3 /+ 3 %	5600	5000	(-0 + 1%)	4d

Los datos presentados cumplen la norma ASTM A 496 para la Resistencia a la traccion y Fluencia.

ATENTAMENTE



ING. HANS HERRERA V.
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Av. Néstor Gambetta 6429
Callao - Perú
T. 51 (1) 613 6666

www.prodac.bekaert.com



CERTIFICADO

DE CALIDAD 04/2018 - 373

CLIENTE : **VIGUETAS PERU**
PRODUCTO : **ACERO A LA MEDIDA**
TIPO : **Ø 1/2" x 9.00 m**
PEDIDO DE VENTA : **154095**
ENTREGA : **80191790**
FECHA DE EMISION : **20/04/2018**

PRODAC S.A. Certifica que el acero dimensionado cumple con las siguientes especificaciones tecnicas.

ACERO A LA MEDIDA

DIMENSIONES	N° DE COLADA	PROPIEDADES MECANICAS			DOBLADO 180°	COMPOSICION QUIMICA EN LA CUCHARA (%)				
		FLUENCIA kg/mm ²	RESIST. TRACCION kg/mm ²	ALARGAM. EN 200.0 mm %		C	Mn	Si	P	S
1/2"	311759	47.3	75.3	14.4	OK	0.44	0.98	0.22	0.018	0.028

Los materiales suministrados cumplen la norma tecnica ASTM A615 Grado 60

ATENTAMENTE



ING. HANS HERRERA V.
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Av. Néstor Gambetta 6429
Callao - Perú
T. 51 (1) 613 6666

www.prodac.bekaert.com



 **BEKAERT**

better together

CERTIFICADO

DE CALIDAD 04/2018 - 360

CLIENTE : **VIGUETAS PERU**
PRODUCTO : **VIGAS TRALICHO**
TIPO : **V12E - 64/66/40 0.12 x 12.0 m**
PEDIDO DE VENTA : **155414**
ENTREGA : **80191791**
FECHA DE EMISION : **20/04/2018**

PRODAC S.A. Certifica que los materiales suministrados cumplen con las siguientes especificaciones técnicas

VIGUETAS

TIPO	DIAMETRO				DIMENSIONES				
	ALAMBRE SUPERIOR	ALAMBRE INFERIOR	ALAMBRE DE HILO	Tolerancia (+/-)	ALTURA	Tolerancia (+/-)	SEPARAC.	Tolerancia (+/-)	LONGITUD
V12E - 64/66/40	mm	mm	mm	mm	m	mm	mm	mm	m
	6.40	6.60	4.00	0.04	0.12	5.00	200	5.00	12.00

ESPECIFICACIONES DE ALAMBRES CORRUGADOS PARA VIGUETAS


DIAMETRO		RESISTENCIA	FLUENCIA	DOBLEZ
tolerancia	nominal	Kg/mm ²	Kg/mm ²	#
% en peso	mm	minimo	minimo	4 Ø
+ / - 3 %	6.40	56.0	50.0	OK
+ / - 3 %	6.60	56.0	50.0	OK

Las viguetas son fabricadas con alambres que cumplen con las siguientes normas, para tensión máxima y fluencia:

ASTM A 496 - ALAMBRES TREFILADOS CORRUGADOS

ASTM A 82 - ALAMBRES TREFILADOS LISOS

ATENTAMENTE



ING. HANS HERRERA V.
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Av. Néstor Gambetta 6429
Callao - Perú
T. 51 (1) 613 6666

www.prodac.bekaert.com



BEKAERT

better together

**ANEXO 3: FICHA TÉCNICA SISTEMA VIGUETAS
PREFABRICADAS**



VIGUETAS PERÚ
SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS PREFABRICADAS

FICHA TÉCNICA VIGUETAS PERU

En el presente documento se describe las características del sistema de losa aligerada VIGUETAS PERU, cabe destacar que nuestras conversiones son realizadas por nuestros propios Ingenieros Civiles que aseguran el cumplimiento de la Norma Técnica de edificaciones en Concreto Armado E.060 y del Building Code Requirements for Structural Concrete del American Concrete Institute (ACI 318R-99).

El sistema es formado por viguetas prefabricadas de alma abierta fabricadas en nuestra planta de producción, espaciadas a ejes de 0.50m con bloques de arcilla, concreto o poliestireno expandido de alta densidad. Las viguetas son diseñadas para los distintos peraltes de losa aligerada que solicita el diseño original, llegando a cubrir luces de 8m sea para aligerados unidireccionales o bidireccionales.

TRALICHO:

Se denomina así a la estructura de acero de alta resistencia (grado 80 con esfuerzo de fluencia del orden de 5000 kg/cm²) compuesto por refuerzo de acero corrugado y trefilado en frio: dos inferiores que conforman el acero de refuerzo positivo primario y uno superior que absorbe los requerimientos de carga del aligerado antes del vaciado de concreto. Ambos están unidos entre sí por dos alambres reticulados continuos en zigzag electro soldados a los aceros de alta resistencia. Los aceros corrugados cumplen las normas ASTM A496-94, y el alambre liso reticulado el ASTM A82-94.

Los aceros inferiores tiene un calibre de 6.6mm cada uno; mientras que el superior es de 6.4mm y el alambre zigzag tiene 4mm; este sería la armadura primaria, si por análisis estructural necesitara acero de refuerzo este se colocara embebido en el patín de concreto en la planta de producción. Las viguetas prefabricadas VIGUETAS PERU constituyen por sí misma una estructura rígida con momento de inercia propia, que permite a la estructura un comportamiento de auto soporte antes del vaciado del concreto, ahorrando encofrado. Los aceros positivos poseen un adecuado recubrimiento, ocupando la posición exacta donde fueron calculados, lo cual no siempre es posible conseguir con aligerados convencionales. Los alambres reticulados continuos en zigzag unen perfectamente el concreto de planta con el concreto vaciado en obra sumando a la adherencia química entre ellos una segunda adherencia mecánica que es concreto de planta – alambre – concreto en obra, consiguiendo a lo largo de toda la vigueta el monolitismo de la estructura.



VIGUETAS PERÚ

SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS PREFABRICADAS

CONCRETO DE PLANTA:

Conformada por el patín de concreto de la vigueta prefabricada, su área transversal posee una altura de 4cm y un ancho de 14cm y es donde se encuentran adheridos los aceros de refuerzo positivo, este concreto posee una resistencia mínima de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ y se encuentra sometido a un estricto control de calidad a lo largo de su proceso de construcción.

BOVEDILLAS:

Son unidades de albañilería hueca, poseen alveolos y son de tres tipos de material: arcilla, concreto y poliestireno expandido, tanto las bovedillas de arcilla y concreto son de corte de 25cm y 36cm de largo, estas medidas son para conseguir el espaciamiento 0.5m entre ejes de viguetas, al tener mayor espaciamiento entre ejes menor peso del aligerado. El proceso de ensamblaje del sistema es rápido, limpio, con mínimos desperdicios. Las bovedillas de concreto presentan una buena alternativa de acabado sin tarrajeo al obtenerse una superficie de aspecto presentable y homogéneo en la cara inferior del aligerado. Las unidades de poliestireno son de 1m de largo que presentan un peso prácticamente despreciable en el aligerado consiguiendo con ello menor cuantilla de acero positivo por ser la losa menos pesada.

Con lo último expuesto también se puede concluir que: se disminuye el peso del entrepiso con lo cual disminuye la fuerza de sismo que somete a la estructura, disminución a cero de los desperdicios por rotura de bloques, mayor rendimiento en el proceso de izado y ensamblaje, mejora el aislamiento térmico y acústico.

Los accesorios como son las bandejas sanitarias, eléctricas y estructurales además de cumplir con su función aportan una cantidad de concreto que será usada en la losa aligerada.

AREA DE PROYECTO
VIGUETAS PERU E.I.R.L

**ANEXO 4: GUÍA DE ENSAMBLAJE SISTEMA
VIGUETAS PREFABRICADAS**

La presente guía de ensamblaje nos ayudara a la correcta instalación de las viguetas y accesorios del sistema de losas aligeradas pre-fabricadas de la empresa Viguetas Perú Eirl.

1) COLOCACIÓN DE VIGUETAS, SOLERAS Y PUNTALES

Se iniciará los trabajos de montaje empezando por la colocación de viguetas y de las primeras filas de bovedillas en los extremos (esto con el fin de darle una correcta alineación y separación a las viguetas).

Inmediatamente después del alineado las viguetas se deberá colocar los puntales (3"x3") a una distancia de 1.20 m como máximo entre cada puntal, así también las soleras (3"x2") deberán estar separadas una distancia de 1.50 m como máximo.

Recordar que las viguetas tienen un código (letra y numero) el cual está plasmado en el plano de modelado y deberá ser respetado al momento de armar la losa aligerada.

2) COLOCACIÓN DE ALBAÑILERIA

Luego del nivelado de la losa y el aseguramiento de los puntales, se procederá a colocar las bovedillas (las cuales pueden ser de arcilla, concreto y/o de tecnopor).

3) COLOCACIÓN DE INSTALACIONES SANITARIAS

Para la instalación de las tuberías de agua y desagüe se reemplazará las bovedillas por bandejas sanitarias las cuales tienen las mismas dimensiones de fondo (40x20), estas bandejas permitirán una mejor instalación ya que les dará el espacio suficiente a las tuberías.

4) COLOCACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

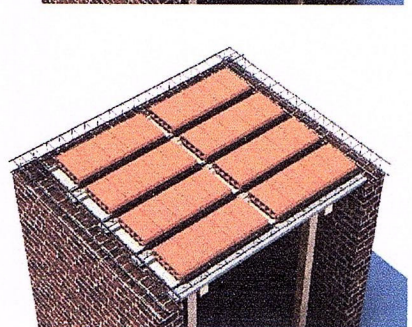
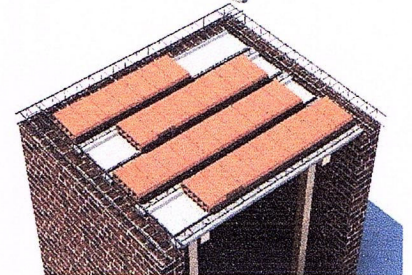
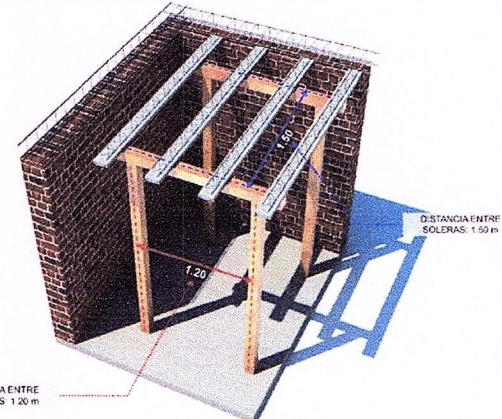
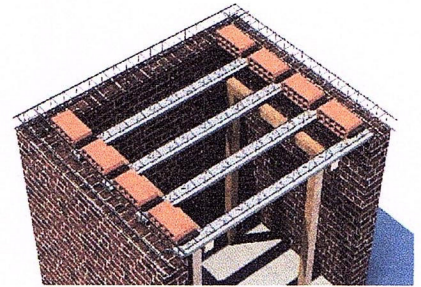
Para la instalación de los puntos de luz se reemplazará la bovedilla por bandejas eléctricas, las cuales tienen una dimensión de 40x20 y a su vez ya tienen incorporado la caja octogonal (semipesado de 1/2").

5) COLOCACIÓN DE BANDEJAS ESTRUCTURALES

En el caso que se presenten viguetas transversales (VT), se colocaran las bandejas estructurales en todo el trayecto de la VT.

Así también en caso de que el paño no cierre totalmente se utilizara las bandejas estructurales como remate.

Finalmente, en caso se presente losas bidireccionales, las bandejas estructurales irán en el sentido perpendicular a las viguetas prefabricadas.



**ANEXO 05 : TABLA DE SALARIOS Y BENEFICIOS
SOCIALES PIIEGO NACIONAL 2017-2018**



FEDERACIÓN DE TRABAJADORES EN CONSTRUCCIÓN CIVIL DEL PERÚ

Reconocido Oficialmente el 23-08-1962 por Resolución Sub-Directorial N° 56
Afilado a la CGTP - FLEMACON - UIS

Sede Institucional: Prolongación Cangallo N° 670 - La Victoria

Telefax: 312-2034 / 201-2370 / 325-5495 Cel.: 987515423

E-mail: secretaria@ftccperu.com

Web: www.ftccperu.com

TABLA DE SALARIOS Y BENEFICIOS SOCIALES

PLIEGO NACIONAL 2017 - 2018

(Del 01.06.2017 al 31.05.2018)

OPERARIO					Indemnizac.	vacaciones		
Jornal	64.30	*	6 días	385.80	diario	9.65	6.43	
Jornal Dominical	10.72	*	6 días	64.30	semanal	57.87	38.58	
BUC 32 %	20.58	*	6 días	123.46				
Bonif. Por Movilidad	7.20	*	6 días	43.20				

Total Salarios				616.76				
Descuento ONP 13%				74.56				
Descuento CONAF. 2%				9.00				
Pago Neto Semanal				533.19				
						Fiest. Patri.	Fiest. Navid.	
						diario	12.25	17.15
						mensual	367.43	514.4
						Total	2572.00	2572.00
					Ley N° 29351, Exonera a las gratif. del descuento del SNP o SPP. El 9% correspondiente a EsSalud se paga al trabajador			
OFICIAL					Indemnizac.	vacaciones		
Jornal	52.00	*	6 días	312.00	diario	7.80	5.20	
Jornal Dominical	8.67	*	6 días	52.00	semanal	46.80	31.20	
BUC 30 %	15.60	*	6 días	93.60				
Bonif. Por Movilidad	7.20	*	6 días	43.20				

Total Salarios				500.80				
Descuento ONP 13%				59.49				
Descuento CONAF. 2%				7.28				
Pago Neto Semanal				434.03				
						Fiest. Patri.	Fiest. Navid.	
						diario	9.90	13.87
						mensual	297.14	416
						Total	2080.00	2080.00
					Ley N° 29351, Exonera a las gratif. del descuento del SNP o SPP. El 9% correspondiente a EsSalud se paga al trabajador			
PEON					Indemnizac.	vacaciones		
Jornal	46.50	*	6 días	279.00	diario	6.98	4.65	
Jornal Dominical	7.75	*	6 días	46.50	semanal	41.85	27.90	
BUC 30 %	13.95	*	6 días	83.70				
Bonif. Por Movilidad	7.20	*	6 días	43.20				

Total Salarios				452.40				
Descuento ONP 13%				53.20				
Descuento CONAF. 2%				6.51				
Pago Neto Semanal				392.69				
						Gratific.	Fiest. Patri.	Fiest. Navid.
						diario	8.86	12.40
						mensual	265.71	372
						Total	1860.00	1860.00
					Ley N° 29351, Exonera a las gratif. del descuento del SNP o SPP. El 9% correspondiente a EsSalud se paga al trabajador			
Asignación Escolar por un hijo				HORAS EXTRAS				
	diario	mensual		Simple	60%	100%	Indemniz.	
OPERARIO	5.36	160.75		8.04	12.86	16.08	1.21	
OFICIAL	4.33	130.00		6.50	10.40	13.00	0.98	
PEON	3.88	116.25		5.81	9.30	11.63	0.87	



FEDERACIÓN DE TRABAJADORES EN CONSTRUCCIÓN CIVIL DEL PERÚ

Reconocido Oficialmente el 23-08-1962 por Resolución Sub-Directorial N° 56
Afiado a la CGTP - FLEMACON - UIS

Sede Institucional: Prolongación Cangallo N° 670 - La Victoria
Telefax: 312-2034 / 201-2370 / 325-5495 Cel.: 987515423
E-mail: secretaria@ftccperu.com
Web: www.ftccperu.com

TABLA SALARIAL CON BENEFICIOS SOCIALES REGIMEN DE CONSTRUCCION CIVIL (Del 01.06.2017 al 31.05.2018)

OPERARIO						
Jornal Basico	64.30	*	6	días	385.80	
Descanso Semanal Obligatorio	10.72	*	6	días	64.30	
BUC 32 %	20.58	*	6	días	123.46	
Bonificación Por Movilidad	7.20	*	6	días	43.20	
Indemnización 15%	9.65	*	6	días	57.87	
Vacaciones 10%	6.43	*	6	días	38.58	
Gratificación F. Patrias	12.25	*	7	días	85.73	
B. Extraordinaria Ley 29351	1.10	*	7	días	7.72	
Total Bruto Salarios					806.66	
Descuento SNP 13%					79.58	
Descuento CONAFOVICER 2%					9.00	
Pago Neto Semanal					718.08	
OFICIAL						
Jornal	52.00	*	6	días	312.00	
Descanso Semanal Obligatorio	8.67	*	6	días	52.00	
BUC 30 %	15.60	*	6	días	93.60	
Bonificación Por Movilidad	7.20	*	6	días	43.20	
Indemnización 15%	7.80	*	6	días	46.80	
Vacaciones 10%	5.20	*	6	días	31.20	
Gratificación F. Patrias	9.90	*	7	días	69.33	
B. Extraordinaria Ley 29351	0.89	*	7	días	6.24	
Total Bruto Salarios					654.37	
Descuento SNP 13%					63.54	
Descuento CONAFOVICER 2%					7.28	
Pago Neto Semanal					583.55	
PEON						
Jornal	46.50	*	6	días	279.00	
Descanso Semanal Obligatorio	7.75	*	6	días	46.50	
BUC 30 %	13.95	*	6	días	83.70	
Bonif. Por Movilidad	7.20	*	6	días	43.20	
Indemnización 15%	6.98	*	6	días	41.85	
Vacaciones 10%	4.65	*	6	días	27.90	
Gratificación F. Patrias	8.86	*	7	días	62.00	
B. Extraordinaria Ley 29351	0.80	*	7	días	5.58	
Total Bruto Salarios					589.73	
Descuento SNP 13%					56.82	
Descuento CONAFOVICER 2%					6.51	
Pago Neto Semanal					526.40	
Si tiene hijos estudiando y trabaja en horas extras, sumara ademas lo siguiente						
Asignación Escolar por un hijo			Horas Extras			
Categoría	Diario	Men.	Simple	60%	100%	Indem. 15%
Operario	5.36	160.75	8.04	12.86	16.08	1.21
Oficial	4.33	130.00	6.50	10.40	13.00	0.98
Peón	3.88	116.25	5.81	9.30	11.63	0.87



FEDERACIÓN DE TRABAJADORES EN CONSTRUCCIÓN CIVIL DEL PERÚ

Reconocido Oficialmente el 23-08-1962 por Resolución Sub-Directorial N° 56
Afiliado a la CGTP - FLEMACON - UIS

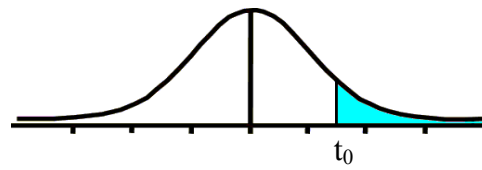
Sede Institucional: Prolongación Cangallo N° 670 - La Victoria
Telefax: 312-2034 / 201-2370 / 325-5495 Cel.: 987515423
E-mail: secretaria@ftccperu.com
Web: www.ftccperu.com

TABLA SALARIAL CON BENEFICIOS SOCIALES REGIMEN DE CONSTRUCCION CIVIL (Del 01.06.2017 al 31.05.2018)

OPERARIO						
Jornal Basico	64.30	*	6	días		385.80
D.S.O	10.72	*	6	días		64.30
BUC 32 %	20.58	*	6	días		123.46
Bonificación Por Movilidad	7.20	*	6	días		43.20
Indemnización 15%	9.65	*	6	días		57.87
Vacaciones 10%	6.43	*	6	días		38.58
Gratificación Navidad	17.15	*	7	días		120.03
B. Extraordinaria Ley 29351	1.54	*	7	días		10.80
Total Salarios						844.04
Descto. SNP 13%						79.58
Descto. CONAFOVICER 2%						9.00
Pago Neto Semanal						755.46
OFICIAL						
Jornal Basico	52.00	*	6	días		312.00
D. S. O.	8.67	*	6	días		52.00
BUC 30 %	15.60	*	6	días		93.60
Bonif. Por Movilidad	7.20	*	6	días		43.20
Indem. 15%	7.80	*	6	días		46.80
Vacac. 10%	5.20	*	6	días		31.20
Gratificación Navidad	13.87	*	7	días		97.07
B. Extraordinaria Ley 29351	1.25	*	7	días		8.74
Total Salarios						684.60
Descto. SNP 13%						63.54
Dscto. CONAFOVICER 2%						7.28
Pago Neto Semanal						613.78
PEON						
Jornal Basico	46.50	*	6	días		279.00
Jornal Dominical	7.75	*	6	días		46.50
BUC 30 %	13.95	*	6	días		83.70
Bonif. Por Movilidad	7.20	*	6	días		43.20
Indem. 15%	6.98	*	6	días		41.85
Vacac. 10%	4.65	*	6	días		27.90
Gratificación Navidad	12.40	*	7	días		86.80
B. Extraordinaria Ley 29351	1.12	*	7	días		7.81
Total Salarios						616.76
Dscto. SNP 13%						56.82
Dscto. CONAFOVICER 2%						6.51
Pago Neto Semanal						553.43
El que tiene hijos estudiando y trabaja horas extras sumara						
Asignación Escolar por un hijo			Horas Extras			
Categorías	Diario	Mensual	Simples	60%	100%	Indem. 15%
Operario	5.36	160.75	8.04	12.86	16.08	1.21
Oficial	4.33	130.00	6.50	10.40	13.00	0.98
Peón	3.88	116.25	5.81	9.30	11.63	0.87

**ANEXO 6: TABLA DE VALORES PARA TEST T DE
STUDENT**

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.3095	1.6955	2.0395	2.4528	2.7440
32	0.6822	1.3086	1.6939	2.0369	2.4487	2.7385
33	0.6820	1.3077	1.6924	2.0345	2.4448	2.7333
34	0.6818	1.3070	1.6909	2.0322	2.4411	2.7284
35	0.6816	1.3062	1.6896	2.0301	2.4377	2.7238
36	0.6814	1.3055	1.6883	2.0281	2.4345	2.7195
37	0.6812	1.3049	1.6871	2.0262	2.4314	2.7154
38	0.6810	1.3042	1.6860	2.0244	2.4286	2.7116
39	0.6808	1.3036	1.6849	2.0227	2.4258	2.7079
40	0.6807	1.3031	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045
41	0.6805	1.3025	1.6829	2.0195	2.4208	2.7012
42	0.6804	1.3020	1.6820	2.0181	2.4185	2.6981
43	0.6802	1.3016	1.6811	2.0167	2.4163	2.6951
44	0.6801	1.3011	1.6802	2.0154	2.4141	2.6923
45	0.6800	1.3007	1.6794	2.0141	2.4121	2.6896
46	0.6799	1.3002	1.6787	2.0129	2.4102	2.6870
47	0.6797	1.2998	1.6779	2.0117	2.4083	2.6846
48	0.6796	1.2994	1.6772	2.0106	2.4066	2.6822
49	0.6795	1.2991	1.6766	2.0096	2.4049	2.6800

50	0.6794	1.2987	1.6759	2.0086	2.4033	2.6778
51	0.6793	1.2984	1.6753	2.0076	2.4017	2.6757
52	0.6792	1.2980	1.6747	2.0066	2.4002	2.6737
53	0.6791	1.2977	1.6741	2.0057	2.3988	2.6718
54	0.6791	1.2974	1.6736	2.0049	2.3974	2.6700
55	0.6790	1.2971	1.6730	2.0040	2.3961	2.6682
56	0.6789	1.2969	1.6725	2.0032	2.3948	2.6665
57	0.6788	1.2966	1.6720	2.0025	2.3936	2.6649
58	0.6787	1.2963	1.6716	2.0017	2.3924	2.6633
59	0.6787	1.2961	1.6711	2.0010	2.3912	2.6618
60	0.6786	1.2958	1.6706	2.0003	2.3901	2.6603
61	0.6785	1.2956	1.6702	1.9996	2.3890	2.6589
62	0.6785	1.2954	1.6698	1.9990	2.3880	2.6575
63	0.6784	1.2951	1.6694	1.9983	2.3870	2.6561
64	0.6783	1.2949	1.6690	1.9977	2.3860	2.6549
65	0.6783	1.2947	1.6686	1.9971	2.3851	2.6536
66	0.6782	1.2945	1.6683	1.9966	2.3842	2.6524
67	0.6782	1.2943	1.6679	1.9960	2.3833	2.6512
68	0.6781	1.2941	1.6676	1.9955	2.3824	2.6501
69	0.6781	1.2939	1.6672	1.9949	2.3816	2.6490
70	0.6780	1.2938	1.6669	1.9944	2.3808	2.6479
71	0.6780	1.2936	1.6666	1.9939	2.3800	2.6469
72	0.6779	1.2934	1.6663	1.9935	2.3793	2.6458
73	0.6779	1.2933	1.6660	1.9930	2.3785	2.6449
74	0.6778	1.2931	1.6657	1.9925	2.3778	2.6439
75	0.6778	1.2929	1.6654	1.9921	2.3771	2.6430
76	0.6777	1.2928	1.6652	1.9917	2.3764	2.6421
77	0.6777	1.2926	1.6649	1.9913	2.3758	2.6412
78	0.6776	1.2925	1.6646	1.9908	2.3751	2.6403
79	0.6776	1.2924	1.6644	1.9905	2.3745	2.6395
80	0.6776	1.2922	1.6641	1.9901	2.3739	2.6387
81	0.6775	1.2921	1.6639	1.9897	2.3733	2.6379
82	0.6775	1.2920	1.6636	1.9893	2.3727	2.6371
83	0.6775	1.2918	1.6634	1.9890	2.3721	2.6364
84	0.6774	1.2917	1.6632	1.9886	2.3716	2.6356
85	0.6774	1.2916	1.6630	1.9883	2.3710	2.6349
86	0.6774	1.2915	1.6628	1.9879	2.3705	2.6342
87	0.6773	1.2914	1.6626	1.9876	2.3700	2.6335
88	0.6773	1.2912	1.6624	1.9873	2.3695	2.6329
89	0.6773	1.2911	1.6622	1.9870	2.3690	2.6322
90	0.6772	1.2910	1.6620	1.9867	2.3685	2.6316
91	0.6772	1.2909	1.6618	1.9864	2.3680	2.6309
92	0.6772	1.2908	1.6616	1.9861	2.3676	2.6303
93	0.6771	1.2907	1.6614	1.9858	2.3671	2.6297
94	0.6771	1.2906	1.6612	1.9855	2.3667	2.6291
95	0.6771	1.2905	1.6611	1.9852	2.3662	2.6286
96	0.6771	1.2904	1.6609	1.9850	2.3658	2.6280
97	0.6770	1.2903	1.6607	1.9847	2.3654	2.6275
98	0.6770	1.2903	1.6606	1.9845	2.3650	2.6269
99	0.6770	1.2902	1.6604	1.9842	2.3646	2.6264
100	0.6770	1.2901	1.6602	1.9840	2.3642	2.6259
∞	0.6745	1.2816	1.6449	1.9600	2.3263	2.5758

ANEXO 7: MEMORIA DESCRIPTIVA DEL CASO 1

CASO 1: EDIFICIO MULTIFAMILIAR VELASCO ASTETE

A. Descripción General

a. Ubicación

El proyecto en materia se ubica en la Av. Velasco Astete N° 925 – 927 en el distrito de San Borja – Lima, que está comprendido en la zonificación RDB (Residencial de Densidad Baja) y se desarrolla sobre un área de terreno igual a 836.10 m².

b. Características del Proyecto

Se trata de un edificio multifamiliar de 3 sótanos, semisótano, 4 pisos y azotea, distribuido de la siguiente manera:

Distribución por planta

- **3º Sótano:**

Se desarrolla en el nivel NPT -9.65 al NPT -10.45. El acceso peatonal a los pisos superiores se efectúa a través de 01 escalera que llega hasta el nivel -1.20. Encontramos el cuarto de equipos de extracción de monóxidos, cuarto de bombas, cisterna de uso doméstico y cisterna de agua contra incendio, siendo proyectado con losas prefabricadas; el área techada de este nivel es de 29.57 m², sin incluir cisternas, cuarto de bombas y cuarto de extracción de monóxido.

- **2º Sótano:**

Se desarrolla sobre una rampa con una pendiente de 6% que va desde el nivel NPT -6.85 al NPT-7.65. En este nivel se ubican parte de los estacionamientos del proyecto, existiendo 21 espacios para estacionamientos, además de 13 depósitos.

El acceso peatonal a los pisos superiores se efectúa a través de 01 escalera que llega hasta el nivel -1.20, también se ubica el hall de ascensores y 02 ascensores, siendo proyectado con losas prefabricadas; el área techada de este nivel es de 820.89 m².

- **1º Sótano:**

Se desarrolla sobre una rampa con una pendiente de 6% que va desde el nivel NPT -4.05 al NPT -4.85, al mismo que se accede desde la vía pública por una rampa de acceso de 3.60 ml. de ancho y con una pendiente de 15%. En este nivel se ubican parte de los estacionamientos del proyecto, existiendo 19 espacios para estacionamientos, 53 estacionamientos para bicicletas y 11 depósitos.

Además, en este nivel se encuentra el cuarto de acopio de basura. El acceso peatonal a los pisos superiores se efectúa a través de 01 escalera que llega hasta el nivel -1.20, también se ubica el hall de ascensores y 02 ascensores, siendo proyectado con losas prefabricadas; el área techada de este nivel es de 818.62 m².

- **Planta Semisótano:**

En este nivel se encuentra el Ingreso Peatonal al Edificio, ubicado frente a la Av. Velasco Astete, el ingreso a la rampa de acceso vehicular a los sótanos de estacionamientos, de 3.60 ml de ancho es a través de la Av. Velasco Astete; el cual se plantea con viguetas prefabricadas de alma abierta.

El Ingreso Peatonal conduce al lobby, recepción, 03 departamentos, hall de ascensores, servicios higiénicos y vestidor para vigilancia, circulación vertical (01 escaleras y 02 ascensores) que comunica con los pisos superiores. Además, en el nivel +-0.00 encontramos 04 autos para visitas con un área techada de 505.07m².

- **Planta típica Pisos 1°,2°y 3°:**

En estos niveles se cuenta con el hall de ascensores, circulación vertical (01 escalera y 02 ascensores) que comunica con el nivel de ingreso y los pisos superiores, ductos de instalaciones, y 04 departamentos, con un área techada de 498.24 m².

- **Planta Piso 4**

En este nivel se cuenta con el hall de ascensores, circulación vertical (01 escalera y 02 ascensores) que comunica con el nivel de ingreso, ductos de instalaciones, y 04 departamentos, con un área techada de 498.24m².

- **Azotea:**

En este nivel se encuentran los segundos niveles de los departamentos dúplex, el área techada es de 182.71 m².

Las características del proyecto se pueden resumir de la siguiente manera:

N° de Pisos	: SEMISOTANO + 04 PISOS
N° de Sótanos	: 03
Departamentos por Piso	: 03 Dptos. en Semisótano. 04 Dptos. del 1° al 3° Piso 04 Dptos. en 4° Piso
Total, de Departamentos	: 19
Áreas por Departamentos	: Entre 168.53m ² y 120.00m ² aprox.
Estacionamientos	: 44

ANEXO 8: MEMORIA DESCRIPTIVA DEL CASO 2

CASO 2: EDIFICIO MULTIFAMILIAR LOS SAUCES

A. Descripción general

a. Ubicación

El proyecto en materia se ubica en la Av. Bleriot N°172 Urb. Jorge Chávez en el distrito de Surquillo, que está comprendido en la zonificación RDB y se desarrolla sobre un área de terreno de 188.53 m².

b. Características del Proyecto

Se trata de un edificio multifamiliar de 8 pisos, distribuido de la siguiente manera:

Distribución por planta

- **Planta típica Pisos 1°, 3°, 5°:**

En estos niveles se cuenta con el hall de ascensores, circulación vertical (01 escalera y 01 ascensores) que comunica con el nivel de ingreso y los pisos superiores, ductos de instalaciones, y 01 departamento, con un área techada de 158.35 m².

- **Planta típica Pisos 2°, 4°, 6°:**

En este nivel se encuentran los segundos niveles de los departamentos dúplex, el área techada en este nivel es 152.71 m².

- **Planta típica Pisos 7° y 8°:**

En estos niveles se cuenta con el hall de ascensores, circulación vertical (01 escalera y 01 ascensores) que comunica con el nivel de ingreso y los pisos superiores, ductos de instalaciones, y 01 departamento, con un área techada de 151.40 m².

Las características del proyecto se pueden resumir de la siguiente manera:

N° de Pisos : 08 PISOS

Departamentos por Piso : 01 Dptos. en 1°,3°,5°.

01 Dptos. del 7° Piso

01 Dptos. en 8° Piso

Total, de Departamentos: 05 departamentos

Áreas por Departamentos: Entre 130-120 m2 aprox.

ANEXO 9: MEMORIA DESCRIPTIVA DEL CASO 3

CASO 3: EDIFICIO MULTIFAMILIAR GRANDA Y GRANDA

A. Descripción general

a. Ubicación

El proyecto materia se ubica en la Jr. Batalla de San Juan N° 559, Mz "I-2" LT "05" Urb. Las Gardenias en el distrito de Santiago de Surco, que está comprendido en la zonificación RDB y se desarrolla sobre un área de terreno de 306.06 m².

b. Características del Proyecto

Se trata de un edificio multifamiliar de 1 semisotano, 4 pisos y azotea, distribuido de la siguiente manera:

Distribución por planta

- **Planta Semisótano**

En estos niveles se cuenta con el hall de ascensores, circulación vertical (01 escalera y 01 ascensores) que comunica con el nivel de ingreso y los pisos superiores, ductos de instalaciones, estacionamientos y 01 departamento, con un área techada de 282.5 m².

- **Planta típica Pisos 1°, 2°, 3°**

En estos niveles se cuenta con el hall de ascensores, circulación vertical (01 escalera y 01 ascensores) que comunica con el nivel de ingreso y los pisos superiores, ductos de instalaciones, y 02 departamentos, con un área techada de 262.45 m².

- **Planta Piso 4**

En este nivel se cuenta con el hall de ascensores, circulación vertical (01 escalera y 01 ascensores) que comunica con el nivel de ingreso, ductos de instalaciones, y 02 departamentos, con un área techada de 260.5m².

- **Azotea:**

En este nivel se encuentran los segundos niveles de los departamentos dúplex, con un área techada de 54.20 m².

Las características del proyecto se pueden resumir de la siguiente manera:

N° de Pisos : SEMISOTANO+04 PISOS

Departamentos por Piso : 01 Dptos. en Semisótano
02 Dptos. del 1º al 3º Piso
02 Dptos. en 4º Piso

Total, de Departamentos: 9 departamentos.

Áreas por Departamentos: Entre 110-120 m² aprox.

ANEXO 10: MEMORIA DESCRIPTIVA DEL CASO 4

CASO 4: EDIFICIO MULTIFAMILIAR CARAPONGUILLO

A. Descripción general

a. Ubicación

El proyecto materia se ubica en, Mz." A" LT "01" Urb. Las Terrazas de Caraponguillo en el distrito de Chosica, Lima, que está comprendido en la zonificación RDB y se desarrolla sobre un área de terreno de 243.62 m².

b. Características del Proyecto

Se trata de un edificio multifamiliar de 3 pisos y azotea, distribuido de la siguiente manera:

Distribución por planta

- **Planta típica Pisos 1°, 2°,3°:**

En estos niveles se cuenta con circulación vertical (01 escalera) que comunica con el nivel de ingreso y los pisos superiores, ductos de instalaciones, y 01 departamento por piso, con un área techada de 148.26 m².

- **Azotea:**

En este nivel se encuentran el segundo nivel del departamento dúplex, con un área techada de 39.78 m².

Las características del proyecto se pueden resumir de la siguiente manera:

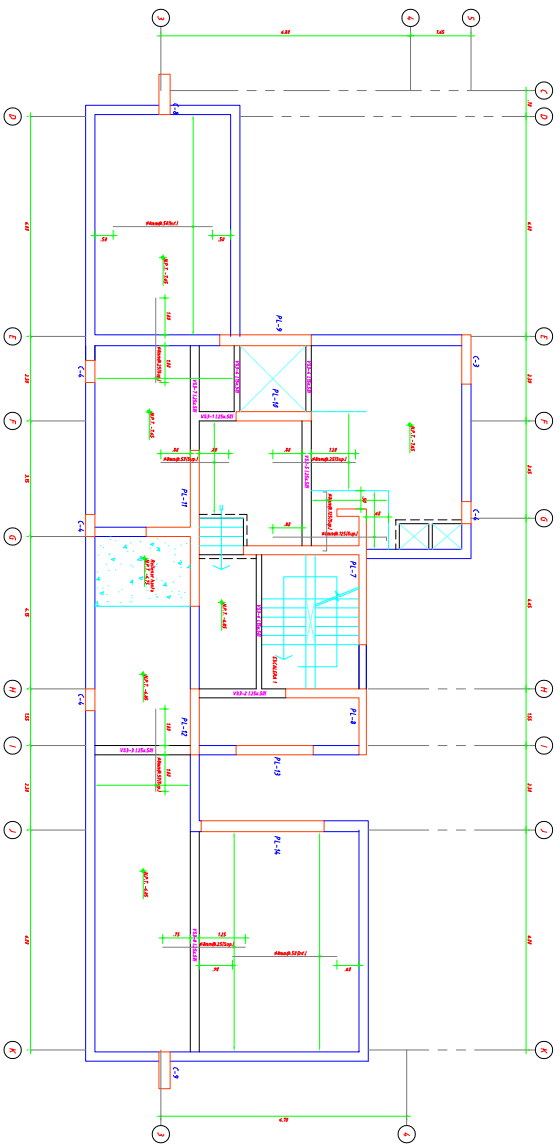
N° de Pisos : 03 PISOS

Departamentos por Piso : 01 Dptos. del 1° y 2° Piso.
01 Dptos. en 3° Piso

Total, de Departamentos: 03 departamentos.

Áreas por Departamentos: Entre 100-120 m² aprox.

ANEXO 11: PLANOS CASO 1



ENCOPRADO DE TECHO PARA EL SOTANO 3

-  SOLA DE CONCRETO
-  MUR DE LADRILLO
-  MUR DE LADRILLO CON AISLAMIENTO
-  MUR DE LADRILLO CON AISLAMIENTO Y MEMBRANA
-  MUR DE LADRILLO CON AISLAMIENTO Y MEMBRANA Y PISO

UNIVERSIDAD : **USMP** INSTITUTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 SISTEMA :
LOSA ALBERNADA CONVENCIONAL

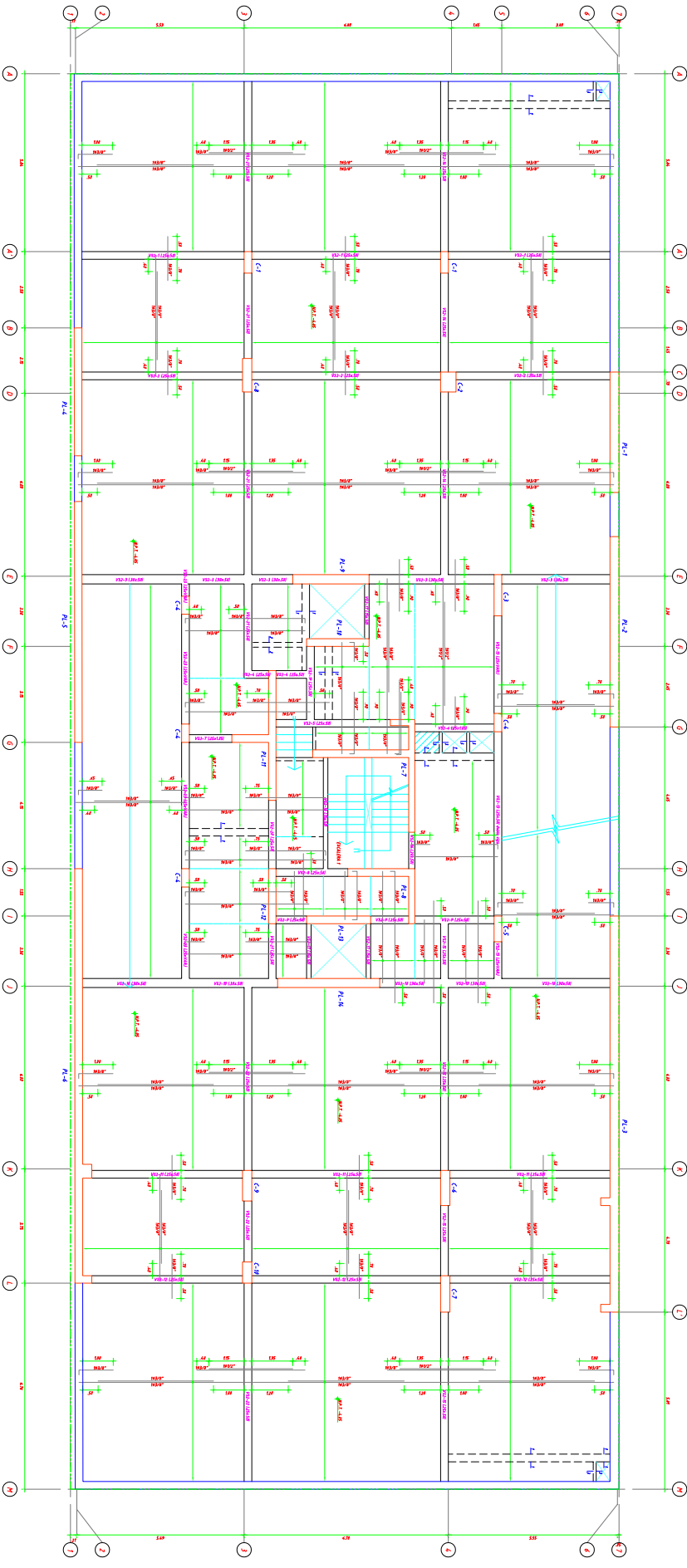
CLIENTE DE REGISTRO :
EDIFICIO PARA TRADING
VEREDAS ALTIPLANO

TITULACION :
 AVULSADA : 28 m BOPM
 Reglamento : Lima-Puro
CONSTRUCTORA TRES JOTAS S.A.

PROYECTO :
PRISMA
INGENIERIA

PLANO :
ENCOPRADO TECHO SOTANO 3

TRAMA :
E-01



ENCORRADO DE TECHO PARA EL SOTANO 2
 2da. Etapa

BARRAS DE ACERO
 REFORZAMIENTO DE LA LOSA DE CONCRETO

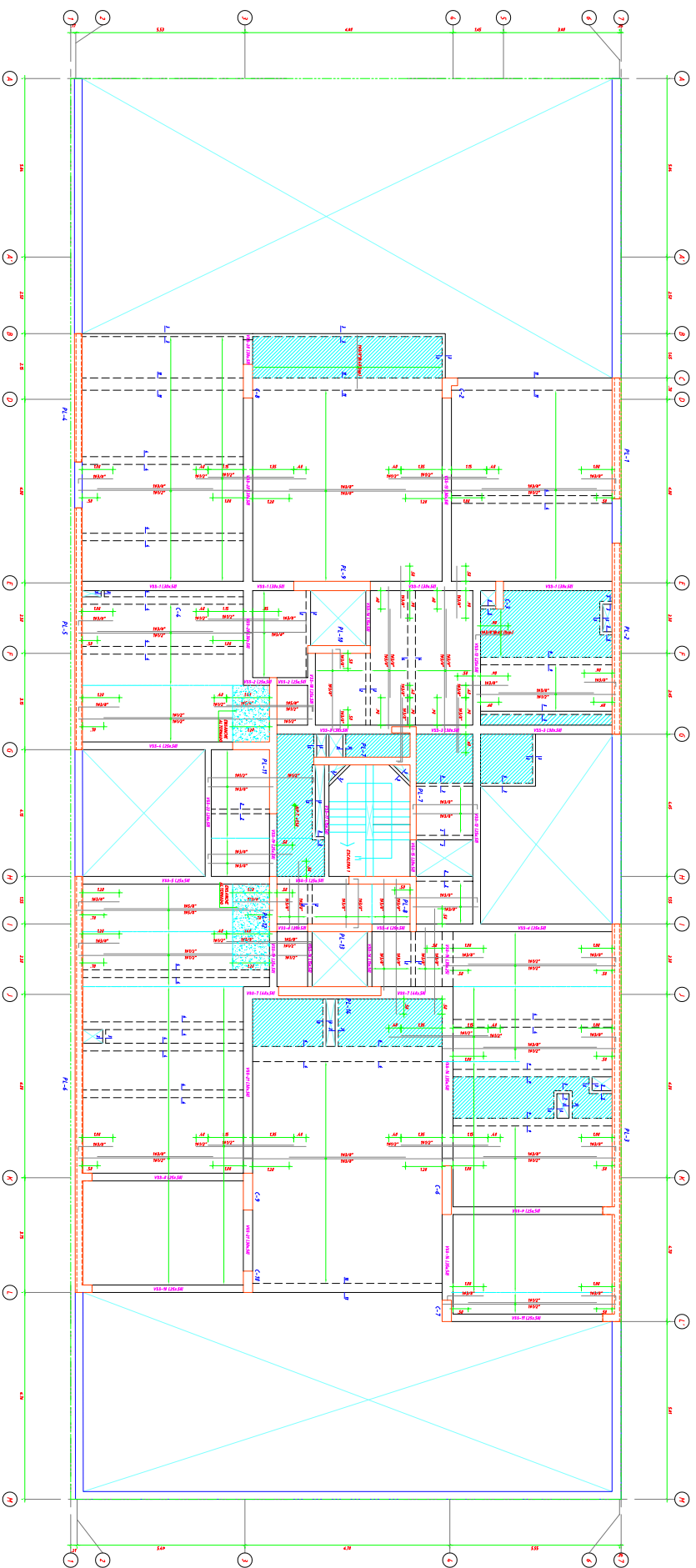
REFORZAMIENTO DE LA LOSA DE CONCRETO

REFORZAMIENTO DE LA LOSA DE CONCRETO

REFORZAMIENTO DE LA LOSA DE CONCRETO

Nota: Verificar el detalle de los elementos de concreto en el plano de detalles.

<p> USMP UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA </p>	<p> TESIS ANÁLISIS CONFORME A LA NBR 1706 LOSA ALBERNADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VERIFICACIÓN DE LOSAS ALBERNADAS ASISTIDA EN SERVIDOR INFORMÁTICOS </p> <p> UNIVERSIDAD : USMP </p> <p> SISTEMA : LOSA ALBERNADA CONVENCIONAL </p> <p> CLIENTE DE EJECUCIÓN : EDIFICIO PARA TRANSACCIONES FINANCIERAS ENCORRADO DE TECHO SOTANO 2 </p> <p> TITULACIÓN : Arquitecto </p> <p> PROYECTO : Edificio para Transacciones Financieras </p> <p> DISEÑO : PRISMA INGENIERIA </p> <p> CONSTRUCCION : CONSTRUCTORA TRES JOTAS S.A. </p> <p> AVULSA : J.M. Valero de Arriba N°135 - 107 Distrito : San Borja Reg. Nº 18.118 Reg. Nº 18.118 </p> <p> PLANO : ENCORRADO TECHO SOTANO 2 </p> <p> TRAMA : E-2 </p>
--	---



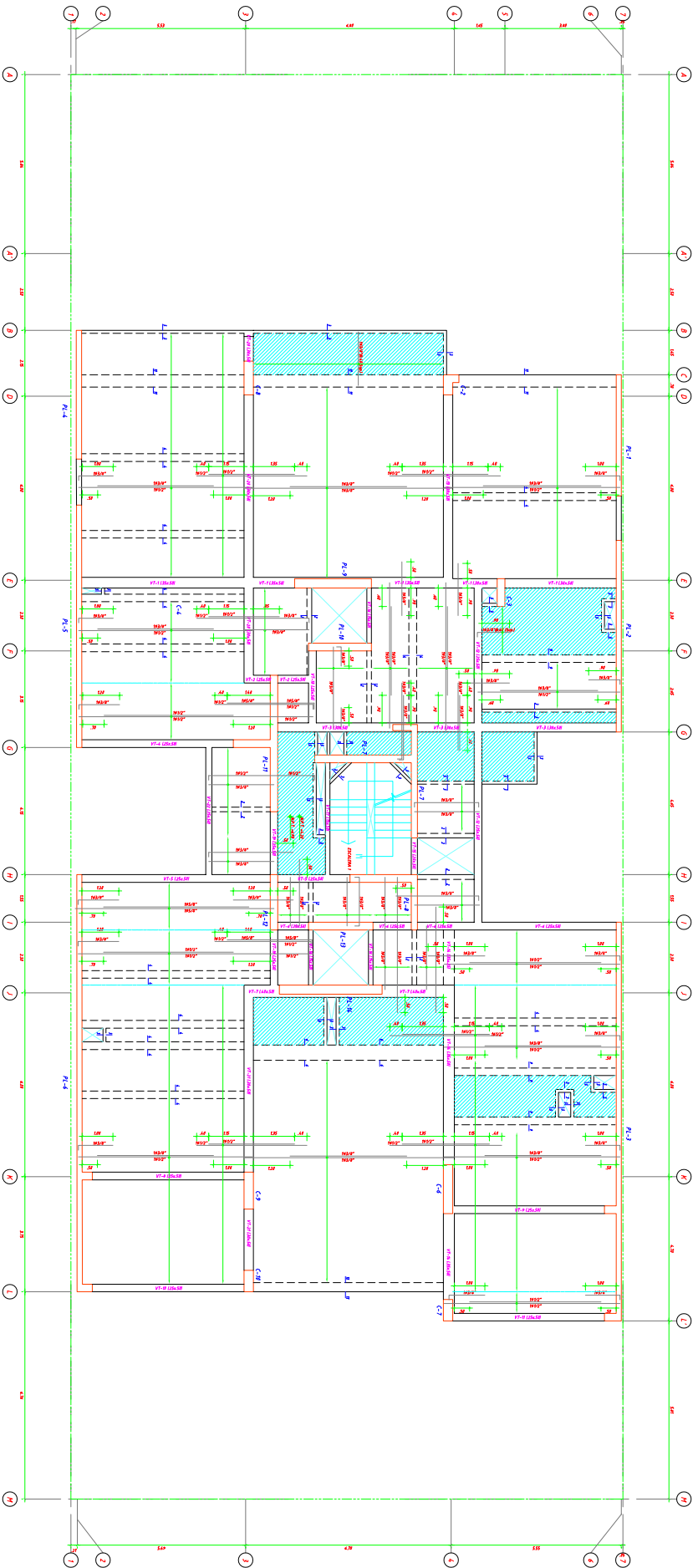
ENCORRADO DE TECHO PARA EL SEMISOTANO
 2da. Edición

LEYENDA

- ZONA DE TRABAJO
- ZONA DE ALMACÉN
- ZONA DE ESTACIONAMIENTO
- ZONA DE TRABAJO (LÍNEA DE TRAZO)
- ZONA DE ALMACÉN (LÍNEA DE TRAZO)
- ZONA DE ESTACIONAMIENTO (LÍNEA DE TRAZO)

NOTA: EL ENCORRADO DE TECHO SE REALIZARÁ EN LAS ZONAS DE TRABAJO, ALMACÉN Y ESTACIONAMIENTO.

<p>UNIVERSIDAD : USMP UNIVERSIDAD NACIONAL DEL PERÚ FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</p>	<p>TESIS : TESIS DE GRADO PARA EL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS DE ALUMINADO Y SUS PRODUCTOS DERIVADOS ANÁLISIS CONFORME AL NTC 1000 PARA LA VERIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE ALUMINADO CON SISTEMA CONVENCIONAL, ALUMINADO EN SERVICIO Y ALUMINADO EN SERVICIO EN ALUMINADO.</p> <p>UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL PERÚ INSTITUTO : INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLOS TECNOLÓGICOS LABORATORIO : LABORATORIO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLOS TECNOLÓGICOS</p>
<p>CLIENTE DE REGISTRO : LOSA ALBERNADA CONVENCIONAL</p>	<p>DISEÑO : PRISMA INGENIERIA</p>
<p>PROYECTO : EDIFICIO PARA TRABAJO Y ALMACÉN EN EL SEMISOTANO</p>	<p>PROYECTO : EDIFICIO PARA TRABAJO Y ALMACÉN EN EL SEMISOTANO</p>
<p>TÍTULO : ANÁLISIS CONFORME AL NTC 1000 PARA LA VERIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE ALUMINADO CON SISTEMA CONVENCIONAL, ALUMINADO EN SERVICIO Y ALUMINADO EN SERVICIO EN ALUMINADO.</p>	<p>PROYECTO : EDIFICIO PARA TRABAJO Y ALMACÉN EN EL SEMISOTANO</p>
<p>PLANO : ENCORRADO TECHO SEMISOTANO</p>	<p>PLANO : ENCORRADO TECHO SEMISOTANO</p>
<p>TÍTULO : E-04</p>	<p>TÍTULO : E-04</p>

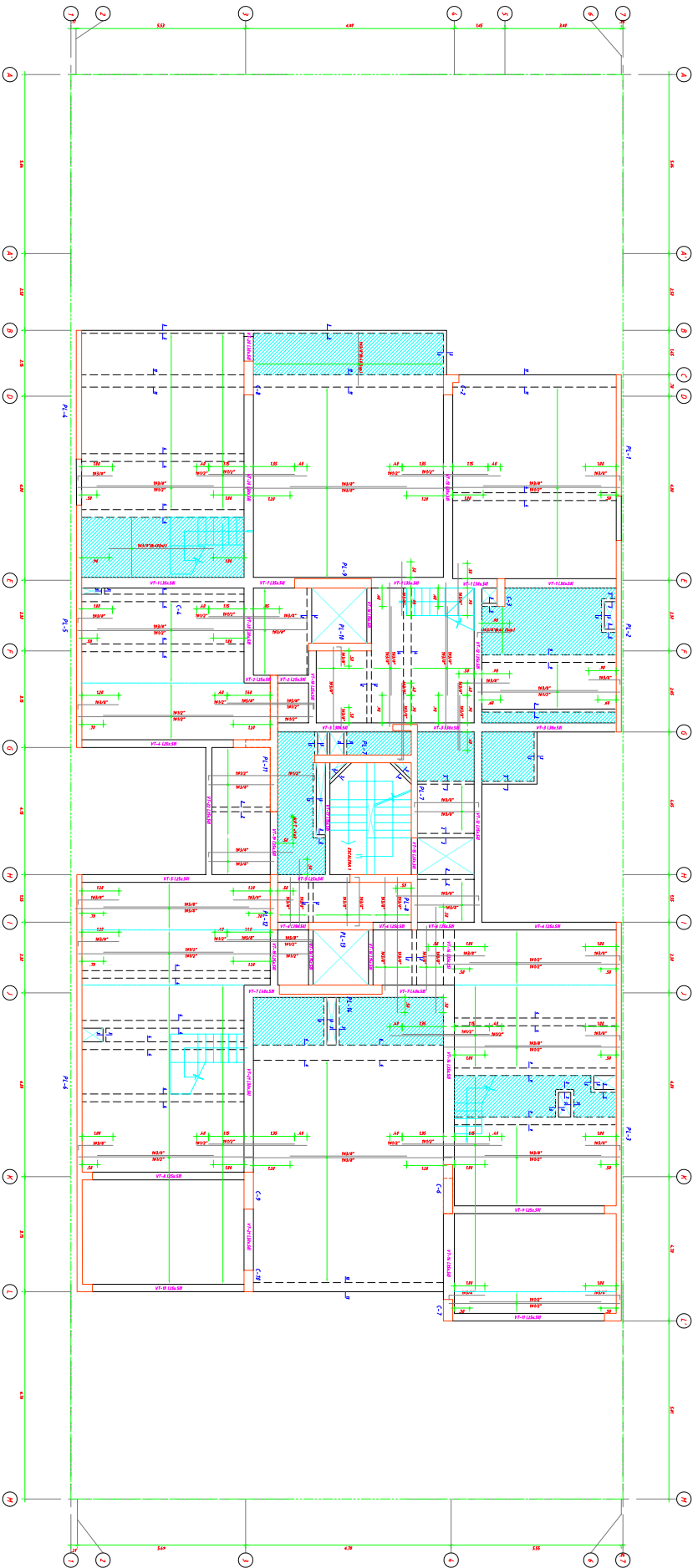


ENCOFRADO DE TECHO PARA EL AÑO Y 2000 PISO

LEYENDA

- TECHO DE CONCRETO ARMADO
- TECHO DE CONCRETO ARMADO CON REJILLA
- TECHO DE CONCRETO ARMADO CON REJILLA Y REJILLA
- TECHO DE CONCRETO ARMADO CON REJILLA Y REJILLA Y REJILLA
- TECHO DE CONCRETO ARMADO CON REJILLA Y REJILLA Y REJILLA Y REJILLA

UNIVERSIDAD USMP FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LOSA ALBERNADA CONVENCIONAL
 SISTEMA :
 PLANO DE EJECUCION :
ENCOFRADO DE TECHO PARA EL AÑO Y 2000 PISO
 PROYECTO :
ENCOFRADO DE TECHO PARA EL AÑO Y 2000 PISO
 DISEÑO :
PRISMA INGENIERIA
 INGENIERIA
 CONSTRUCTORA TRES JOTAS S.A.
 TITULACION :
 AVILA, CA. J.M. Valero o Asesor N° 325-1027
 DISEÑO : 28 de Mayo
 Registrada: Lima Peru
 PLANO :
ENCOFRADO TECHO PISO 1 Y 2
 TAMAÑO :
E-05

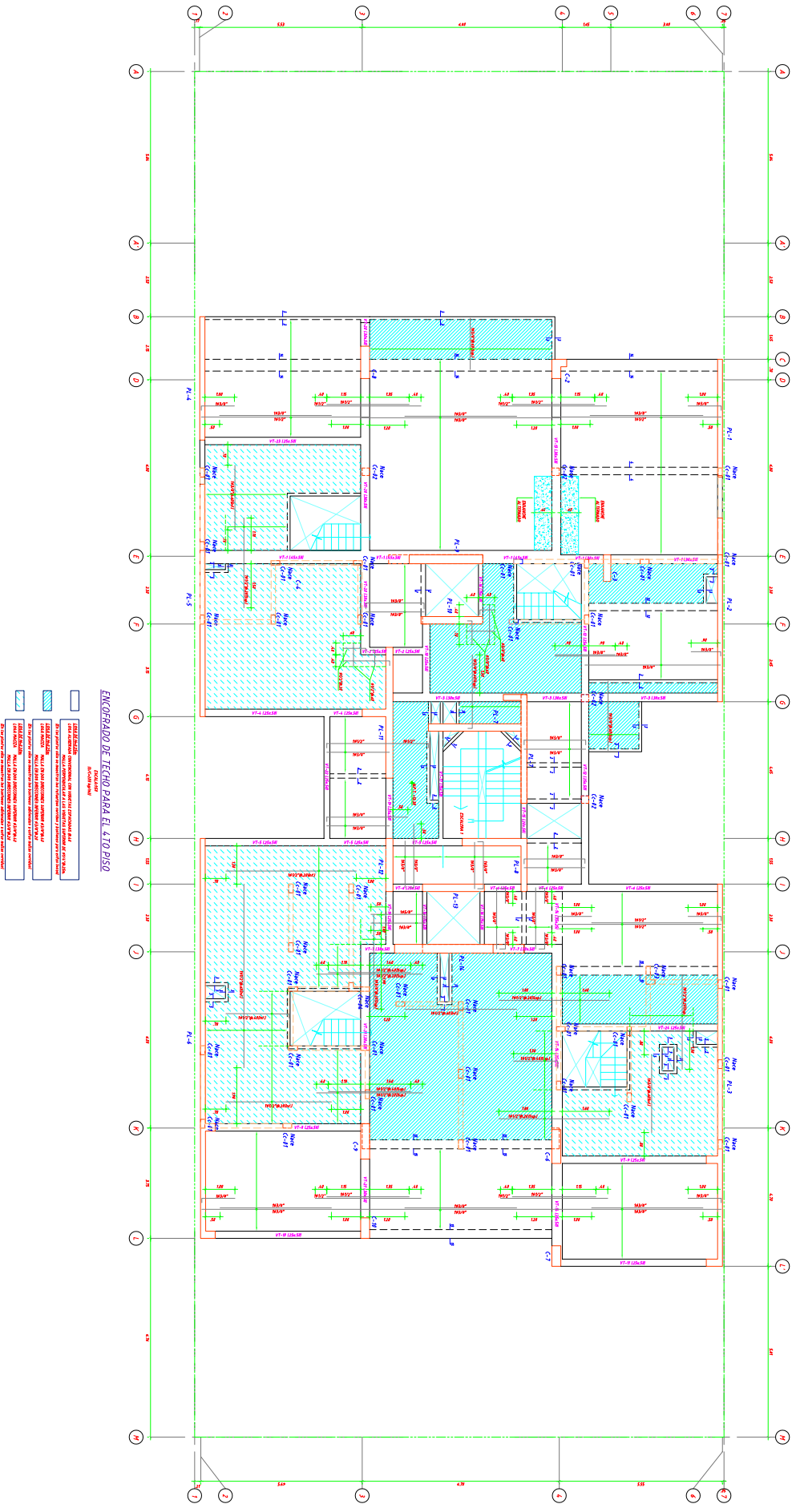


ENCORRADO DE TECHO PARA EL 2º PISO

Sección de obra

	TECHO DE BLOQUE TECHO DE BLOQUE CON REJILLA DE ALUMINIO Y BARRAS DE ACERO
	TECHO DE BLOQUE TECHO DE BLOQUE CON REJILLA DE ALUMINIO Y BARRAS DE ACERO
	TECHO DE BLOQUE TECHO DE BLOQUE CON REJILLA DE ALUMINIO Y BARRAS DE ACERO

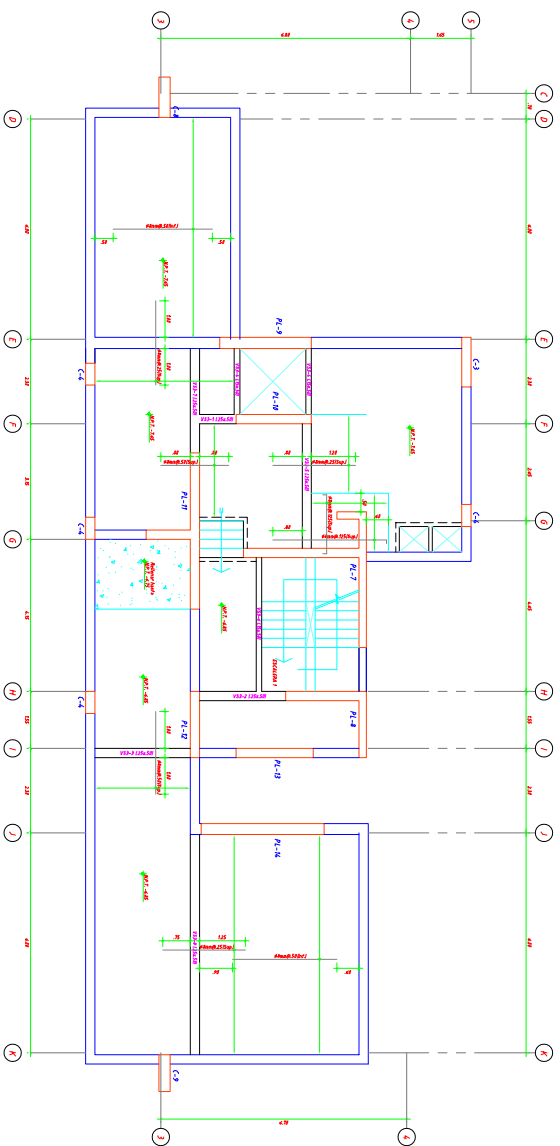
TESIS - CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA LOSA ALBERNADA CONVENCIONAL VERSIÓN VÁLIDA PARA PRESENTACIÓN DE ALMA MATER EN SERVICIOS PROFESIONALES	
UNIVERSIDAD:	USMP - UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
SISTEMA:	LOSA ALBERNADA CONVENCIONAL
CLIENTE DE REGISTRO:	EDIFICIO SAN JOSE Y TERCER PISO
TITULACION:	AVULSADA - 2da. Versión o Anexo N° 125 - 1977 Diseño : 2m x 3m Regulación: Lima Perú
PROYECTISTA:	CONSTRUCTORA TRES JOTAS S.A.
DISEÑO:	PRISMA INGENIERIA
PLANO:	ENCORRADO TECHO PISO 2
NUMERO:	E-06



ENCORFADO DE TECHO PARA EL 4 TO PISO

- ESTRUCTURA DE CONCRETO
- MUR DE LADRILLO
- MUR DE LADRILLO CON AISLAMIENTO
- MUR DE LADRILLO CON AISLAMIENTO Y MEMBRANA
- MUR DE LADRILLO CON AISLAMIENTO Y MEMBRANA Y ESTRUCTURA DE TECHO

<p>TESIS ANÁLISIS COMPARATIVO DEL SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS VENTILAS PREFERENCIALES DE ALUMINUM EN SERVICIOS ADMINISTRATIVOS</p>	
<p>UNIVERSIDAD : USMP (UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA)</p>	
<p>SISTEMA : LOSA ALBERGADA CONVENCIONAL</p>	
<p>CLIENTE DE REGISTRO : EMPRESA ANDINA TRANSPORTES Y SERVICIOS AEROPORTUARIOS</p>	
<p>DISEÑO : PRISMA INGENIERIA</p>	
<p>PROYECTO : ENCORFADO TECHO PISO 4</p>	
<p>PLANO : E-07</p>	
<p>FECHA : 2018</p>	
<p>ELABORADO POR : JUAN CARLOS VILLALBA</p>	
<p>REVISADO POR : JUAN CARLOS VILLALBA</p>	
<p>APROBADO POR : JUAN CARLOS VILLALBA</p>	
<p>PROYECTO : ENCORFADO TECHO PISO 4</p>	
<p>PLANO : E-07</p>	



ENCORRADO DE TECHO PARA EL SOTANO 3



TESIS

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LOSAS ALIGERADAS CON SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABERTA EN SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

UNIVERSIDAD : **USMP** INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

SISTEMA : **LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA**

CLIENTE DE EJECUCIÓN : **EDIFICIO ANTONIO TORREALBA VILLACORDA Y TORREALBA**

PROYECTO : **ENCORRADO DE TECHO PARA EL SOTANO 3**

UBICACIÓN : **Av. Vialca : 161, Valdearroyo, Lima 1351 - 1357**

PROYECTISTA : **INGENIEROS: Tania Pardo**

CONSTRUCTORA : **CONSTRUCTORA TRES JOTAS S.A.**

DISEÑO : **VIGUETA S PERU**

Área de Proyectos

ENCORRADO DE TECHO SOTANO 3

PLANO : **E-01**

ESCALA :

FECHA :

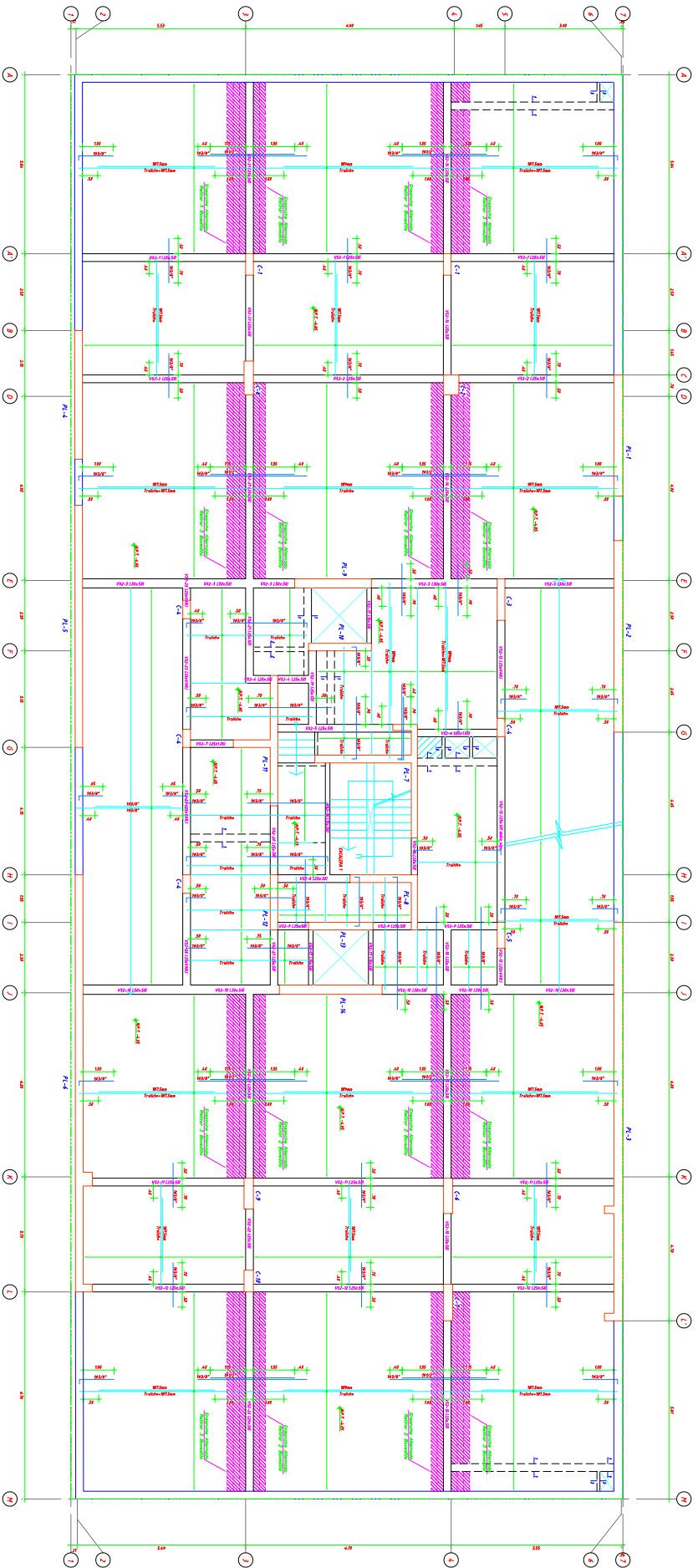
PROYECTO :

UBICACIÓN :

PROYECTISTA :

CONSTRUCTORA :

DISEÑO :



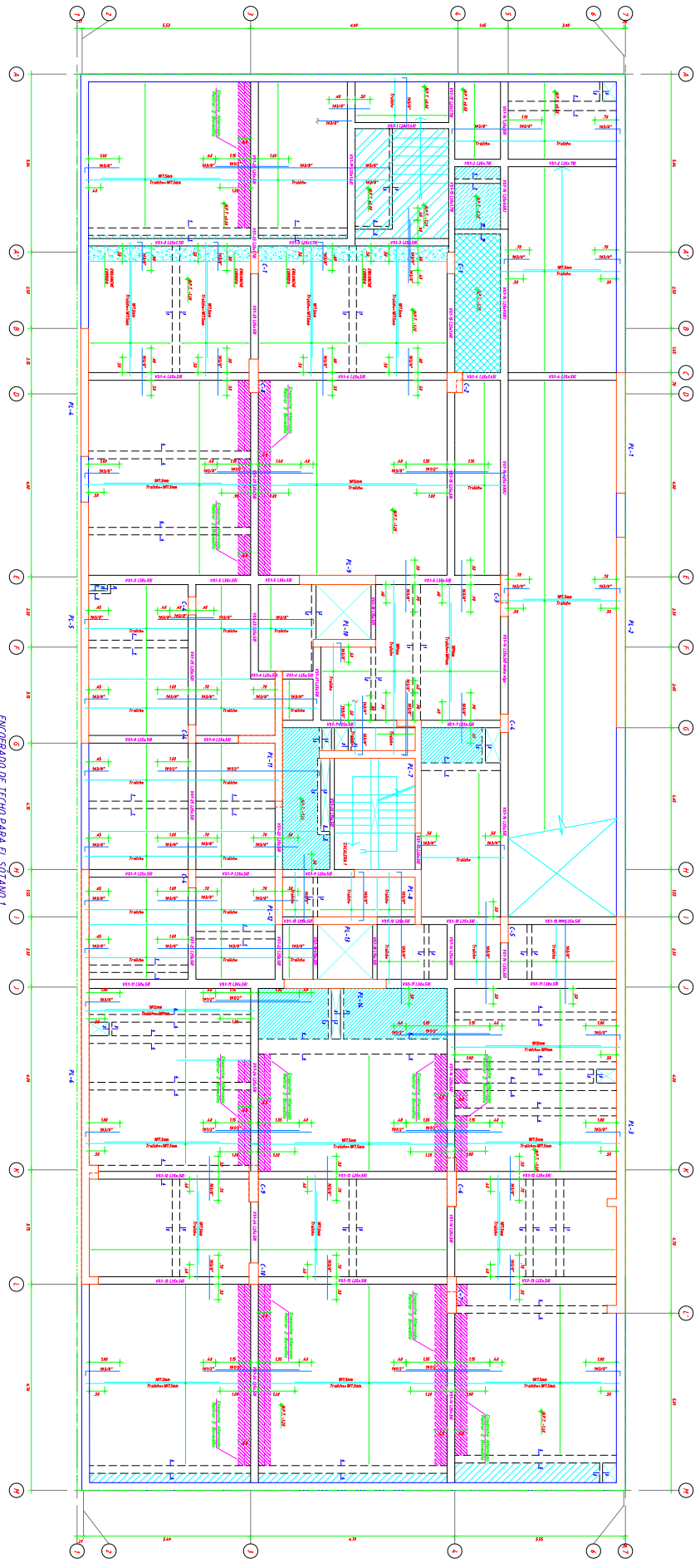
ENCORRADO DE TECHO PARA EL SOTANO 2

LINDA DE ALUMINIO
 LINDA DE MADERA
 LINDA DE ACERO

ESTRUCTURA DE ALUMINIO
 ESTRUCTURA DE MADERA
 ESTRUCTURA DE ACERO

Nota: El presente plano de estructura de acero debe ser revisado y aprobado por el ingeniero responsable de la obra.

<p>TESIS</p> <p>ANÁLISIS CONFORME AL CÓDIGO N°10000</p> <p>LOSA ALBERADA CON SISTEMA CONVENCIONAL</p> <p>VIGUETAS PREPARADAS DE ALMA ABIERTA</p> <p>ASBESTO EN SERVICIO INDETERMINADO</p>	<p>UNIVERSIDAD : USMP FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p>INSTITUTO DE INGENIERÍA EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</p>
<p>PROYECTO : EDIFICIO PARA TRABAJO DE OFICINAS</p>	<p>ENCORRADO DE TECHO PARA EL SOTANO 2</p>
<p>TÍTULO : ENCORRADO DE TECHO PARA EL SOTANO 2</p>	<p>PLANO : E-02</p>

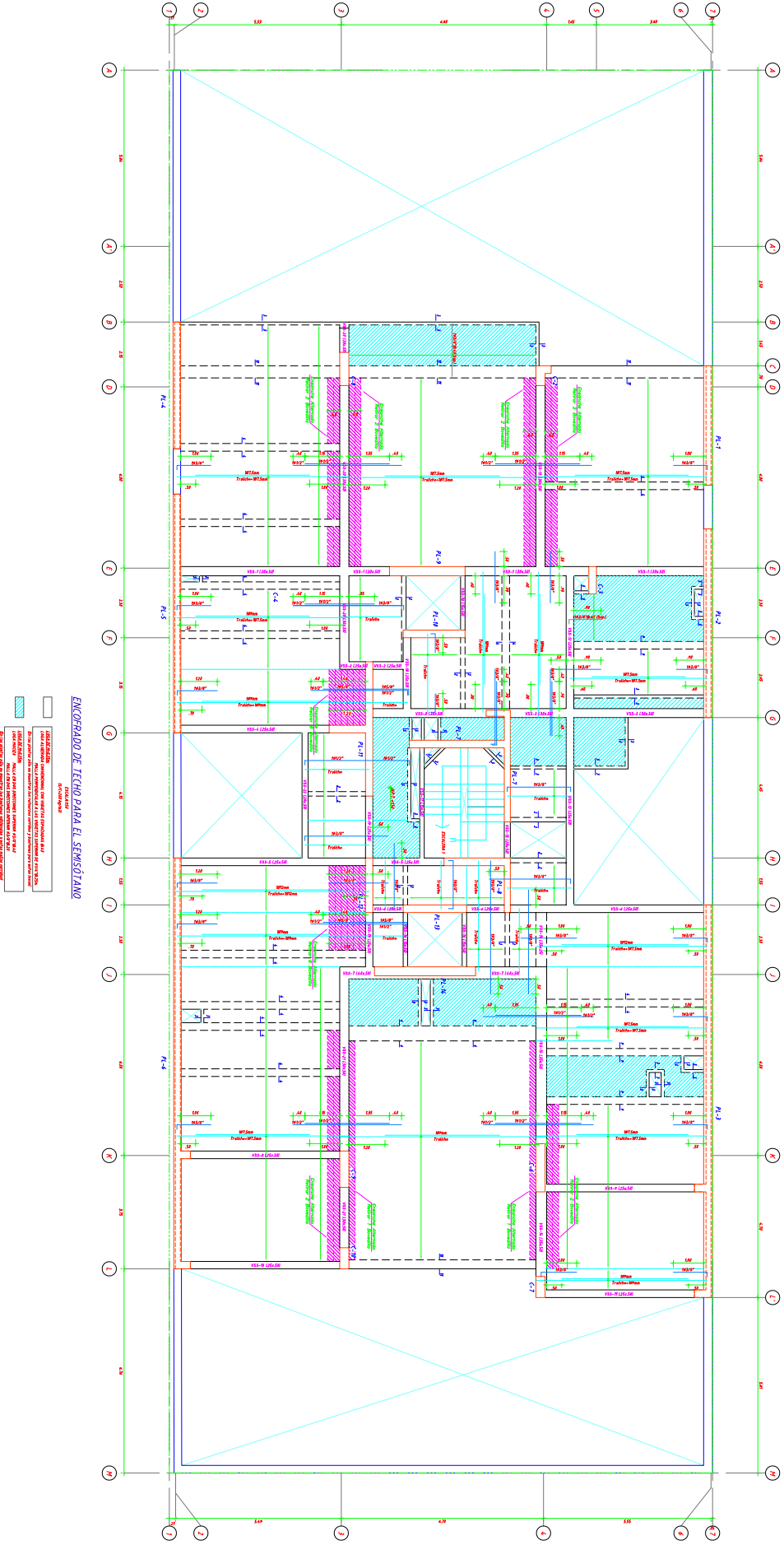


ENCORPADO DE TECHO PARA EL SOTANO 1

- ENCORPADO DE TECHO PARA EL SOTANO 1
- DETALLE DE LA CUBIERTA DE LA PLANTA DE ENCORPADO DE TECHO PARA EL SOTANO 1
 - DETALLE DE LA CUBIERTA DE LA PLANTA DE ENCORPADO DE TECHO PARA EL SOTANO 1
 - DETALLE DE LA CUBIERTA DE LA PLANTA DE ENCORPADO DE TECHO PARA EL SOTANO 1
 - DETALLE DE LA CUBIERTA DE LA PLANTA DE ENCORPADO DE TECHO PARA EL SOTANO 1
 - DETALLE DE LA CUBIERTA DE LA PLANTA DE ENCORPADO DE TECHO PARA EL SOTANO 1
 - DETALLE DE LA CUBIERTA DE LA PLANTA DE ENCORPADO DE TECHO PARA EL SOTANO 1
 - DETALLE DE LA CUBIERTA DE LA PLANTA DE ENCORPADO DE TECHO PARA EL SOTANO 1
 - DETALLE DE LA CUBIERTA DE LA PLANTA DE ENCORPADO DE TECHO PARA EL SOTANO 1
 - DETALLE DE LA CUBIERTA DE LA PLANTA DE ENCORPADO DE TECHO PARA EL SOTANO 1
 - DETALLE DE LA CUBIERTA DE LA PLANTA DE ENCORPADO DE TECHO PARA EL SOTANO 1
 - DETALLE DE LA CUBIERTA DE LA PLANTA DE ENCORPADO DE TECHO PARA EL SOTANO 1
 - DETALLE DE LA CUBIERTA DE LA PLANTA DE ENCORPADO DE TECHO PARA EL SOTANO 1
 - DETALLE DE LA CUBIERTA DE LA PLANTA DE ENCORPADO DE TECHO PARA EL SOTANO 1

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LOSAS ALBERGADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA EN SERVICIOS ADMINISTRATIVOS
 UNIVERSIDAD : USMP FACULTAD DE INGENIERÍA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
 SISTEMA :
 DISEÑO DE ESTRUCTURAS :
 PROYECTO : **ENCORPADO DE TECHO PARA EL SOTANO 1**
 ENCARGADO DEL PROYECTO :
 DISEÑO :
 TITULACION :
 AVULCA : J.M. Valero o Alvarado N°1251-1027
 DISEÑO : S.M. BORG
 REGISTRADO : Lima Perú
 INSPECTOR :
 CONSTRUCORA TRES JOTAS S.A.
 DISEÑO :

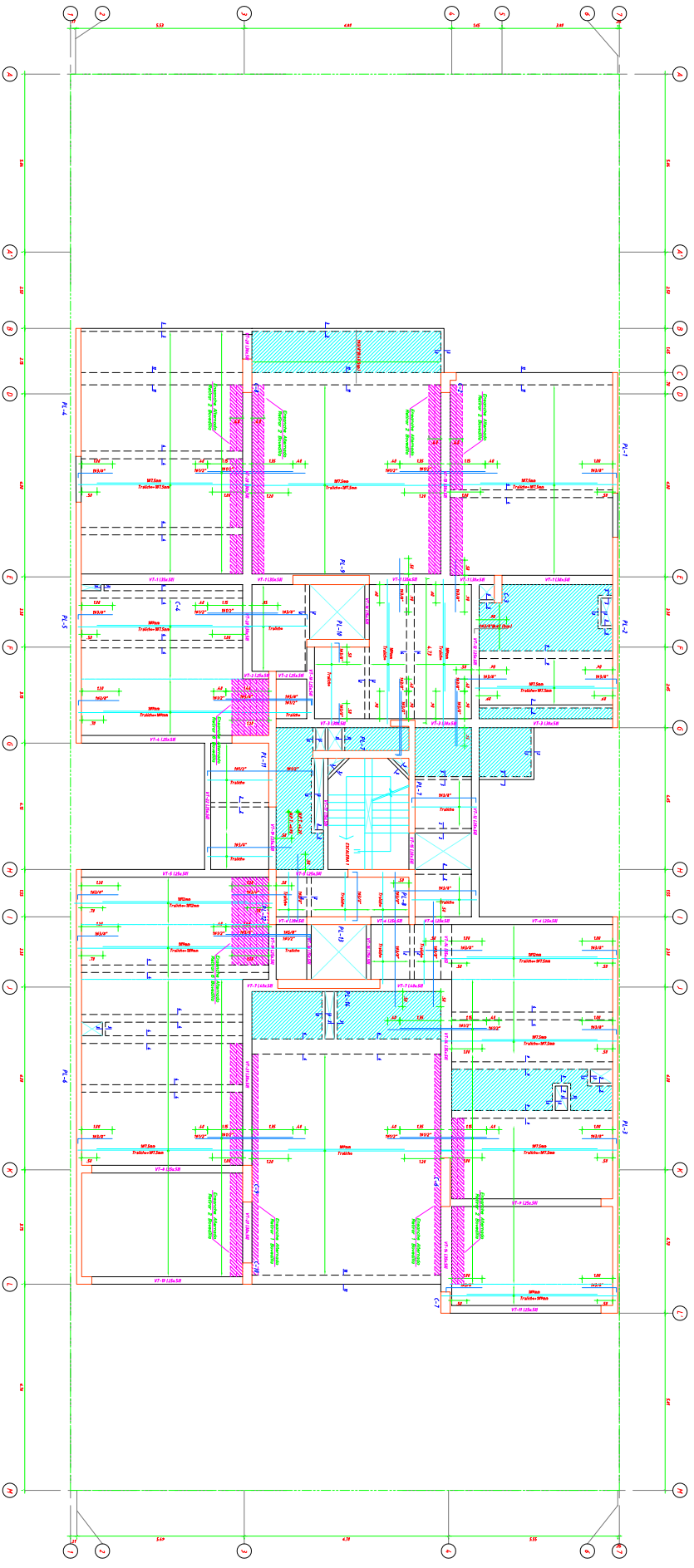
 PLANO : **ENCORPADO TECHO SOTANO 1**
 TAMAÑO :
E-03



ENCORADO DE TECHO PARA EL SEMISOTANO

- | | |
|--|-------------------------------|
| | ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO |
| | ISOLACION TERMICA Y ACOUSTICA |
| | MEMBRANA DE ENCORADO |
| | ACEROS DE ENCORADO |

UNIVERSIDAD DEL SAHURAY FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	TESIS ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE LOSA ALBERGADA CON SISTEMAS CONVENCIONALES Y CON SISTEMAS PREFABRICADOS DE ALMA ABIERTA EN SERVICIOS MULTIFAMILIARES
	AUTOR : DISEÑO :
INSTITUCION : CONSTRUCOTORA TRES JOTAS S.A.	TITULO : ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE LOSA ALBERGADA CON SISTEMAS CONVENCIONALES Y CON SISTEMAS PREFABRICADOS DE ALMA ABIERTA EN SERVICIOS MULTIFAMILIARES
DISEÑO : VIOLETA SPENU Area de Proyectos	PLANO : ENCORADO DE TECHO SEMISOTANO
TAMAÑO : E-04	TITULO : ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE LOSA ALBERGADA CON SISTEMAS CONVENCIONALES Y CON SISTEMAS PREFABRICADOS DE ALMA ABIERTA EN SERVICIOS MULTIFAMILIARES



ENCORRADO DE TECHO PARA EL 200 PISO

LEYENDA

- BARRAS DE ACERO EN LOS ENCORRADOS DE TECHO PARA EL 200 PISO
- BARRAS DE ACERO EN LOS ENCORRADOS DE TECHO PARA EL 200 PISO
- BARRAS DE ACERO EN LOS ENCORRADOS DE TECHO PARA EL 200 PISO
- BARRAS DE ACERO EN LOS ENCORRADOS DE TECHO PARA EL 200 PISO
- BARRAS DE ACERO EN LOS ENCORRADOS DE TECHO PARA EL 200 PISO
- BARRAS DE ACERO EN LOS ENCORRADOS DE TECHO PARA EL 200 PISO

TESIS:
 ANALISIS COMPARATIVO DEL SISTEMA CONVENCIONAL VS SISTEMA DE ALUMINUM CON SISTEMA CONVENCIONAL EN SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

UNIVERSIDAD:
 USMP FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

SISTEMA:
 LOSA ALBERADA CON VIGUETAS PREPARADAS DE ALMA ABIERTA

CLIENTE DE EJECUCION:
 EDIFICIO UNO TITANUM VINCENZO VENTURE

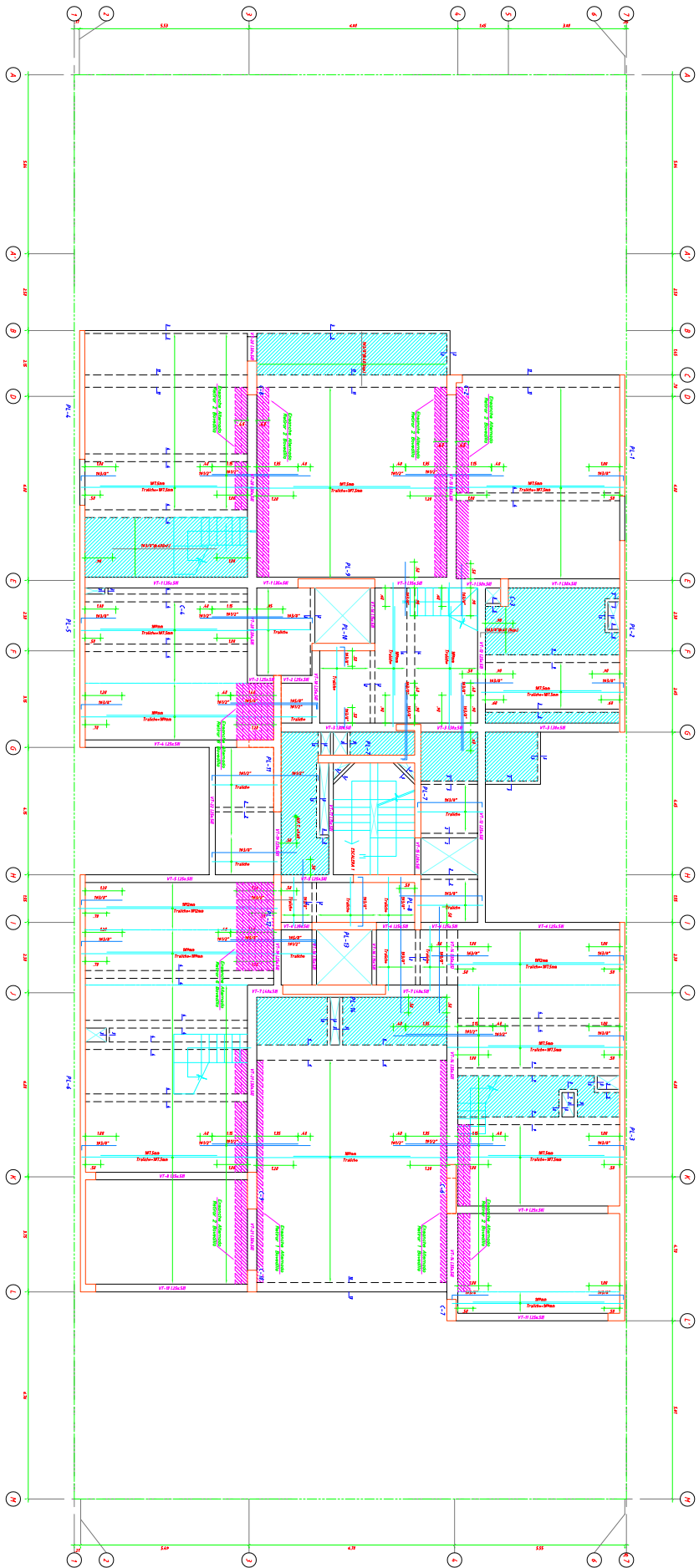
UBICACION:
 Av. J. C. de Vialar y Alameda N° 1251 - 1071
 Distrito: San Benito
 Region: Lima Peru

INGENIERIA:
 CONSTRUCTORA TRES JOTAS S.A.

DISEÑO:
 VIGUETA S PERU
 Area de Proyectos

PLANO:
 ENCORRADO TECHO PISO 1 Y 2

TAMAÑO:
 E-05



ENCOFADO DE TECHO PARA EL 3ER PISO
 04/04/2016

OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN
 OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LOS SERVIDORES
 OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LOS SERVIDORES

OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN
 OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LOS SERVIDORES
 OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LOS SERVIDORES

OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN
 OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LOS SERVIDORES
 OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LOS SERVIDORES

TESIS:
 ANALISIS COMPARATIVO CONSTRUCTIVO ENTRE
 LOSA ALIGERADA CON SISTEMA CONVENCIONAL
 VERSUS VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA
 ABIERTA EN SERVIDORES INFORMATICOS

UNIVERSIDAD :
USMP FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 INGENIERIA DE SISTEMAS INFORMATICOS Y ARQUITECTURA

SISTEMA :
LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA

FONTE DE RECONSTRUCCION :
EDIFICIO SAN JUAN DE LOS RIOS
ENCOFADO DE TECHO

TITULACION :
 Av. J. C. de Vialar y Alameda N° 1255 - 1927
 Distrito : San Juan de los Rios
 Region: Arequipa, Arequipa

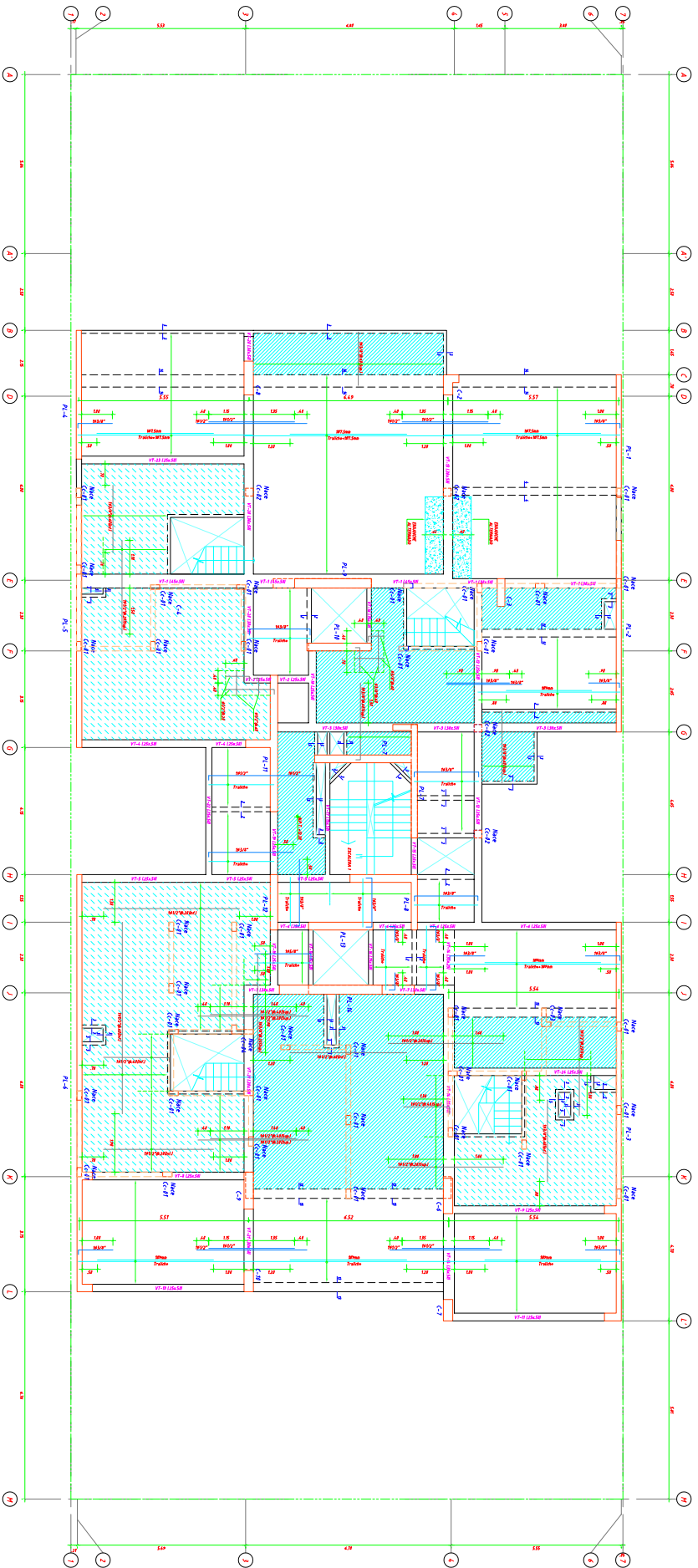
INGENIERIA :
CONSTRUCTORA TRES JOTAS S.A.

PLANO :
ENCOFADO TECHO PISO 3

TAMAÑO :
E-06



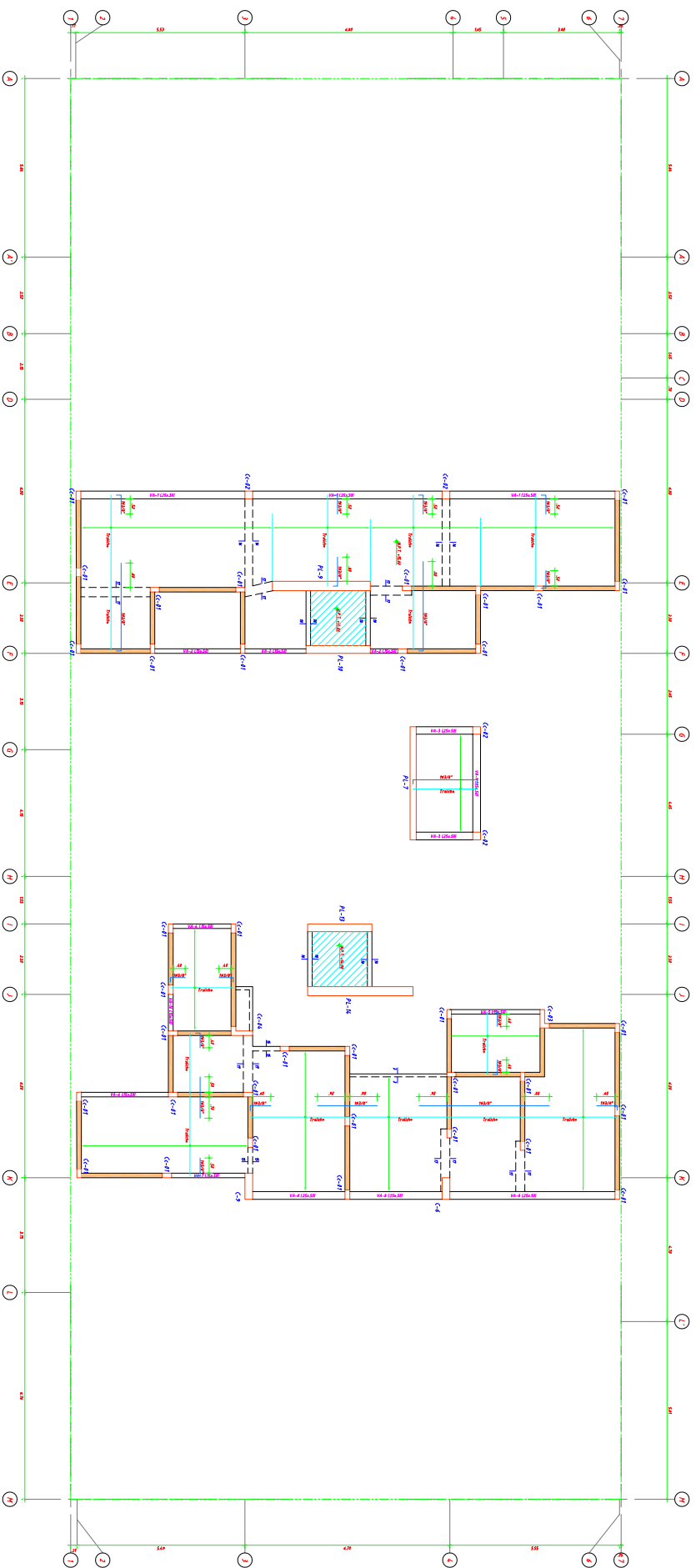
VIGUETA S PERU
 Arequipa - Peru



ENCOFRADO DE TECHO PARA EL 4 TO PISO
Sección de obra

	ESTRUCTURA Malla de acero inoxidable (20x20) con espesor de 2.0 mm.
	ACABADO SUPERIOR Malla de acero inoxidable (20x20) con espesor de 2.0 mm.
	ACABADO INFERIOR Malla de acero inoxidable (20x20) con espesor de 2.0 mm.
	ACABADO LATERAL Malla de acero inoxidable (20x20) con espesor de 2.0 mm.
	ACABADO DE BORDOS Malla de acero inoxidable (20x20) con espesor de 2.0 mm.

<p style="text-align: center;">USMP FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</p> <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD <small>Universidad de San Martín de Porres</small></p>	
<p style="text-align: center;">TESIS ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOSAS ALBERGADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS VIGUETAS PREARMADAS DE ALMA ABIERTA EN SERVICIO MULTIFAMILIARES</p>	
<p style="text-align: center;">PROFESOR ING. JOSÉ ANTONIO GARCÍA</p>	
<p style="text-align: center;">ALUMNO ING. VICTOR MANUEL GARCÍA</p>	
<p style="text-align: center;">ENCOFRADO DE TECHO PARA EL 4 TO PISO</p>	
<p style="text-align: center;">PLANO : ENCOFRADO TECHO PISO 4</p>	
<p style="text-align: center;">TAMAÑO : E-07</p>	



ENGRAPADO DE TECHO PARA AZOTEA

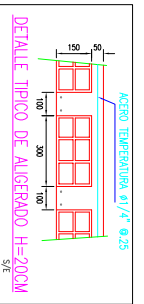
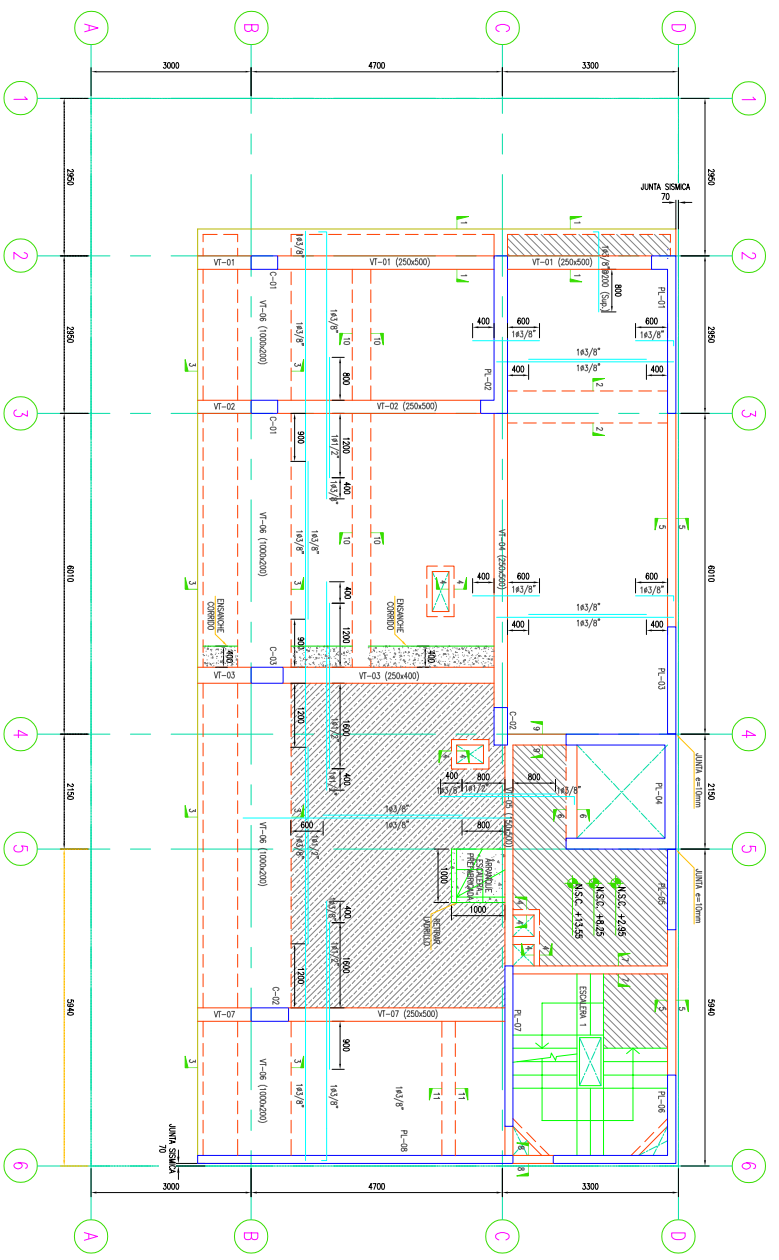
ESTRUCTURA
 MUR
 CIMENTACION

<p>UNIVERSIDAD : USMP FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</p> <p>SISTEMA : LOSA ALBERADA CON VIGUETAS PREARMADAS DE ALMA ABIERTA</p> <p>TIPOLOGIA : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO ENTRE LOSA ALBERADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS VIGUETAS PREARMADAS DE ALMA ABIERTA EN SERVICIO MULTIFAMILIARES</p>	<p>PROYECTO : EDIFICIO DOS TORRES EN EL BARRIO DE SAN JUAN DE LOS RIOS</p> <p>DISEÑO : VIQUETA S PERU</p> <p>PROYECTO : ENGRAPADO TECHO AZOTEA</p>	<p>AVILICIA : J.M. VILLANO ALVARO N°1251-1027</p> <p>DISEÑO : 28 de Mayo</p> <p>REVISIÓN : Lima Perú</p>	<p>CONSTRUCTORA TRES JOTAS S.A.</p>
---	---	--	-------------------------------------

PLANO : ENGRAPADO TECHO AZOTEA

TIAMA : E-08

ANEXO 12: PLANOS CASO 2



ACERO TEMPERATURA #1/4" @ 25

LOSA H=200mm
 LOSA MACIZA
 MALLA #3/8@200mm (S/P), MALLA #3/8@200mm (N/P)

ENCORCADO 1ER. 3R. 5TO PISO N.S.C. +2.95, +8.25, +13.55
 SUPERFICIA 200 kg/m²
 Esc. 1/90

LOSA H=200mm
 LOSA ALIGRADA EN DOS DIRECCIONES (VIGIENS Ø400)

LOSA H=200mm
 LOSA ALIGRADA EN UNA DIRECCION (VIGIENS Ø400)
 MALLA PERPENDICULAR A LAS VIGIENS DE #1/4" @ 250

CORTES DE TECHO ESC. 1:25

<p>2-1</p>	<p>2-2</p>	<p>2-3</p>	<p>2-4</p>
<p>2-5</p>	<p>2-6</p>	<p>2-7</p>	<p>2-8</p>

USMP INSTITUTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

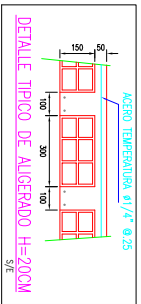
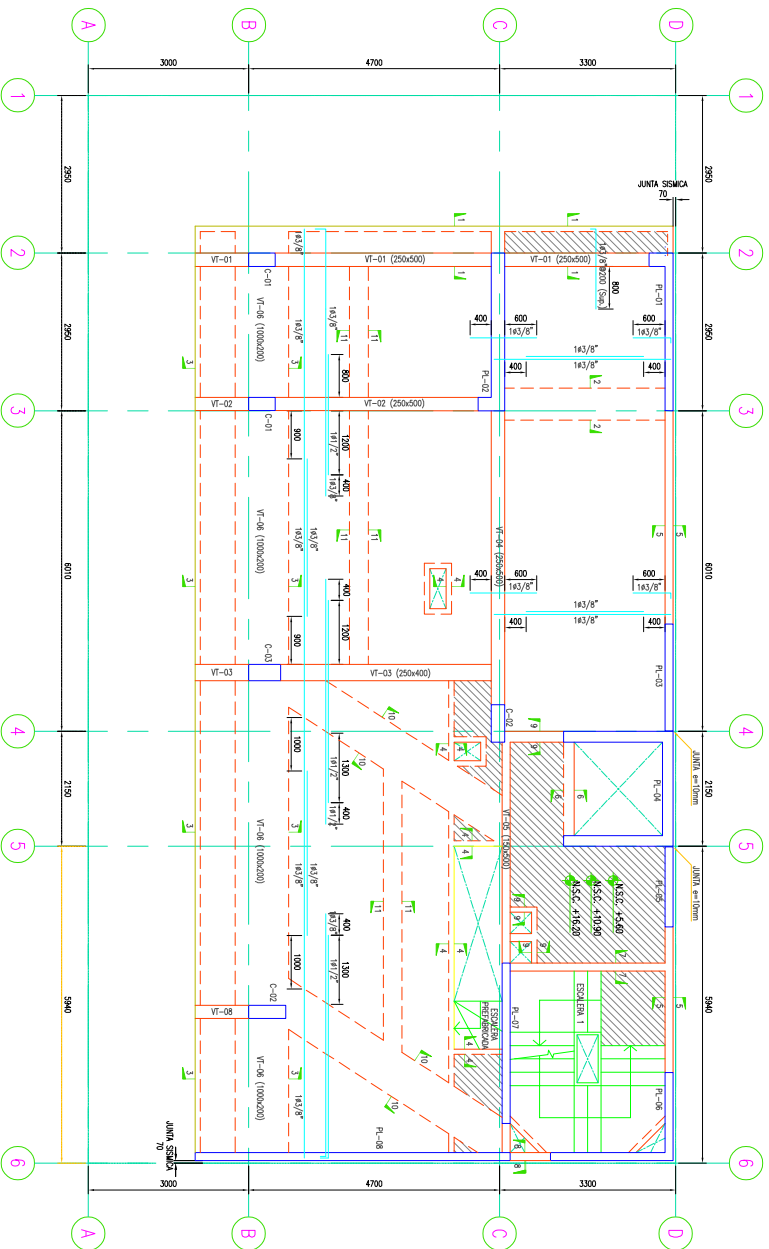
LOSA ALIGRADA CONVENCIONAL

NEO Consultoria

EDIFICIO MULTIFAMILIAR LOS SANCEROS

ENCORCADO TECHO PISO 1, 3, 5

E-01



LOSA H=200mm
 MALLA 63/8 9x400mm. (SUP.) MALLA 63/8 8x200mm (INF.)

LOSA H=200mm
 MALLA ALBERADA EN UNA DIRECCION (VOLANTES Ø400) MALLA PERPENDICULAR A LAS VOLANTES DE Ø17/8 250

ENCOFRADO 200, 410, 610 PISO N.S.C.+5.60.+10.90.+16.20

ESQ. 1/90

CORTES DE TECHO ESC. 1/25

<p>18 1/4" Ø, 180, 300, 300 C/P.C.</p> <p>1-1</p>	<p>10 1/2" Ø, 180, 300, 300 C/P.C.</p> <p>2-2</p>	<p>18 1/4" Ø, 180, 300, 300 C/P.C.</p> <p>3-3</p>
<p>10 1/4" Ø, 180, 300, 300 C/P.C.</p> <p>4-4</p>	<p>8 6/8" Ø, 180, 300, 300 C/P.C.</p> <p>5-5</p>	<p>4 1/2" Ø, 180, 300, 300 C/P.C.</p> <p>6-6</p>
<p>8 1/2" Ø, 180, 300, 300 C/P.C.</p> <p>7-7</p>	<p>10 1/4" Ø, 180, 300, 300 C/P.C.</p> <p>8-8</p>	<p>10 1/4" Ø, 180, 300, 300 C/P.C.</p> <p>9-9</p>

TESTES
 ANALISIS OPERATIVO DE LOS ALBERADOS
 CON SISTEMA CONVENCIONAL, RESISTENCIA
 REFERENCIAL DE 3000 KG/CM2 EN
 28 DIAS

UNIVERSIDAD :
USMP FACULTAD DE INGENIERIA
 DE INGENIERIA EN CIENCIAS INGENIERIA Y ARQUITECTURA


SISTEMA :
LOSA ALBERADA CONVENCIONAL

CONSTRUCCION :
LOSA ALBERADA CONVENCIONAL

PROYECTO :
Edificio de 8 pisos para el uso de oficinas

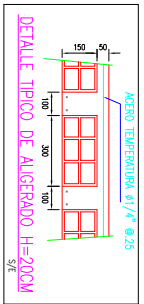
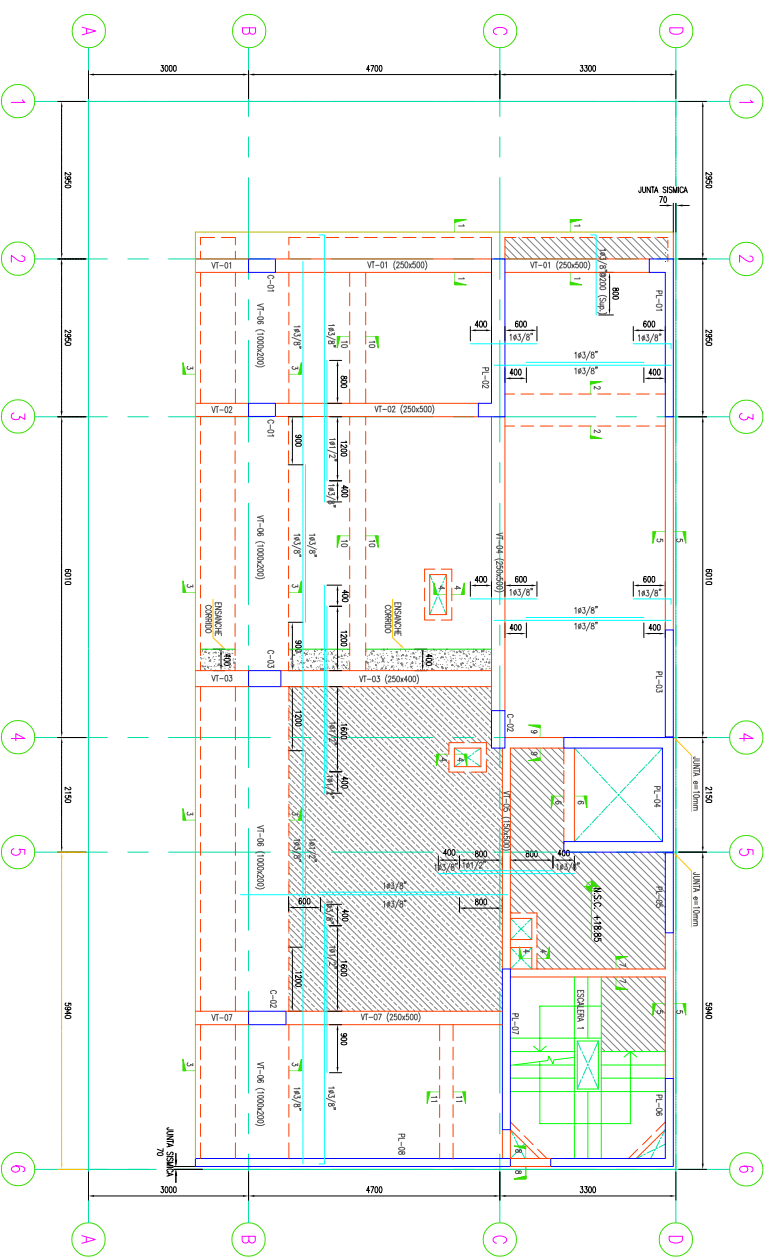
UBICACION :
 Av. Aviación 8100, N°1890
 Lima, Perú

PROYECTISTA :
CONSTRUCTORA LOS SANCES S.A.C.

DISENYO :

NEO Consultoria
 Consultora para el desarrollo de obras

PLANO :
ENCOFRADO TECHO PISO 2, 4, 6

UBICACION :
E-02



LOSA H=200mm
 LOSA MACIZA
 MALLA 45/8" Ø400mm, (SUP.) MALLA 45/8" Ø200mm (INF.)

ENCORRADO ZMO PISO N.S.C.+18.95
 SOBRECARGA 200 KG/M²
 ESC. 1/90

LOSA H=200mm
 LOSA ALIGERADA EN DOS DIRECCIONES (MOLDEAS Ø400)

LOSA H=200mm
 LOSA ALIGERADA EN UNA DIRECCION (MOLDEAS Ø400)
 MALLA PERPENDICULAR A LAS VIGAS DE Ø14/Ø250

CORTES DE TECHO ESC. 1/25

<p>1-1 4ø1/2" 18" V/1"180, RONDOS C/DCT.</p>	<p>2-2 4ø1/2" 18" V/1"180, RONDOS C/DCT.</p>	<p>3-3 4ø1/2" 18" V/1"180, 9ø100, RONDOS C/DCT.</p>	<p>4-4 4ø1/2" 18" V/1"180, RONDOS C/DCT.</p>
<p>5-5 4ø1/2" 18" V/1"180, 9ø100, RONDOS C/DCT.</p>	<p>6-6 4ø1/2" 18" V/1"180, RONDOS C/DCT.</p>	<p>7-7 4ø1/2" 18" V/1"180, RONDOS C/DCT.</p>	

TESIS:
 ANÁLISIS OPERATIVO DE UN SISTEMA DE ALIQUILACIÓN CON SISTEMA COMERCIAL, RESERVA MULTIPLE Y REFINANCIAMIENTO DE LAS RESERVAS EN DIVERSOS PAISES LATINOAMERICANOS.

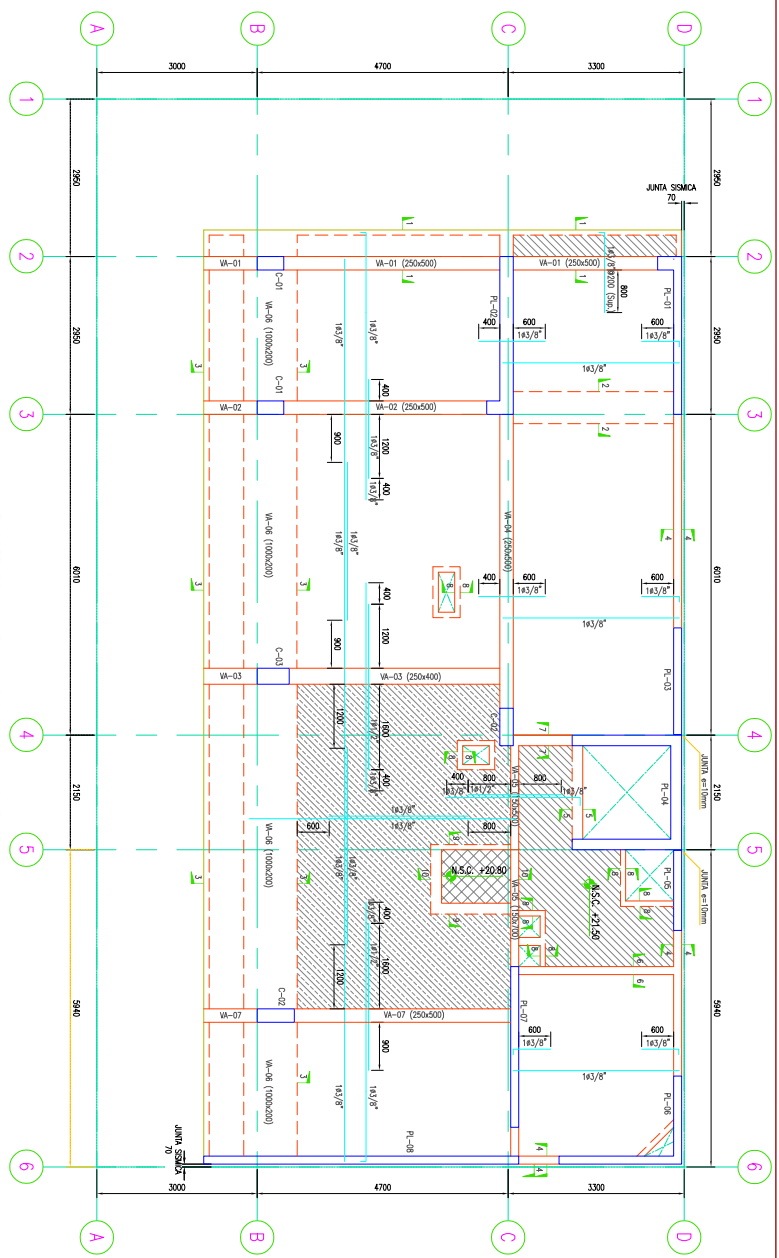
UNIVERSIDAD : **USMP** FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 SISTEMA : INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DISEÑO DE RECONSTRUCCION : **CONSTRUCCION CONSERVACIONAL**
 PROYECTO : **EDIFICIO MULTIFAMILIAR LOS SANCERES**
 DISEÑO : **CONSTRUCCION LOS SANCERES S.A.C**

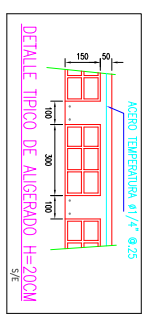
TITULACION :
 Autoria : Javier Sánchez Sánchez
 Diseño : Santiago Rodríguez
 Representación : Juan Pablo

PLANOS : **ENCORRADO TECHO PISO 7**

TAMAÑO : **E-03**



ENCOFRADO 8x0 PISO N.S.C. +20.80. +21.50
 SOBRECARGA: 100 KG/M² (AZOTEA), 200 KG/M² (EQUIPOS)
 ESC. 1/50



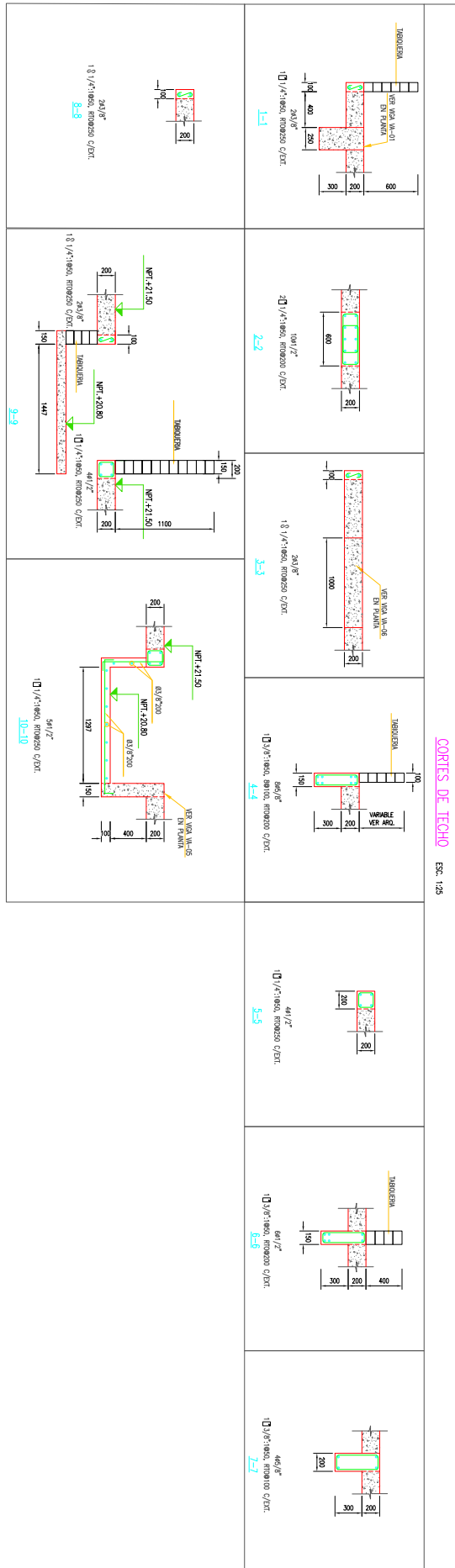
LOSA H=200mm
 LOSA MACIZA
 MALLA 63/8" @ 400mm (SUP.) MALLA 63/8" @ 200mm (INF.)

LOSA H=100mm
 LOSA ALBERADA EN DOS DIRECCIONES (MÓDULO 9x0)

LOSA H=200mm
 LOSA ALBERADA EN UNA DIRECCION (MÓDULO 9x0)
 MALLA PERPENDICULAR A LAS VIGAS DE Ø1/4" @ 250

LOSA H=100mm
 LOSA MACIZA
 MALLA 63/8" @ 200mm

CORTES DE TECHO ESC. 1:25



TESIS
 ANÁLISIS COMPLEJO DE UN PISO CON ALBERADO CON SISTEMA COMBINADO, RESISTENCIA Y DUCTILIDAD EN MOMENTOS Y ROTACIONES EN LOS NUDOS Y MEMBRAS

UNIVERSIDAD : **USMP** INSTITUTO DE INGENIERÍA DE MATERIALES Y AMBIENTE

SISTEMA : **LOSA ALBERADA CONVENCIONAL**

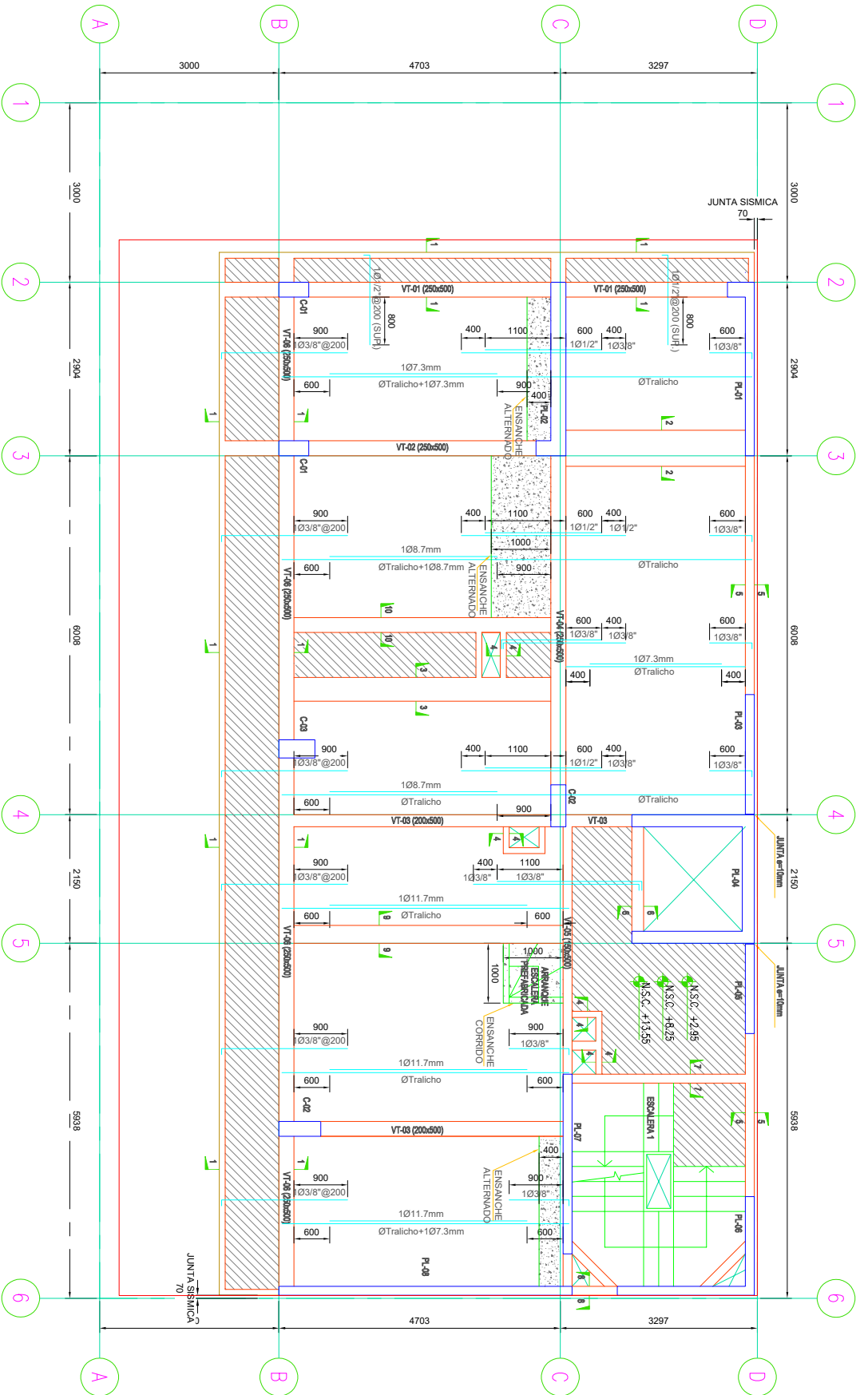
PROYECTO : **EDIFICIO MULTIFAMILIAR LOS SANCOS**

DISEÑO : **CONSTRUCTORA LOS SANCOS S.A.C**

PROYECTADO POR : **NEO CONSULTORIA**

PROYECTO : **ENCOFRADO TECHO PISO 8**

PLANO : **E-04**



ENCOFRADO 1ER, 3RO, 5TO PISO
SOBRECARGA 200 KG/M2

esc. 1/50

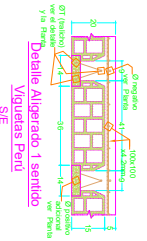
LOSA H=200mm

LOSA MACIZA

MACIZA Ø3/8" @ 200mm. (SUP.) MALLA Ø3/8" @ 200mm (INF.)

LOSA H=200mm

LOSA ALIGERADA EN UNA DIRECCION (VIGUETAS Ø500)
 MALLA PERPENDICULAR A LAS VIGUETAS DE Ø1/4" @ 250



TRABAJO

ANÁLISIS COMPLETO DEL SISTEMA DE LOSA ALIGERADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VIGUETAS PERÚ EN DIRECCIONES DE ALMA ABIERTA EN EL 3RO Y 5TO PISO.

UNIVERSIDAD :



SISTEMA :

LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PREPARADAS DE ALMA ABIERTA

FUENTE DE ECONOMIZACIÓN :

EDIFICIO MULTIFAMILIAR LOS SALICES

TITULACIÓN :

Asesoría : JM. Blanderitz
 Diseño : Sebastián Rodríguez, Tami Perú

PROYECTO :

CONSTRUCTORA LOS SAICES SAC

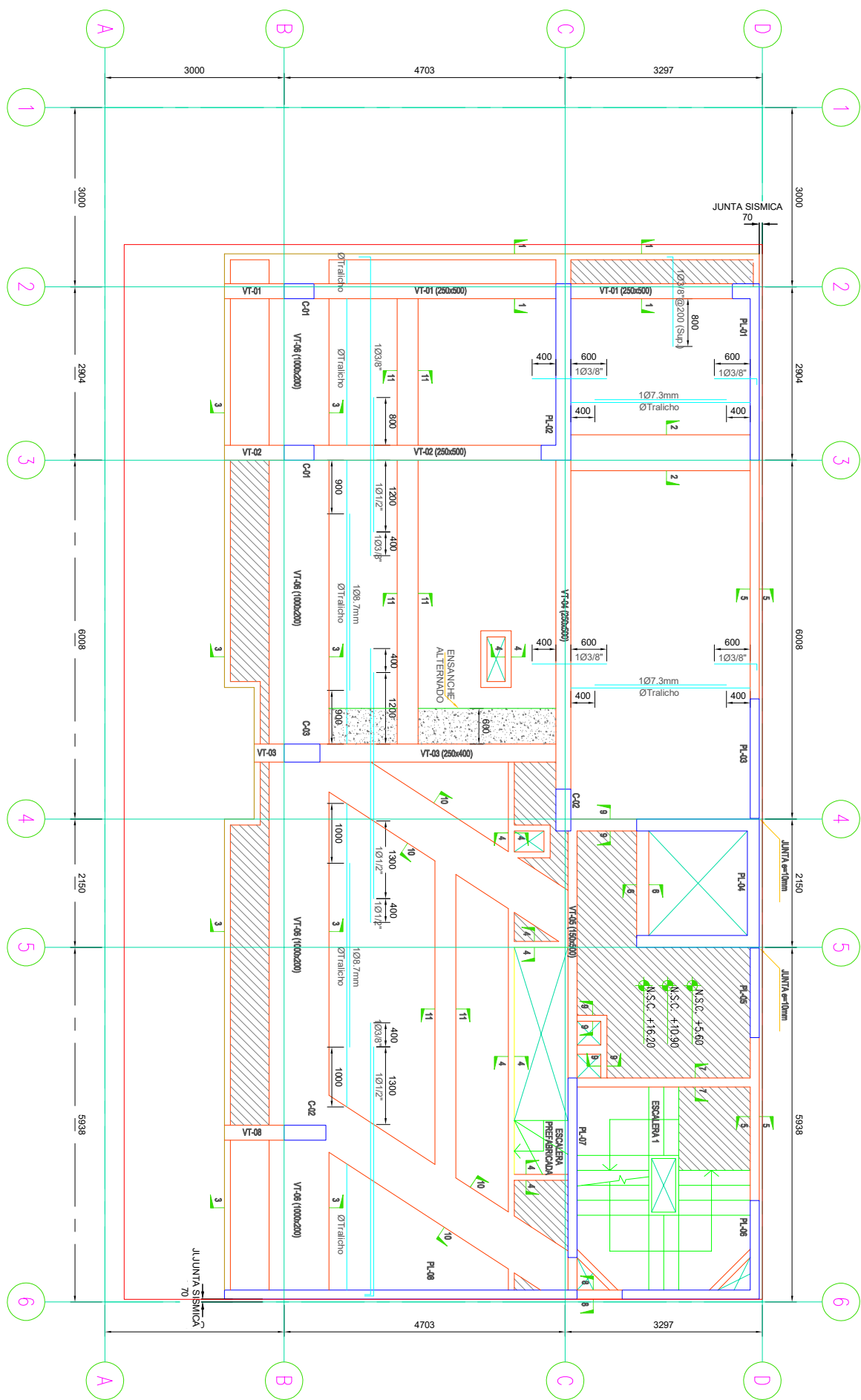
DISEÑO :



PLANO : ENCOFRADO TECHO PISO 1, 3, 5

TAMAÑO :

E-01



ENCOFRADO 2DO, 4TO, 6TO PISO

SOBRECARGA 200 KG/M²
ESQ. 1/80



LOSA H=200mm
LOSA MACIZA
MALLA $\phi 3/8 @ 400mm$. (SUP.) MALLA $\phi 3/8 @ 200mm$. (INF.)



LOSA H=200mm
LOSA ALIGERADA EN UNA DIRECCION (VIGUETAS $\phi 500$)
MALLA PERPENDICULAR A LAS VIGUETAS DE $\phi 1/4 @ 250$

USMP UNIVERSIDAD SANTA MARTA DE PORCES
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

USMP INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERIA Y ARQUITECTURA

UNIVERSIDAD :
SISTEMA :

LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PREPARADAS DE ALMA ABIERTA

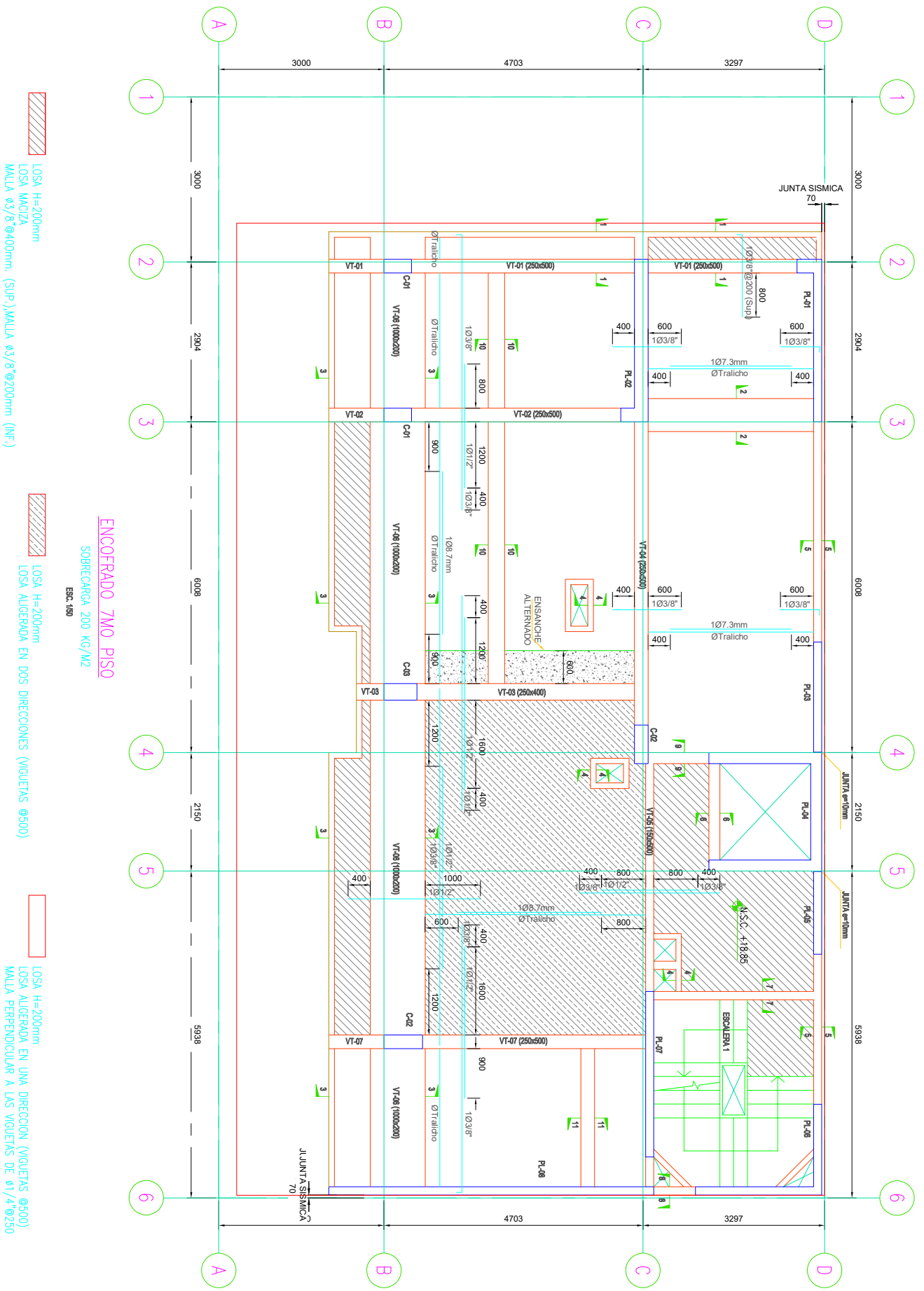
PROYECTO :
EDIFICIO MULTIFAMILIAR LOS SALICES

TITULACION :
AVULSICA : JM. BARRERA
DISEÑO : SERRANO
REVISOR : SERRANO
PROYECTADO :
CONSTRUCTORA LOS SALICES S.A.C

DISEÑO :
VIGUETAS PERU

PLANO :
ENCOFRADO TECHO NRO 2, 4, 6

E-02




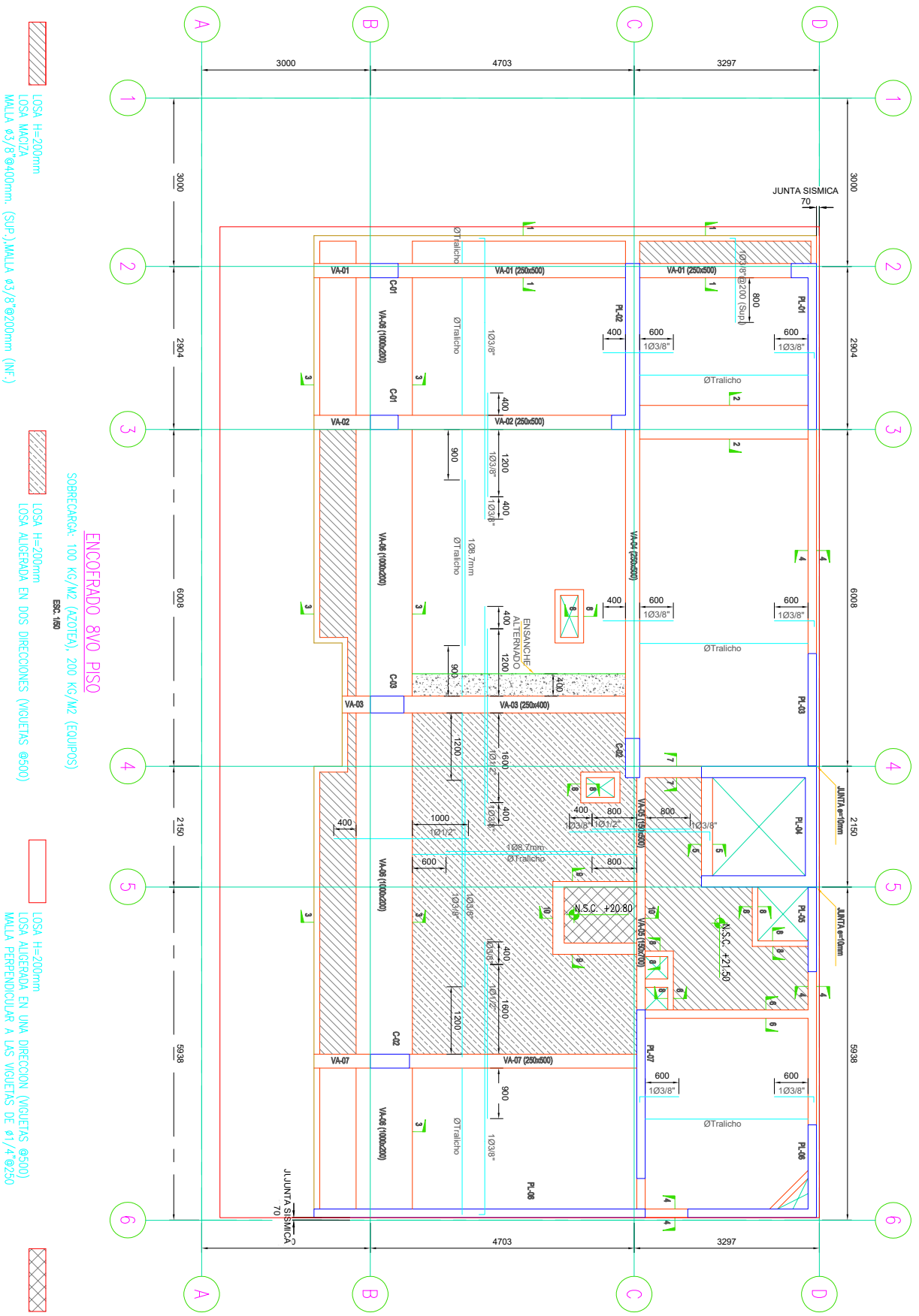
 LOSA H=200mm
 LOSA MACIZA
 MALLA $\phi 3/8" @ 400mm$ (SUP.), MALLA $\phi 3/8" @ 200mm$ (NF.)

 LOSA H=200mm
 LOSA ALIGERADA EN DOS DIRECCIONES (VIGUETAS $\phi 500$)
 SOBRECARGA 200 KG/M²
 ESC. 1/80

 LOSA H=200mm
 LOSA ALIGERADA EN UNA DIRECCION (VIGUETAS $\phi 500$)
 MALLA PERPENDICULAR A LAS VIGUETAS DE $\phi 1/4" @ 250$

ENCOFRADO 2MO PISO

 UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORCE FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
SISTEMA : LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA	
TIPOLOGÍA DE ESTRUCTURA : EDIFICIO MULTIFAMILIAR LOS SALICES	
PROYECTO : CONSTRUCTORA LOS SACRES SAC	
PROYECTADO POR : AVILAICA J.M. BARRERITA DIBUJO : SERRANO REGISTRO: Lima Peru	
PLANO : ENCOFRADO TECHO PISO 7	
TAMAÑO : E-03	




 LOSA H=200mm
 LOSA MACIZA
 MALLA $\phi 3/8 \times 400$ mm. (SUP.) MALLA $\phi 3/8 \times 200$ mm. (INF.)

ENCOFRADO 8VO PISO
 SOBRECARGA: 100 KG/M² (AZOTEN), 200 KG/M² (EQUIPOS)
 E.S.C. 160
 LOSA H=200mm
 LOSA ALIGERADA EN DOS DIRECCIONES (VIGUETAS $\phi 500$)

 LOSA H=200mm
 LOSA ALIGERADA EN UNA DIRECCION (VIGUETAS $\phi 500$)
 MALLA PERPENDICULAR A LAS VIGUETAS DE $\phi 1/4 \times 250$

 LOSA H=100mm
 LOSA MACIZA
 MALLA $\phi 3/8 \times 200$ mm.

USMP INSTITUTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA <small>Universidad de San Martín de Porres</small>	
TAREA ANALISIS COMPLETO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE LA ALBERGADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VIGUETAS PERFORADAS DE ALMA ABIERTA EN LOS DOS SENTIDOS.	
UNIVERSIDAD :	USMP
SISTEMA :	INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ENCUADRE DE RECONSTRUCCION : PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR LOS SALICES	
TITULACION : Avulca : JM. Biberwitz Diseño : Sergio Revisión : Ima Pato	
PROYECTO : CONSTRICION DE LOS SANCES S.A.C	
DISEÑO :  VIGUETAS PERU <small>Asesoría de Ingeniería y Arquitectura</small>	
PLANO : ENCOFRADO TECHO PISO 8	
TAMAÑO : E-04	

TIPOS DE LOSA CON VIGUETAS



LOSA H=200mm

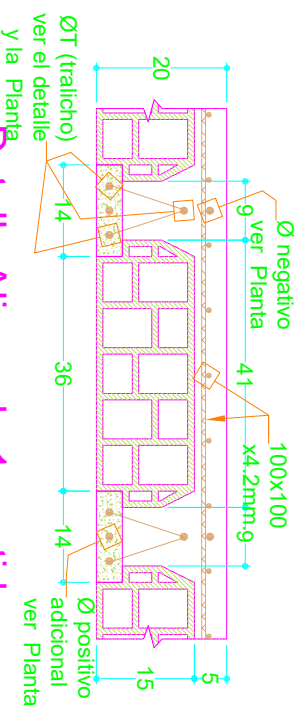
LOSA ALIGERADA EN UNA DIRECCION (VIGUETAS @500)

MALLA PERPENDICULAR A LAS VIGUETAS DE $\phi 1/4@250$



LOSA H=200mm

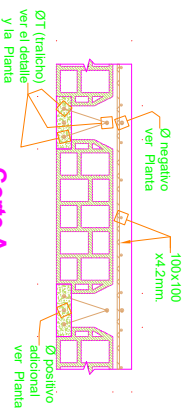
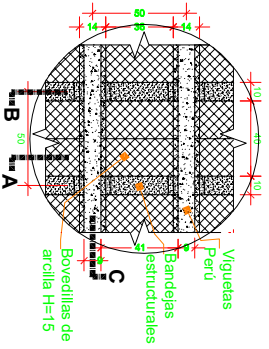
LOSA ALIGERADA EN DOS DIRECCIONES (VIGUETAS @500)



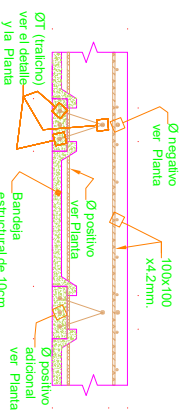
Detalle Aligerado 1 sentido

Viguetas Perú

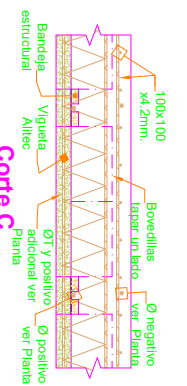
S/E



Corte A



Corte B



Corte C

Detalle Aligerado 2 sentidos

Viguetas Perú H=0.20m

TEXAS

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ALIGERADOS PERÚ Y ALIGERADOS VIGUETAS PERÚ. SISTEMAS CON VIGUETAS PERÚ EN UNA DIRECCIÓN Y VIGUETAS PERÚ EN DOS DIRECCIONES.

UNIVERSIDAD :

USMP INSTITUTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

SISTEMA :

LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS PREACARICADAS DE ALMA ABIERTA

FUENTE DE ECONOMIZACIÓN :

Edificio Multiplaza Los Salices

TITULACIÓN :

AVULCA : JM. BARRERITZ
DISEÑO : Sergio Requena, Tania Pilo

PROYECTOR :

CONSTRUCTORA LOS SANJES S.A.C

DISEÑO :

VIGUETAS PERÚ
SISTEMA DE ALIGERADOS
Av. de Programación

PLANO :

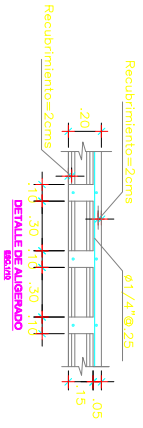
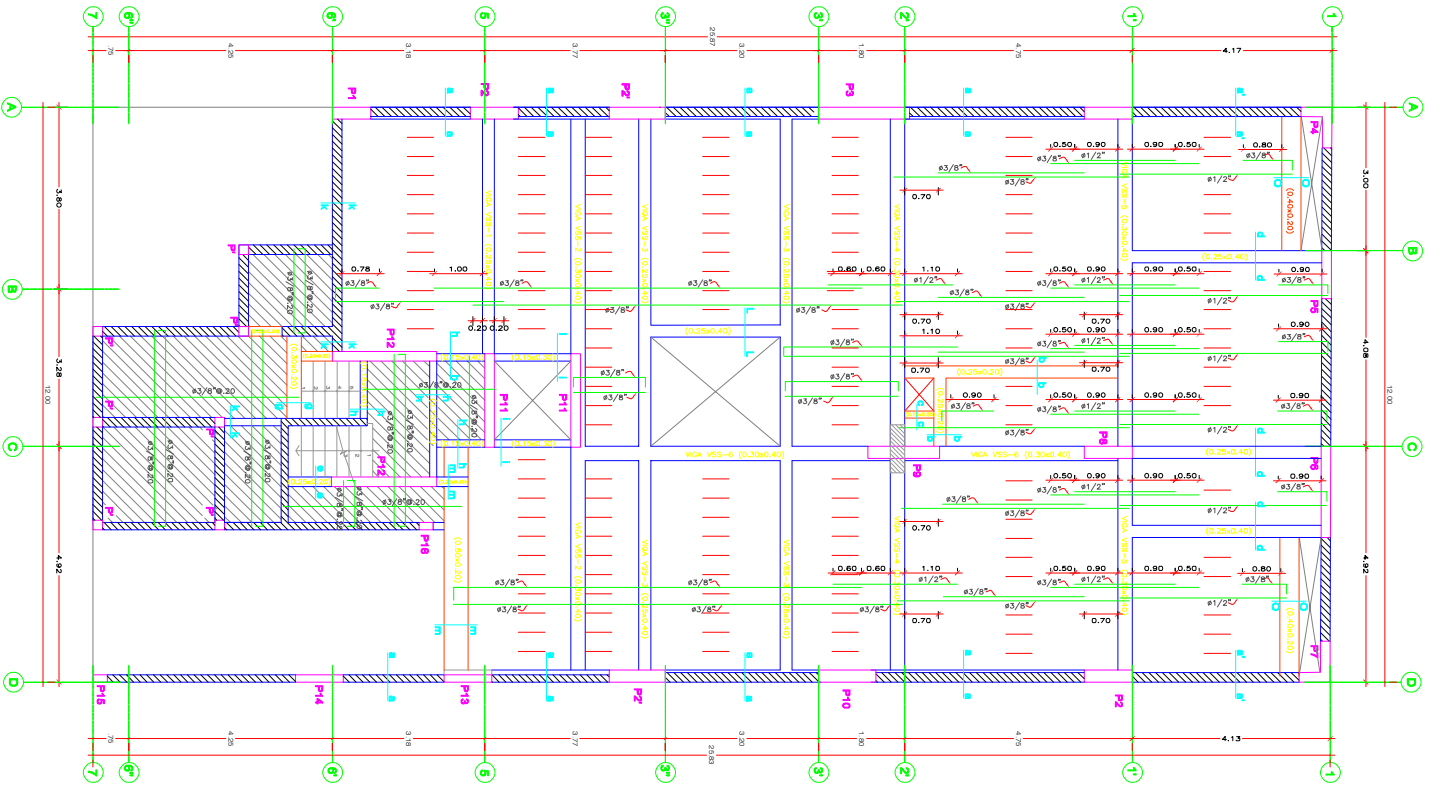
DETALLE - CORTES

TAMAÑO :

E-05

ANEXO 13: PLANOS CASO 3

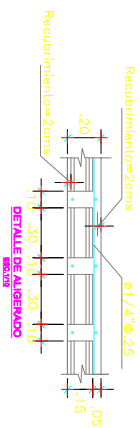
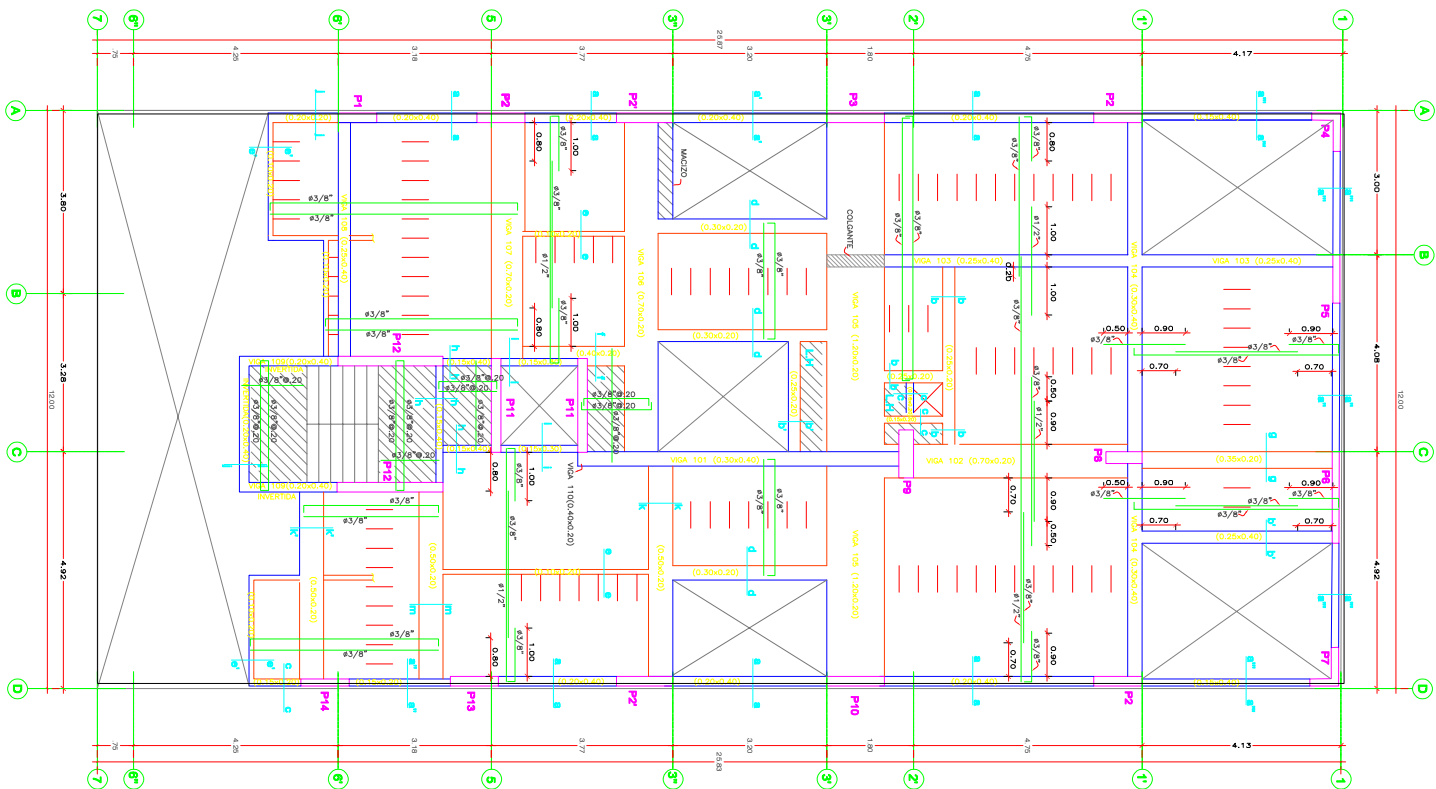
TECHO DEL SEMISOTANO
S/C= 200kg/m²



<p>ANÁLISIS COMPLETO DEL DISEÑO DE COSTOS ENTRE LOSA ALIGERADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS ALMA ABIERTA EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES</p>	
<p>TESES</p>	
<p>USMP INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO</p>	
<p>PROYECTO : LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL</p>	
<p>PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR CONVENCIONAL Y SEMISOTANO</p>	
<p>ELABORADO : Análisis : Jairo Barrios de San Juan Y999 Diseño : Santiago de Sivero Revisión: Lina María</p>	<p>PROYECTADO : GRANDA & GRANDA S.A.C</p>
<p>DISEÑO : ING. JORGE LUIS CORTÉS OVALLA CIP 14263</p>	
<p>FINANCIA : ENCARGADO TECHO SEMISOTANO</p>	
<p>LÁMINA : E-01</p>	

TECHO DEL 1º PISO

S/C= 200kg/m²



LH= LADRILLO HUECO

TESS
ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS
ENTRE LOSA ALGERADA CON
VIGAS PREFABRICADAS DE
ALMA ABIERTA EN EDIFICIOS
ALTERNATIVAS

USMSP
INCENTIVO DE
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

LOSA ALGERADA
CONVENCIONAL

PROYECTO DE RECUPERACIÓN:
EDIFICIO MULTIFAMILIAR
SANTANA SUR
SANTANA SUR

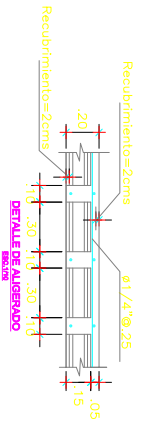
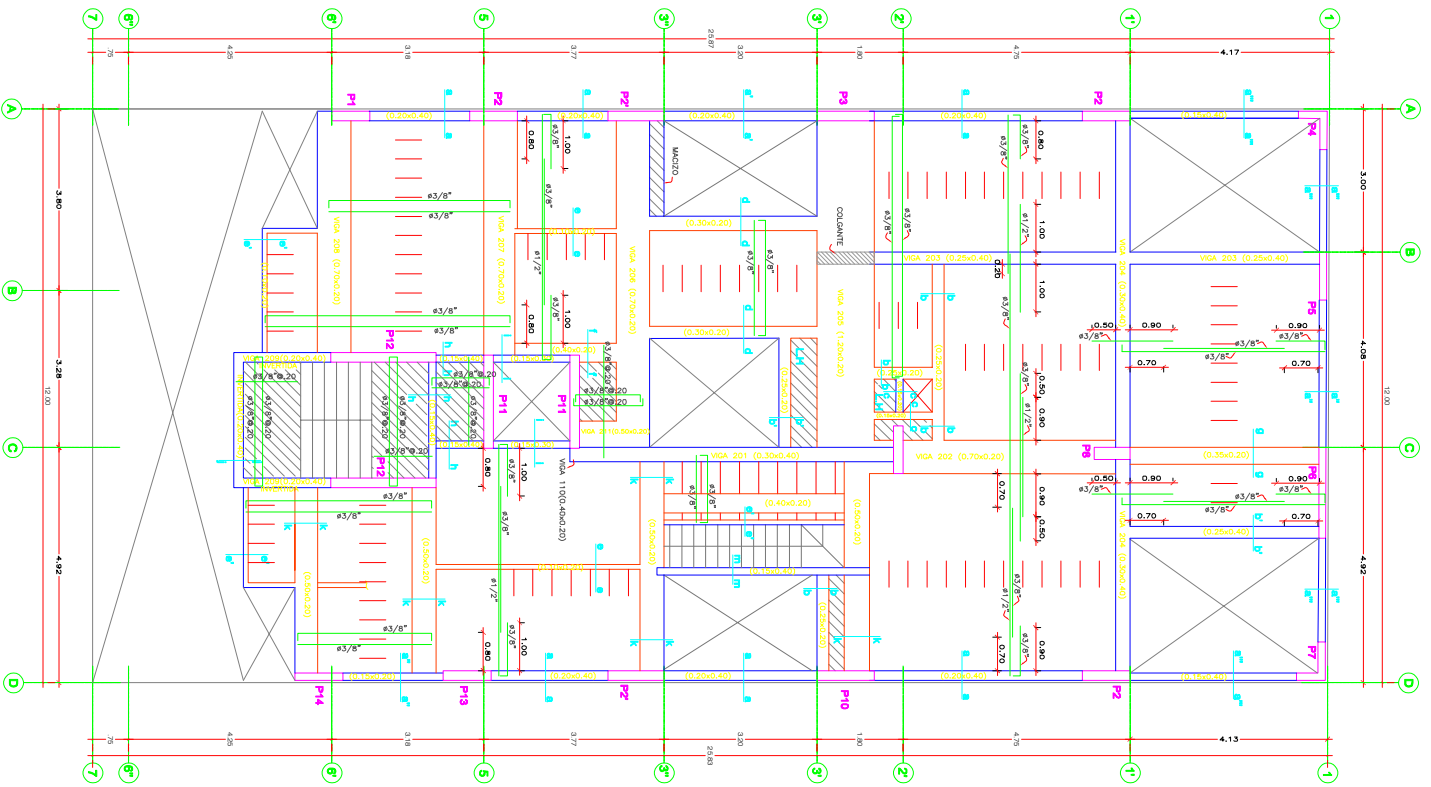
PROYECTADO POR:
ING. JOSÉ LUIS CORTÉS RAMÍREZ
DISEÑO:
ING. JOSÉ LUIS CORTÉS RAMÍREZ

PROYECTADO POR:
ING. JOSÉ LUIS CORTÉS RAMÍREZ

PROYECTO:
ENCORRADO TECHO PISO 1

PLANO:
E-02

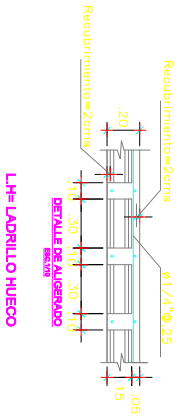
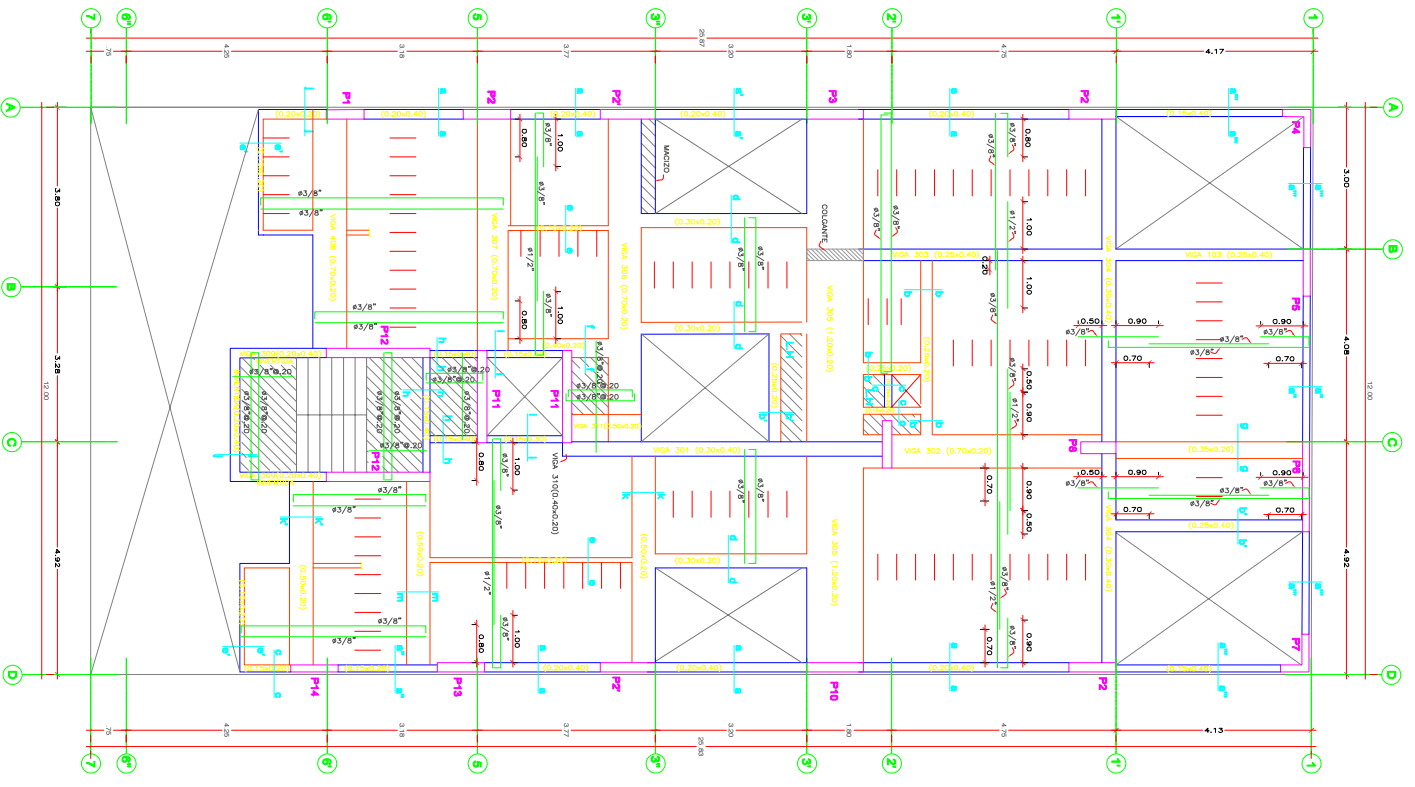
TECHO DEL 2º PISO
S/C = 200kg/m²



LH- LADRILLO HUECO

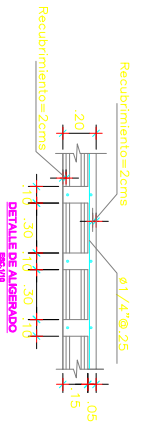
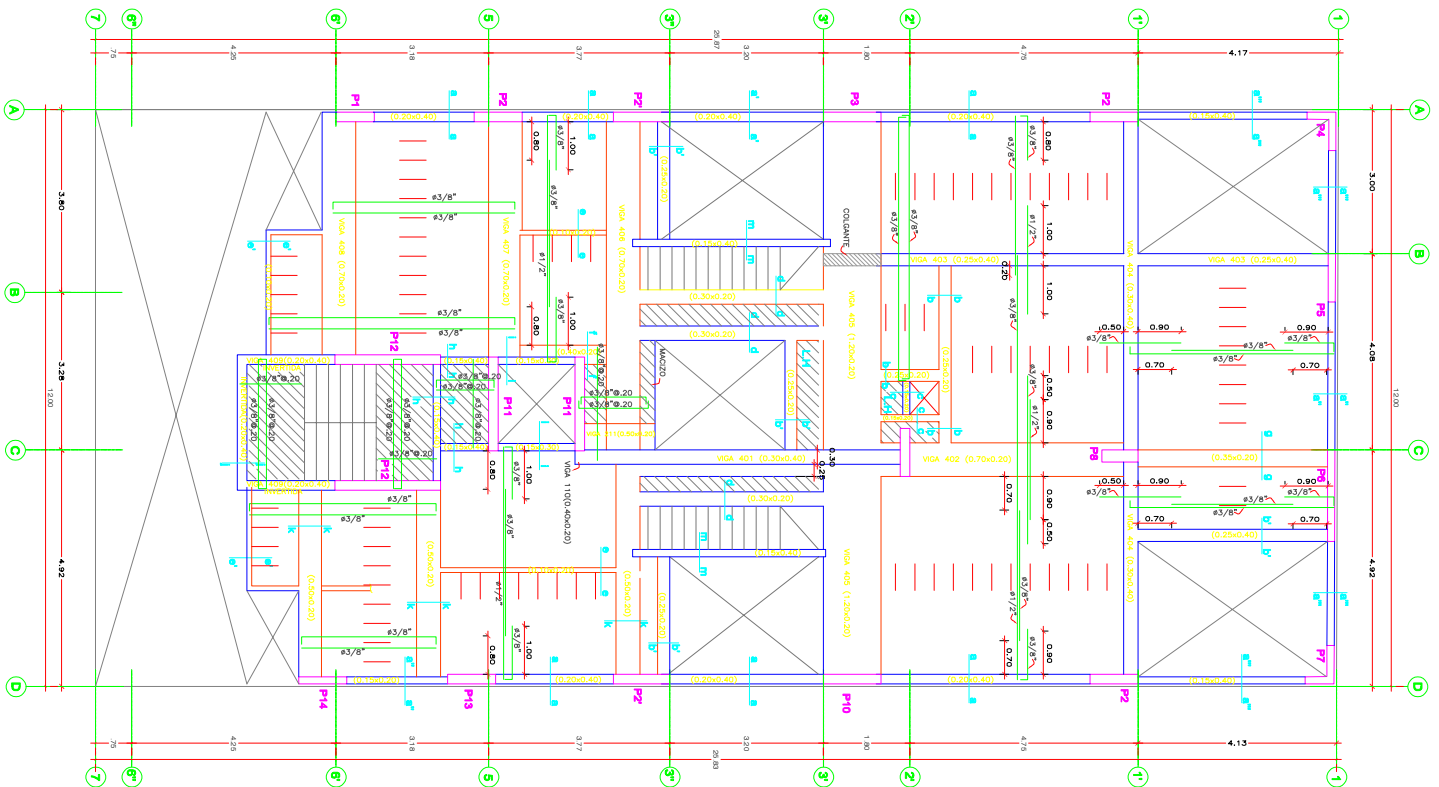
<p>USMSP Instituto de Investigación y Arquitectura</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LOS ALBERGADOS CON VIGUAS PREFABRICADAS DE ALMA HUECA EN EDIFICIOS ALTIPLANICOLAS</p>
<p>INVERSIÓN:</p>	<p>TESS</p>
<p>SISTEMA:</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LOS ALBERGADOS CON VIGUAS PREFABRICADAS DE ALMA HUECA EN EDIFICIOS ALTIPLANICOLAS</p>
<p>PROYECTO:</p>	<p>EDIFICIO MULTIFAMILIAR ORIENTAL - SERRANA</p>
<p>CLIENTE DE REGISTRO:</p>	<p>LOSA ALBERGADA CONVENCIONAL</p>
<p>ELABORACIÓN:</p>	<p>Análisis: Jairo Estrella de San Juan YESS Diseño: Santiago de Soto Revisión: Tania Pineda</p>
<p>PROYECTADO:</p>	<p>GRANADA & GRANADA SAC</p>
<p>DISEÑO:</p>	<p>ING. JORGE LUIS CORTÉS OCHOA VIALA CIP 16200</p>
<p>PLANO:</p>	<p>ENCORRADO TECHO PISO 2</p>
<p>LÁMINA:</p>	<p>E-03</p>

TECHO DEL 3° PISO
S/C = 200kg/m²

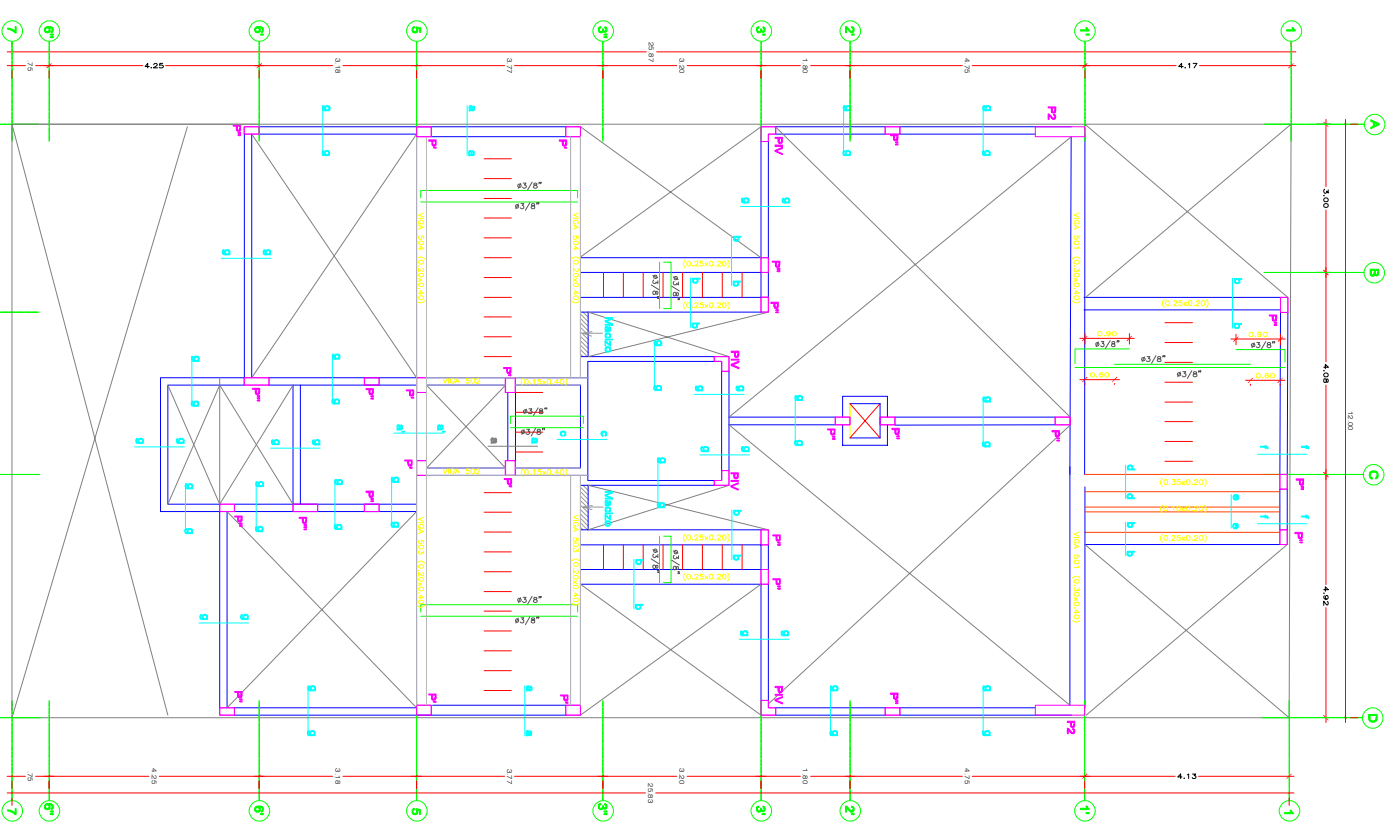


<p>ANÁLISE COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE LOSA ALIGERADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS ALMA ABERTA EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES</p>	
<p>TESES</p>	
<p>USMP INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIÓN E INGENIERÍA</p>	
<p>PROYECTO : LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL</p>	
<p>PROYECTADO : GRANADA & GRANADA S.A.C</p>	
<p>ING. JOSÉ LUIS CORTÉS OCHOA VIALA</p>	
<p>DISEÑO :</p>	
<p>FINANC : ENCARGADO TECHO PISO 3</p>	
<p>LÁMINA : E-04</p>	

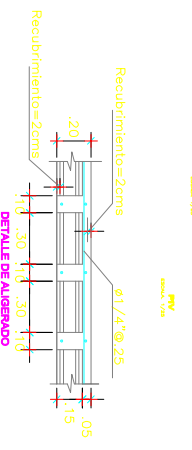
TECHO DEL 4º PISO
S/C = 200kg/m²



<p>USMP UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</p>	<p>TESIS ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LOSA ALBERADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS ALMA ABIERTA EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES</p>
<p>PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR OSVALDO S. SERRANO</p>	<p>PROFESORADO : GRANADA & GRANADA S.A.C</p>
<p>INTEGRACIÓN : Arquitecto : Jairo Estrella de San Juan Yrigoin Diseño : Santiago de Saez Revisión: Lina María</p>	<p>DISEÑO : ING. JORGE LUIS CORTÉS OCHOA CIP 10520</p>
<p>PLANO : ENCORRADO TECHO PISO 4</p>	<p>LÁMINA : E-05</p>



TECHO AZOTEA
S/C= 200kg/m²



ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS
SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS
ALMA ABIERTA EN EDIFICIOS
MULTIFAMILIARES

USMP INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES Y AGROPECUARIAS

LOSA ALBERADA CONVENCIONAL

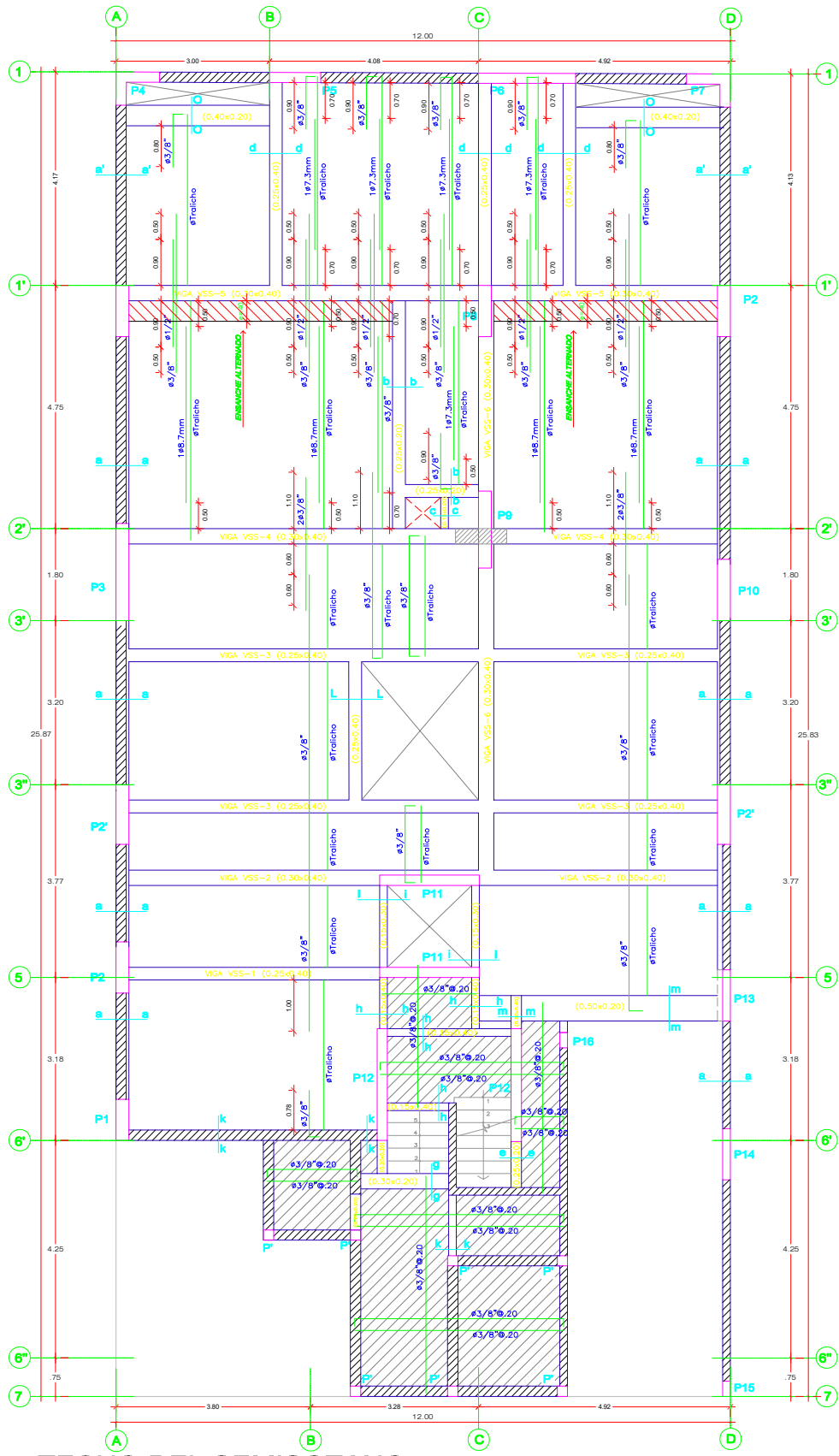
PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR CERRADA Y ABIERTA



PROYECTADO : GRANADA & GRANADA S.R.C

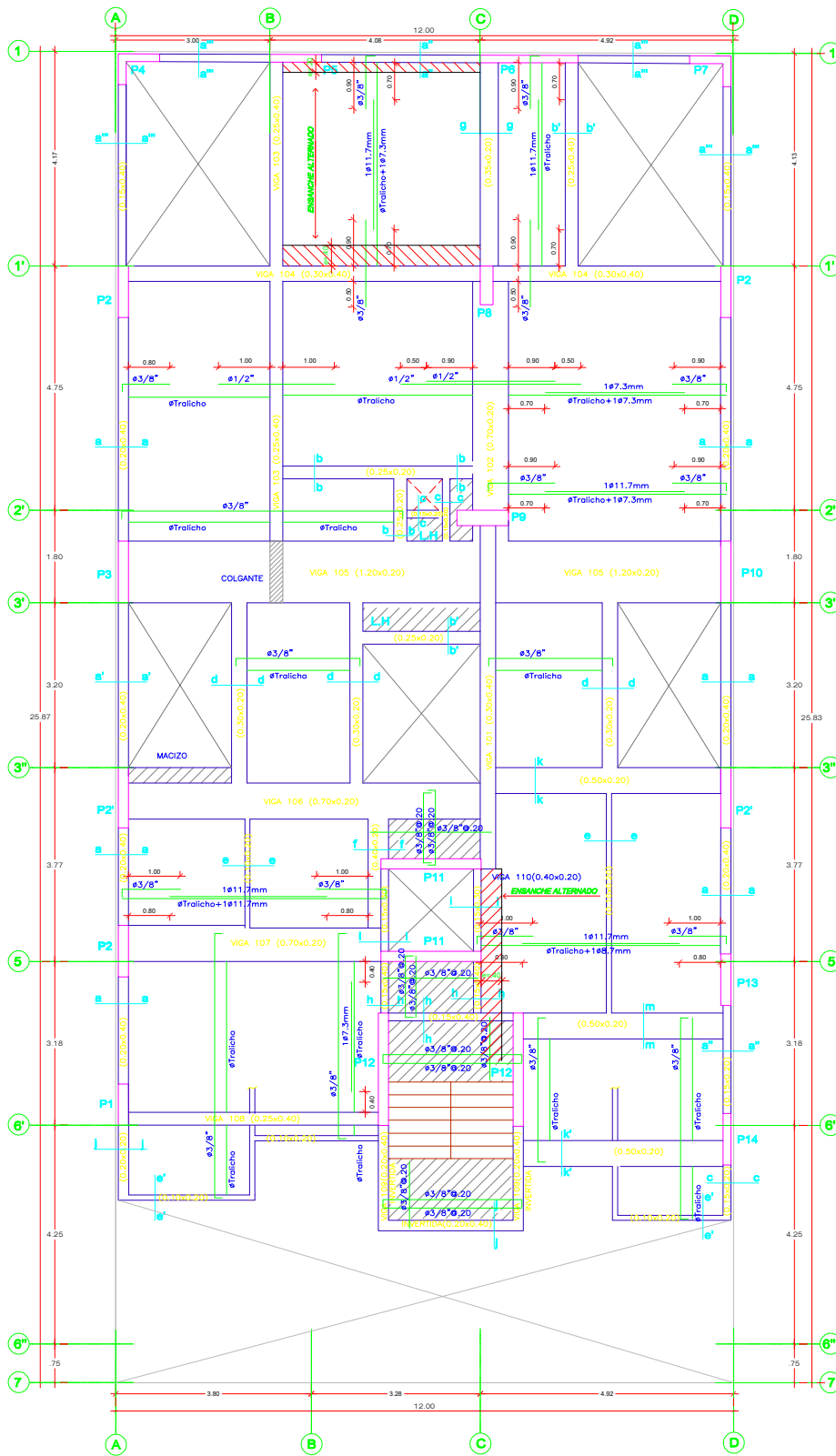
DISEÑO : ING. JORGE LUIS CASTRO VIVALA

FINANCIO : ENCERRADO TECHO AZOTEA

E-06





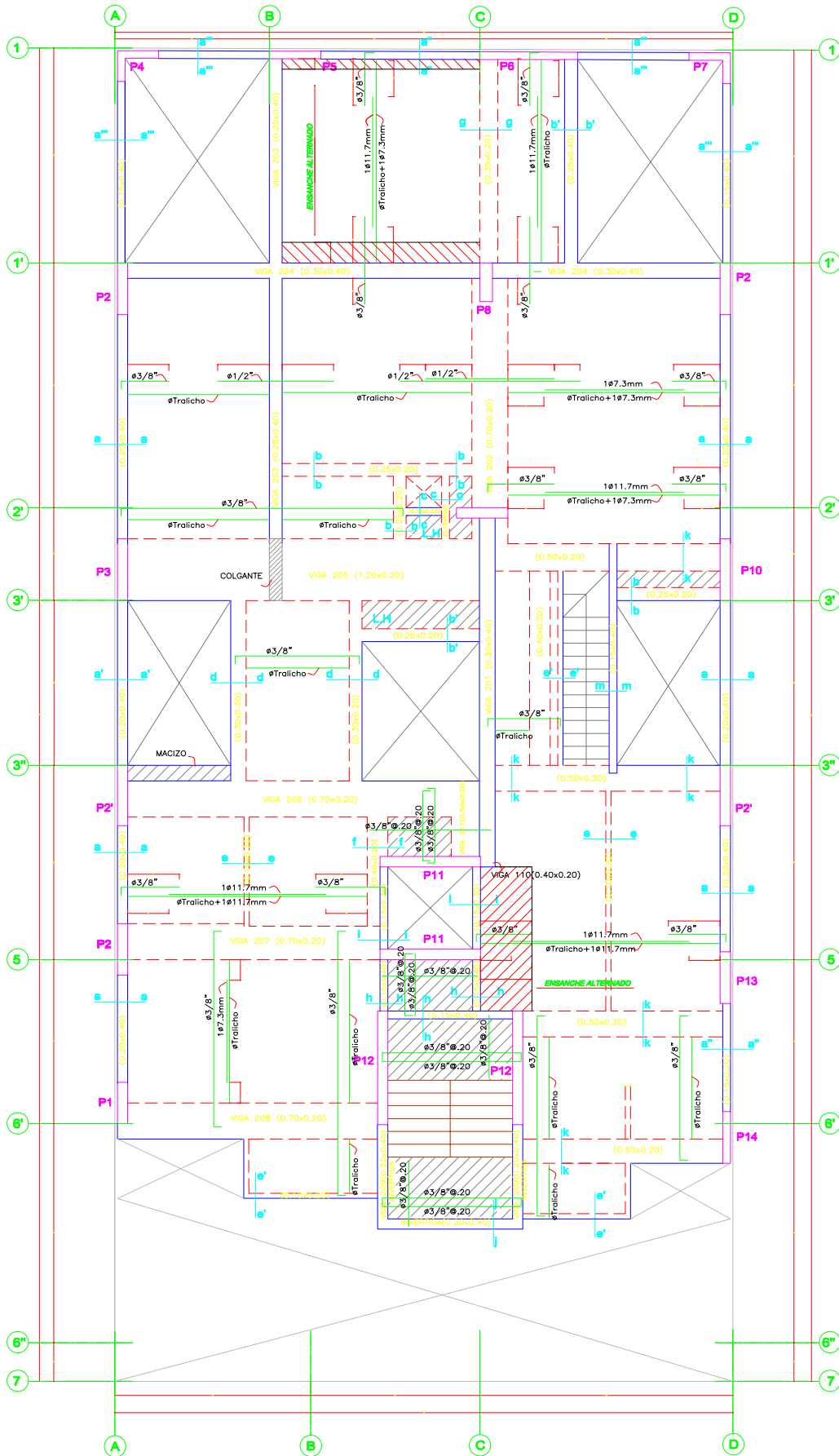
TESIS	
ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LOSA ALIGERADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES	
UNIVERSIDAD :  USMP FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA SAN MARTÍN DE PORRES	
SISTEMA :	
LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA	
FUENTE DE RECOPIACIÓN :	
PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR GRANDA Y GRANDA	
UBICACIÓN : Av./Jr./Ca. : Jirón Batallas de San Juan N°559 Distrito : Santiago de Surco Provincia : Lima Región/País : Lima-Perú	
PROPIETARIO : GRANDA & GRANDA SAC	
DISEÑO :  VIGUETAS PERÚ SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS PREFABRICADAS Áreas de Proyección	
PLANO : ENCOFRADO TECHO PISO 1	
LÁMINA : E-01	





TECHO DEL 1° PISO

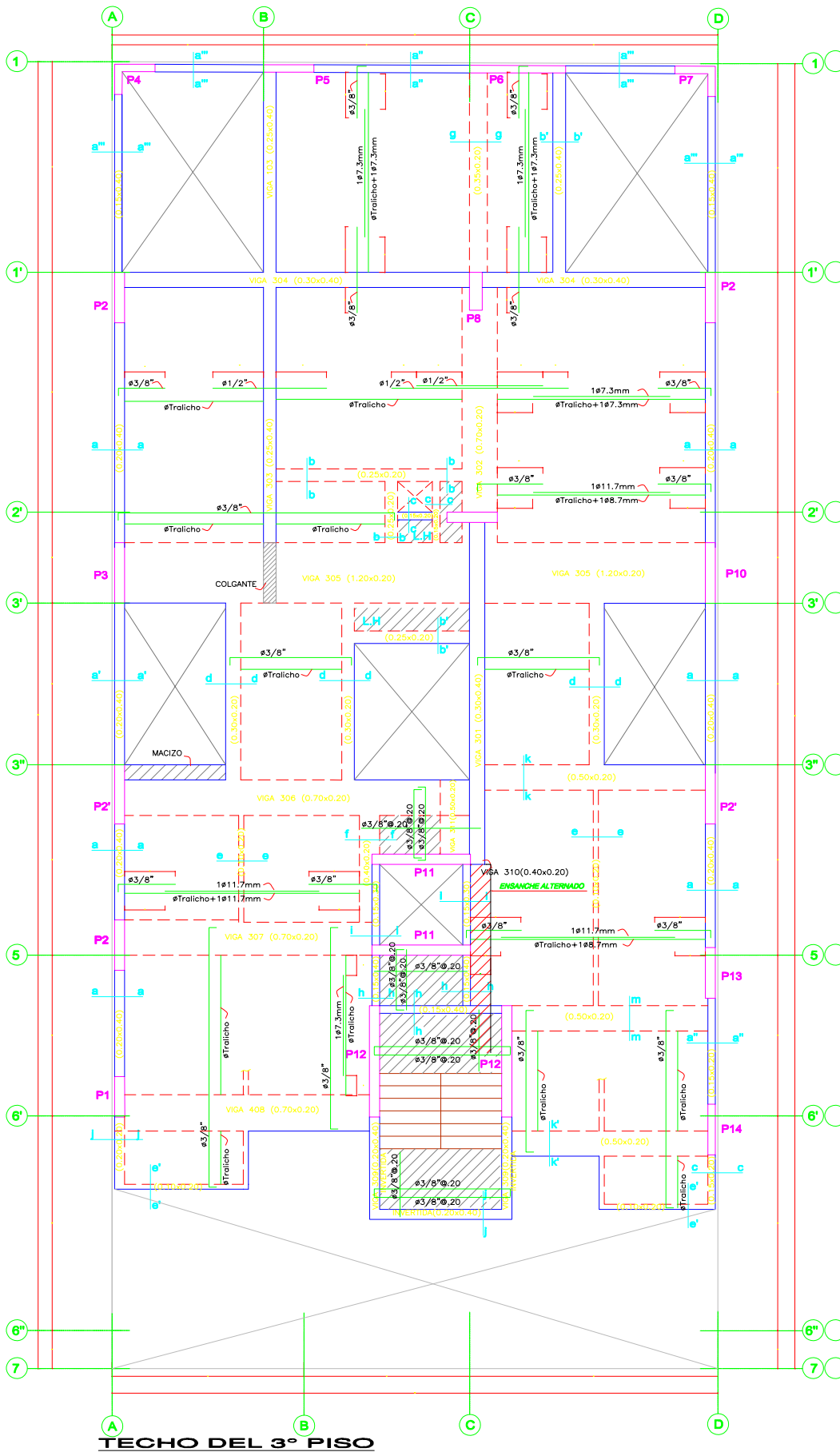
S/C= 200Kg/m2


TESIS	
ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LOSA ALIGERADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES	
UNIVERSIDAD :  USMP FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
SISTEMA :	
LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA	
FUENTE DE RECOPIACIÓN :	
PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR GRANDA Y GRANDA	
UBICACIÓN : Av./Jr./Ca. : Jirón Batallas de San Juan N°559 Distrito : Santiago de Surco Provincia : Lima Región/País : Lima-Perú	
PROPIETARIO : GRANDA & GRANDA SAC	
DISEÑO :  VIGUETAS PERÚ SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS PREFABRICADAS Área de Proyección	
PLANO : ENCOFRADO TECHO PISO 1	
LÁMINA : E-02	

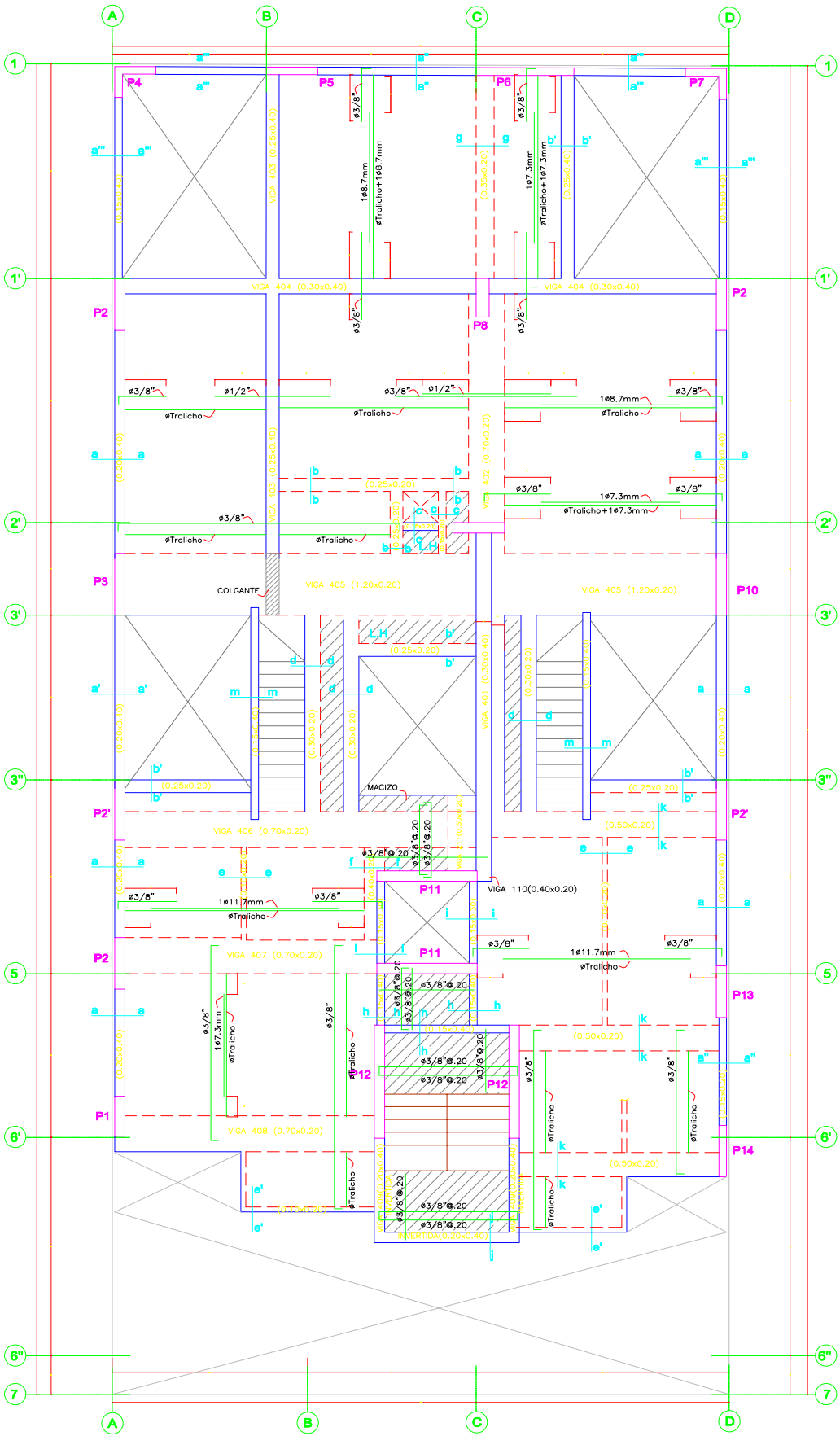


TECHO DEL 2° PISO
 S/C= 200Kg/m²

TESIS	
ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LOSA ALIGERADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES	
UNIVERSIDAD :  USMP FACULTAD DE SAN MARTÍN DE PORÉS INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
SISTEMA : LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA	
FUENTE DE RECOPIACIÓN :	
PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR GRANDA Y GRANDA	
UBICACIÓN : Av./Jr./Ca. : Jirón Batallas de San Juan N°599 Distrito : Santiago de Surco Provincia : Lima Región/País : Lima-Perú	
PROPIETARIO : GRANDA & GRANDA SAC	
DISEÑO :  VIGUETAS PERÚ <small>SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS PREFABRICADAS</small> Área de Proyecto	
PLANO : ENCOFRADO TECHO PISO 2	
LÁMINA : E-03	




TESIS	
ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LOSA ALIGERADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES	
UNIVERSIDAD :  USMP FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
SISTEMA : LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA	
FUENTE DE RECOPIACIÓN :	
PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR GRANDA Y GRANDA	
UBICACIÓN : Av./Jr./Ca. : Jirón Batallas de San Juan N°599 Distrito : Santiago de Surco Provincia : Lima Región/País : Lima-Perú	
PROPIETARIO : GRANDA & GRANDA SAC	
DISEÑO :  VIGUETAS PERÚ SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS PREFABRICADAS Área de Proyecto	
PLANO : ENCOFRADO TECHO PISO 3	
LÁMINA : E-04	



TECHO DEL 4° PISO
 S/C= 200Kg/m²

TESIS
 ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LOSA ALIGERADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES

UNIVERSIDAD :  **USMP** FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 SAN MARTÍN DE PORRES


SISTEMA : **LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA**

FUENTE DE RECOPIACIÓN :

PROYECTO : **EDIFICIO MULTIFAMILIAR GRANDA Y GRANDA**

UBICACIÓN :
 Av./Jr./Ca. : Jirón Batallas de San Juan N°599
 Distrito : Santiago de Surco
 Provincia : Lima
 Región/País : Lima-Perú

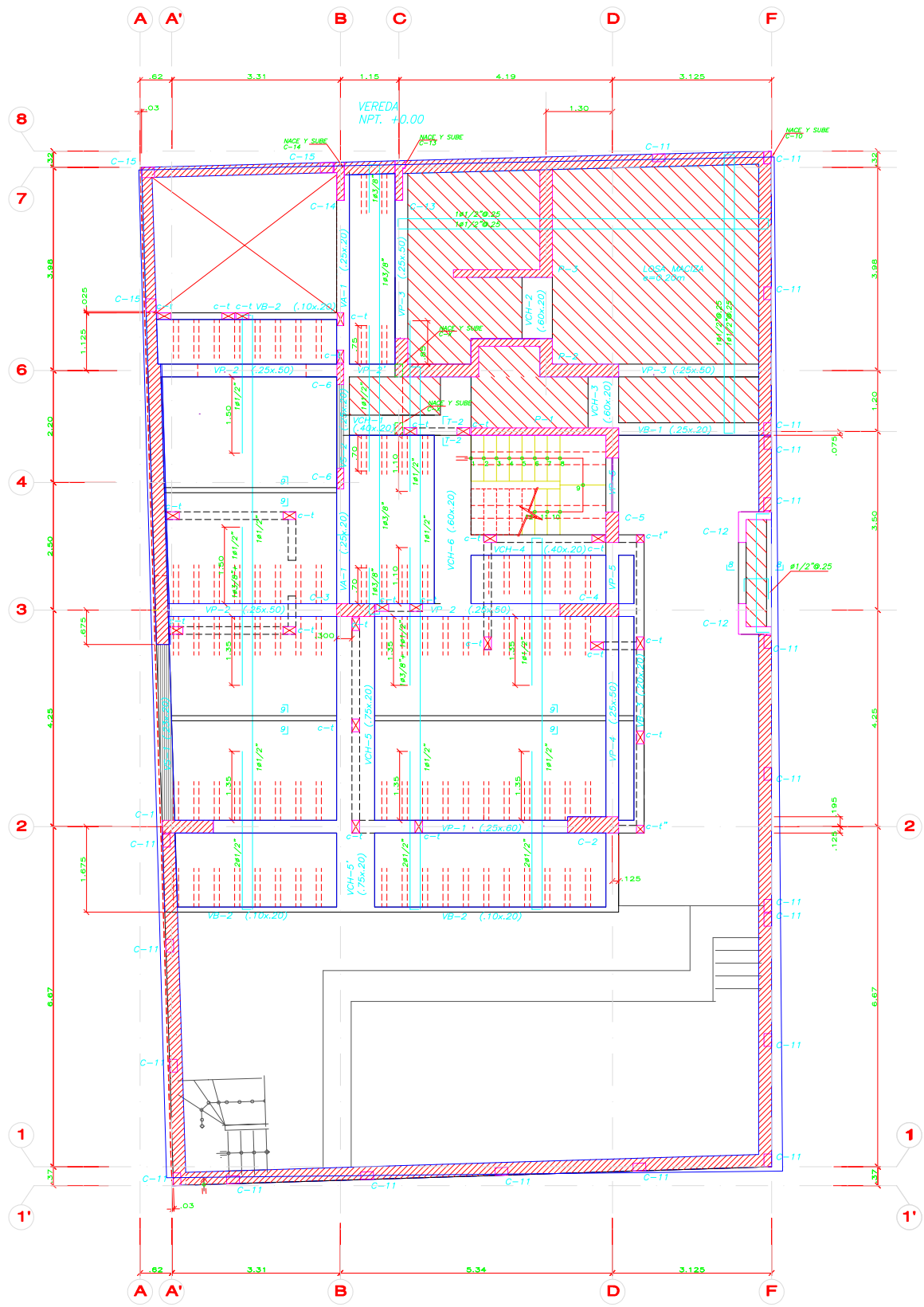
PROPIETARIO : **GRANDA & GRANDA SAC**

DISEÑO :  **VIGUETAS PERÚ**
 SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS PREFABRICADAS
 Área de Proyecto

PLANO : **ENCOFRADO TECHO PISO 4**

LÁMINA : **E-05**


ANEXO 14: PLANOS CASO 4

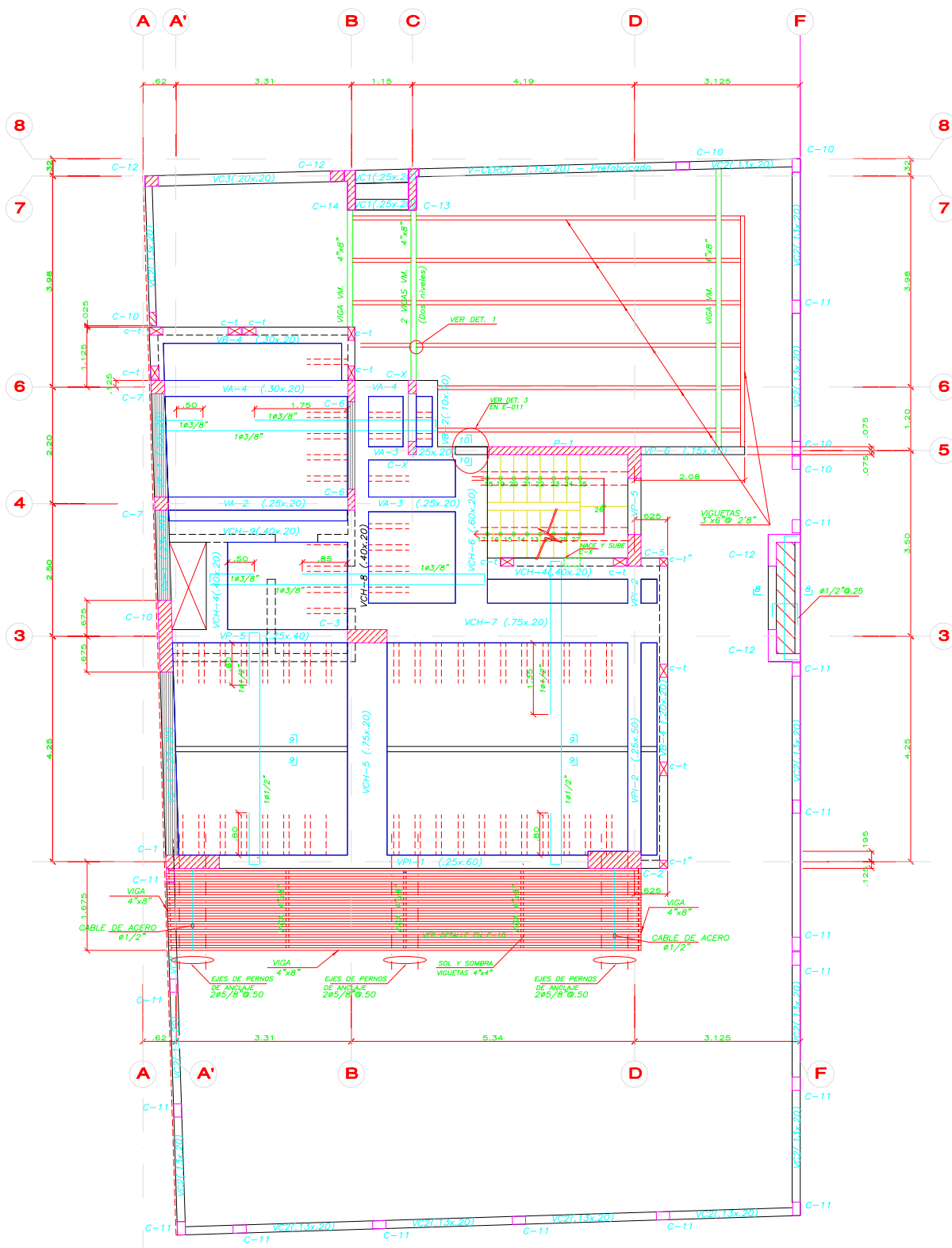


ENCOFRADO NIVEL -3.30

ALIGERADO h=0.20m, S/C=200 Kg/m²
 LOSA MACIZA H=0.20, S/C=200 Kg/m²



TESIS ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LOSA ALIGERADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS VIOLITAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES	
UNIVERSIDAD :  USMP FACULTAD DE <small>SAN MARTÍN DE PORRES</small> INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
SISTEMA : LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL	
FUENTE DE RECOPILOCIÓN : PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR GARAPONGUILLO	
UBICACIÓN : Dirección : Mat'A LT 101 Urb. Las Terrazas de Carapungullo Distrito : Lurigancho Chosica Provincia : Lima Región/País : Lima-Perú	
PROPIETARIO : SULLY ROJAS	
DISEÑO : ING. CESARA TINOCO REYNOSO CIP: 57030	
PLANO : ENCOFRADO TECHO SOTANO	
LÁMINA : E-01	

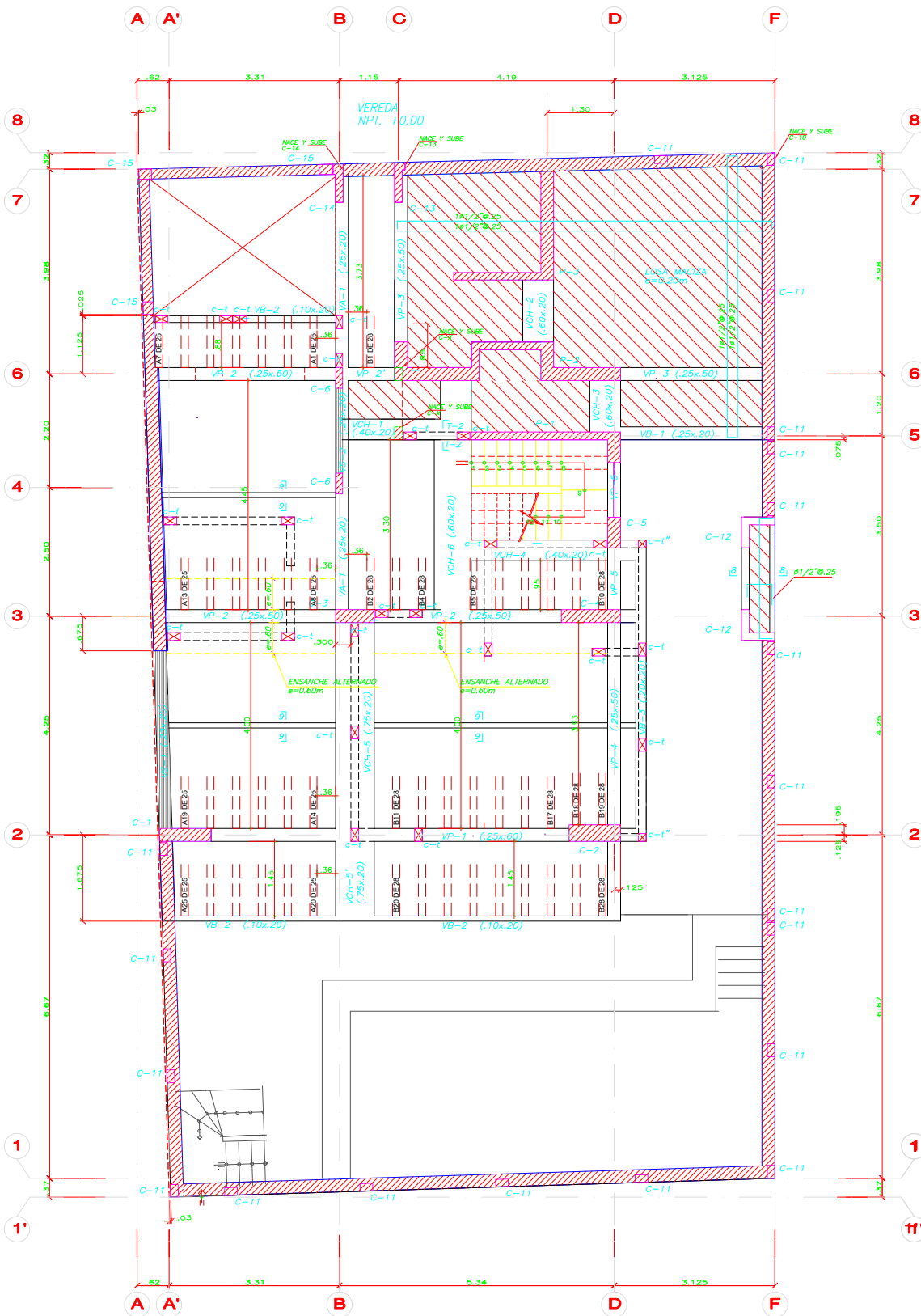


ENCOFRADO NIVEL 1, 2, 3

ALIGERADO $h=0.20m$, $S/C=200 \text{ Kg/m}^2$
 TECHO DE MADERA, $S/C=30 \text{ Kg/m}^2$

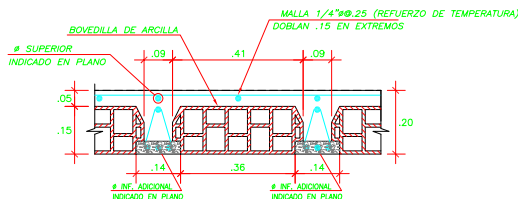


TESIS ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LOSA ALIGERADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES	
UNIVERSIDAD :  USMP FACULTAD DE SAN MARTIN DE PORRES INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
SISTEMA : LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL	
FUENTE DE RECOPIACION :	
PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR CARAPONGUILLO	
UBICACION : Dirección : Mz"A" LT"01" Urb. Las Terrazas de Caraponguillo Distrito : Lurigancho Chosica Provincia : Lima Región/País : Lima-Perú	
PROPIETARIO : SULLY ROJAS	
DISEÑO : ING. CESAR A. TINOCO REYNOSO CIP: 97080	
PLANO : ENCOFRADO TECHO PISO 1,2 3	
LÁMINA : E-02	





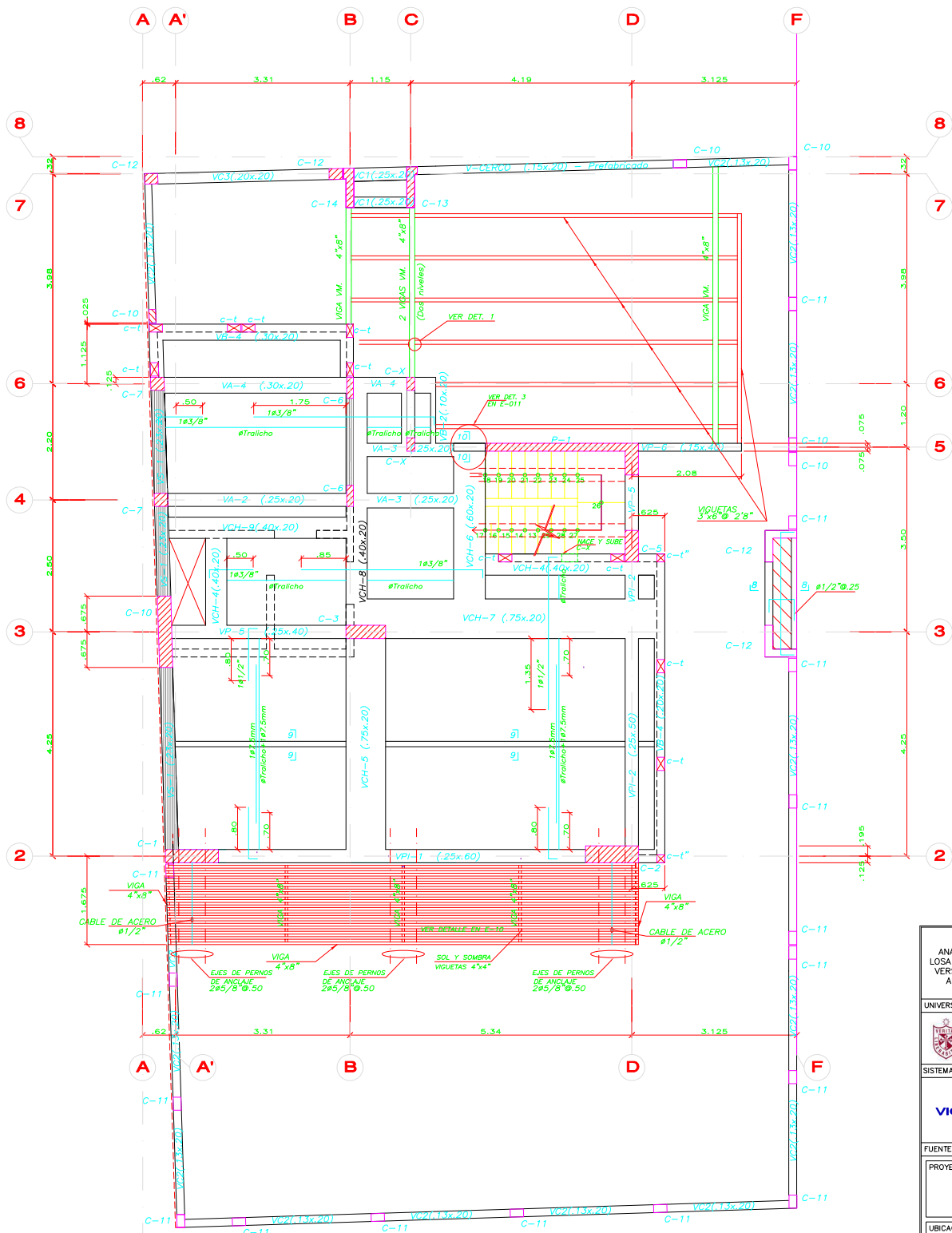
ENCOFRADO NIVEL -3.30

ALIGERADO $h=0.20m$, $S/C=200$ Kg/m²
 LOSA MACIZA $H=0.20$, $S/C=200$ Kg/m²



LOSA ALIGERADA $h=0.20m$ (VIGUETAS PERU)



TESIS ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LOSA ALIGERADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES	
UNIVERSIDAD :  USMP FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA SAN MARTÍN DE PORRES	
SISTEMA : LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA	
FUENTE DE RECOPIACIÓN :	
PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR CARAPONGUILLO	
UBICACIÓN : Dirección : Mz"A" LT "01" Urb. Las Terrazas de Caraponguillo Distrito : Lurigancho Chosica Provincia : Lima Región/País : Lima-Perú	
PROPIETARIO : SULLY ROJAS	
DISEÑO :  VIGUETAS PERU SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS PREFABRICADAS Área de Proyectos	
PLANO : ENCOFRADO TECHO SOTANO	
LÁMINA : E-01	



ENCOFRADO NIVEL 1,2,3

ALIGERADO $h=0.20m$, $S/C=200 \text{ Kg/m}^2$
 TECHO DE MADERA, $S/C=30 \text{ Kg/m}^2$



TESIS ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LOSA ALIGERADA CON SISTEMA CONVENCIONAL VERSUS VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES	
UNIVERSIDAD :  USMP FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA SAN MARTÍN DE PORRES	
SISTEMA : LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PREFABRICADAS DE ALMA ABIERTA	
FUENTE DE RECOPIACIÓN :	
PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR CARAPONGUILLO	
UBICACIÓN : Dirección : Mz"A" LT "01" Urb. Las Terrazas de Carapungullo Distrito : Lurigancho Chosica Provincia : Lima Región/País : Lima-Perú	
PROPIETARIO : SULLY ROJAS	
DISEÑO :  VIGUETAS PERÚ SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS PREFABRICADAS Área de Proyectos	
PLANO : ENCOFRADO TECHO PISO 1, 2, 3	
LÁMINA : E-02	