

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**EVALUACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA ENTRE LOS
SISTEMAS DE LOSA ALIGERADA CON VIGUETA
PRETENSADA Y PRELOSAS EN LA OBRA ÁVIDA SAN
MIGUEL – LIMA 2021**

Presentado por:

BACH. DURAN CAMPOS, LIZETH MILAGROS

Línea de Investigación Institucional: Nuevas Tecnologías y Procesos

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

Lima – Perú

2022

ASESORES:

Asesor Metodológico: PhD. Tito Mallma Capcha

Asesor Temático: Mg. Ing. Javier Reynoso Oscanoa

DEDICATORIA:

- Esta tesis se lo dedico a mis padres, que han sido mi inspiración, mi motor, mis ganas y sobre todo mi soporte en cada etapa de mi vida.
- A mis hermanos y sobrinos por ser parte de todo este proceso, por sus palabras, consejos y su apoyo.
- A mi abuela Juana por el tiempo y amor brindado.

Bach. Duran Campos Lizeth Miagros

AGRADECIMIENTO:

- Mi agradecimiento a los profesionales, maestros de obra, compañeros y a todas las personas que sumaron en la realización de la presente investigación.

Bach. Duran Campos Lizeth Miagros

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
Presidente

Jurado

Jurado

Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario docente

CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN.....	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
CAPITULO I.....	17
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	17
1.1. Planteamiento de problema.....	17
1.2. Formulación y sistematización del Problema	21
1.2.1. Problema General.....	21
1.2.2. Problema(s) Específico(s)	21
1.3. Justificación	22
1.3.1. Práctica o social.....	22
1.3.2. Científica o teórica	22
1.3.3. Metodológica.....	23
1.4. Delimitación del Problema.....	23
1.4.1. Delimitación Espacial:	23
1.4.2. Delimitación Temporal:	24
1.4.3. Delimitación Económica:.....	24
1.5. Limitaciones.....	24
1.6. Objetivos.....	24
1.6.1. Objetivo General	24
1.6.2. Objetivo(s) Específico(s).....	24
CAPITULO II	25
MARCO TEÓRICO.....	25
2.1. Antecedentes:	25
2.1.1. Antecedentes nacionales:	25

2.1.2. Antecedentes internacionales:.....	28
2.2. Marco conceptual.....	28
2.2.1. SISTEMA DE LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PRETENSADAS.....	32
2.2.2. SISTEMA DE LOSA ALIGERADA CON PRELOSAS:.....	40
2.3. Definición de términos.....	46
2.4. Variables.....	47
2.4.1. Definición conceptual de la variable.....	47
2.4.2. Definición Operacional de la variable	48
2.4.3. Operacionalización de la variable.....	48
CAPITULO III.....	50
METODOLOGÍA	50
3.1. Método de investigación	50
3.2. Tipo de investigación	50
3.3. Nivel de investigación.....	51
3.4. Diseño de la investigación	51
3.5. Población y muestra	51
3.5.1. Población:	51
3.5.2. Muestra:	51
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	52
3.6.1. Técnicas de recolección de datos:.....	52
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos:	52
3.7. Procesamiento de la Información.....	53
3.8. Técnicas y análisis de datos	53
CAPITULO IV.....	54
RESULTADOS.....	54
4.1. GENERALIDADES	54

4.1.1. Respecto al Proyecto.....	54
4.2. EVALUACIÓN TÉCNICA POR TIEMPO DE EJECUCIÓN:	54
4.2.1. Sistema de losa aligerada con Vigüeta Pretensada	54
4.2.2. Sistema de losa aligerada con Prelosas.	56
4.3. EVALUACIÓN TÉCNICA POR CALIDAD DE ACABADO	59
4.3.1. Calidad de acabo en losas aligeradas con vigüeta pretensada.	59
4.3.2. Calidad de acabo en losas aligeradas con Prelosas.	60
4.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA	63
4.4.1. Evaluación económica de losa aligerada con vigüeta prefabricada	65
4.4.2. Evaluación Económica de Losas Aligeradas con Prelosas	79
CAPITULO V	95
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	95
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	102
ANEXO N° 02: OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE.....	1024
ANEXO N° 03: PROCESO CONSTRUCTIVO	1066
ANEXO N° 04: VALIDACION DE SISTEMA.....	10626
ANEXO N° 05: INSTRUMENTO DE INVESTIGACION	10633

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas económicas.....	36
Tabla 2. Ventajas económicas.....	38
Tabla 3. Comparación fotográfica del acabado de fondo de losa por sistema.....	64
Tabla 4. Metrado de concreto - Sistema viguetas Pretensadas.....	68
Tabla 5. Metrado de encofrado - Sistema viguetas Pretensadas.....	69
Tabla 6. Metrado de bovedilla - Sistema viguetas Pretensadas.....	70
Tabla 7. Metrado de acero - Sistema viguetas Pretensadas.....	77
Tabla 8. Metrado de concreto - Sistema Prelosas.....	82
Tabla 9. Metrado de encofrado en prelosas - Sistema Prelosas.....	83
Tabla 10. Metrado de Acero - Sistema Prelosas.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vigüeta Pretensada como solución de losa aligerada en Ecuador.....	21
Figura 2. Prelosa como solución a la Productividad.....	23
Figura 3. Delimitación Espacial.....	25
Figura 4. Detalle de losa con vigüeta pretensada.....	34
Figura 5. Detalle de anclaje de vigüeta pretensada y losa in situ.....	35
figura 6. Imagen después del desencofrado.....	39
Figura 7. Proceso constructivo.....	41
Figura 8. Componentes de una prelosa.....	43
Figura 9. Izaje de prelosa.....	43
Figura 10. Detalle de una Prelosa Maciza.....	45
Figura 11. Detalle de una Prelosa Aligerada.....	45
Figura 12. Sectorización.....	57
Figura 13. Lookahead de producción.....	58
Figura 14. Sectorización Sistema Vigüeta Pretensada.....	59
Figura 15. Lookahead de producción – prelosas.....	60
Figura 16. Duración de Etapas por sistema (Días).....	60
Figura 17. Duración de Etapas por sistema (Días)	61
Figura 18. Losa aligerada luego del desencofrado.....	62
Figura 19. Acabado de losa aligerada con prelosa.....	63
Figura 20. Plano de Arquitectura piso 3	65
Figura 21. Plano de Estructura – Techo típico.....	66
Figura 22. Plano de Estructura (Vigüetas) – Techo típico.....	67
Figura 23. Plano distribución acero negativo- Sistema vigüetas Pretensadas.....	71

Figura 24. Distribución de acero de temperatura- Sistema viguetas Pretensadas..	71
Figura 25. Resumen de Metrados - Sistema viguetas Pretensadas.....	78
Figura 26. APU Concreto - Sistema viguetas Pretensadas.....	78
Figura 27. APU Encofrado - Sistema viguetas Pretensadas.....	79
Figura 28. APU colocación Viguetas - Sistema viguetas Pretensadas.	79
Figura 29. APU colocación de ladrillo - Sistema viguetas Pretensadas.....	80
Figura 30. APU colocación de Acero - Sistema viguetas Pretensadas.....	80
Figura 31. Presupuesto Sistema Vigueta Pretensada.....	81
Figura 32. Plano de Estructuras (Prelosas) – Techo Típico.....	81
Figura 33. Plano Distribución de acero Negativo - Sistema Prelosas.....	84
Figura 34. Distribución de acero de Temperatura - Sistema Prelosas.....	84
Figura 35. Resumen de Metrado - Sistema Prelosas.....	92
Figura 36. APU Concreto - Sistema Prelosas.....	92
Figura 37. APU Encofrado y Desencofrado - Sistema Prelosas.....	93
Figura 38. APU Colocación de Prelosas - Sistema Prelosas.....	93
Figura 39. APU Colocación de Acero - Sistema Prelosas.....	94
Figura 40. Presupuesto - Sistema Prelosas.....	94
Figura 41. Costo Por Partida.....	95

RESUMEN

Para la investigación titulada: EVALUACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA ENTRE LOS SISTEMAS DE LOSA ALIGERADA CON VIGUETA PRETENSADA Y PRELOSAS EN LA OBRA ÁVIDA SAN MIGUEL – LIMA 2021, el problema principal fue “¿Cuáles son los resultados de la evaluación técnica - económica del sistema de losa con viguetas prefabricadas pretensadas y del sistema de losa con prelosa?”, el objetivo principal fue “evaluar técnica y económicamente el sistema de losa con viguetas prefabricadas pretensadas y el sistema de losa con prelosa.”, la hipótesis general fue “El sistema de prelosas es mejor técnica y económicamente en comparación con el sistema de viguetas prefabricadas pretensadas”.

El método de la investigación fue el científico, el tipo de la investigación fue aplicada y el nivel fue descriptivo, el diseño de la investigación fue no experimental, la población fue una edificación de 17 niveles, ubicada en el distrito de San Miguel – Lima, la cual fue denominado proyecto ÁVIDA.

La conclusión principal es “el sistema de prelosas, como sistema constructivo industrializado, resulta una mejor opción para construir losas aligeradas frente al sistema de viguetas pretensadas tanto en aspectos técnicos (mejor productividad) y económica (más barato).

Palabras clave: **Vigueta pretensada, prelosas, Losa aligerada.**

ABSTRACT

For the research entitled: TECHNICAL - ECONOMIC EVALUATION BETWEEN THE LIGHTWEIGHT SLAB SYSTEMS WITH PRESTRESSED JOIST AND PRE-STRESSED SLABS IN THE WORK ÁVIDA SAN MIGUEL - LIMA 2021, the main problem was "What are the results of the technical - economic evaluation of the slab system with prefabricated prestressed joists and the slab-with-slab system?", the main objective was to "technically and economically evaluate the slab system with prestressed prefabricated joists and the slab-with-slab system.", the general hypothesis was "The slab system is technically and economically better compared to the system of prestressed prefabricated joists".

The research method was scientific, the type of research was applied and the level was descriptive, the research design was non-experimental, the population was a 17-level building, located in the district of San Miguel - Lima, the which was called the ÁVIDA project.

The main conclusion is "the system of prestressed slabs, as an industrialized construction system, is a better option to build lightened slabs compared to the system of prestressed joists both in technical aspects (better productivity) and economics (cheaper).

Keywords: Prestressed beam, precast slabs, lightened slab.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis de investigación “EVALUACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA ENTRE LOS SISTEMA DE LOSA ALIGERADA CON VIGUETA PRETENSADA Y PRELOSAS EN LA OBRA ÁVIDA SAN MIGUEL – LIMA 2021”, estuvo enfocada en buscar el mejor sistema en losas aligeradas la cual nos ayude a mejorar la productividad en la obra ÁVIDA, ubicada en el distrito de San Miguel – Lima, por lo que nuestro objetivo principal fue evaluar técnica y económicamente el sistema de losa con viguetas prefabricadas pretensadas y el sistema de losa con prelosa, buscando así comparar dos sistemas, aplicando los procedimientos constructivos para cada uno de estos y así poder comparar costos, tiempos y calidad de cada una de ellas. Así esta investigación ayudara a que tanto ingenieros y cliente tomen mejores decisiones al ejecutar un proyecto durante el proceso en todas las etapas. Esto con la finalidad de difundir nuestros resultados obtenidos y evitar costos sobrevaluados en la ejecución del proyecto.

Para una mejor comprensión la presente investigación tuvo como desarrollo según lo siguiente:

El Capítulo I: Planteamiento de problema, Formulación y sistematización del Problema, Justificación, Delimitación del Problema, Limitaciones y Objetivos.

El Capítulo II: Antecedentes, Marco conceptual, Definición de términos, Hipótesis y variables.

El Capítulo III: Método de investigación. Tipo de investigación, Nivel de investigación, Diseño de la investigación, Población y muestra, Técnicas e

instrumentos de recolección de datos, Procesamiento de la Información, Técnicas y análisis de datos

El Capítulo IV: Se presentan los resultados obtenidos de la investigación

El Capítulo V: Discusión de Resultados

Por ultimo se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento de problema

Durante el transcurrir de los años se ha visto la evolución e innovación de materiales para la construcción, puesto que uno de los principales objetivos, es optimizar los procesos constructivos en tiempo, calidad y costo.

Socoto (2016). “En la ciudad de Cuenca - Ecuador, la mayor parte de construcciones en edificaciones que incluyen entresijos y techos de hormigón armado, se realizan usando soluciones constructivas tradicionales que utilizan: encofrados artesanales, dosificación, preparación y vertido del hormigón in situ, el uso de bloques de mampostería para alivianar losas; en varias ocasiones la calidad de esta solución constructiva se ve afectada por limitaciones económicas y técnicas. Para mejorar la situación actual, es necesario implementar en nuestro medio el uso de tecnologías constructivas, que mejoren el control de calidad, optimicen recursos, disminuyan el tiempo

de ejecución en obra, sean acordes a la realidad socio-económica de la población, y por ende factibles de aplicar”.

Así mismo Gómez y Morales (2015). “Actualmente en la industria de la construcción es cada vez más común escuchar conceptos relacionados con la productividad, ya que debido a la globalización es una necesidad para las empresas ser cada vez más productivas y competitivas para así garantizar su permanencia en el tiempo. En Colombia, la construcción es uno de los principales motores de la economía, por lo cual este sector está en búsqueda de métodos que permitan planear y desarrollar proyectos eficientes, que no incurran en sobrecostos ni reprocesos.

También Sanabria (2007) “en su investigación análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicional y prefabricado de losas de entrepiso para edificaciones de hasta 4 niveles, Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, en la universidad católica de Colombia, nos habla del impacto de los prefabricados. En el mundo, la prefabricación de las edificaciones ha sido la respuesta para atender a las demandas de productividad. En países como Noruega, Finlandia, Japón, Dinamarca, España, Costa Rica, México y Brasil los prefabricados han cobrado vital importancia por sus aplicaciones, posibilidades en proyectos de edificación, eficiencia sísmica y nuevas tecnologías”.



Figura 1. *Vigueta Pretensada como solución de losa aligerada en Ecuador*
Fuente: *Tesis: Socoto (2016)*

En el ámbito nacional uno de los principales problemas dentro del sector construcción es la deficiencia para el termino en fecha optima de cada proyecto, por lo que se ha visto la implementación de productos prefabricados para mejorar la productividad, la revista constructivo y el Centro de Innovación Tecnológica y Transformación para la Industria de la Construcción - CITTIC, reunieron a importantes especialistas del sector construcción para analizar el desarrollo de las soluciones de prefabricados que se emplean en el país y sus estrategias frente a la actual pandemia.

“Los prefabricados son soluciones que ya existen en el Perú y ahora es momento de masificarlos, siendo de gran solución para los nuevos requerimientos del Gobierno”, sostuvo el Ing. Omar Alfaro, presidente del CITTIC y presidente del Comité BIM del Perú”.

“Por su parte, la Ing. Beatriz Cépeda, miembro del Comité de Industria de Prefabricados de ASOCEM y gerente de Unidad Productos de Concreto de CONCREMAX, indicó que los prefabricados de concreto tienen la ventaja de una reducción de tiempo en las operaciones, permiten el uso de

equipos de montaje reduciendo mano de obra, se utiliza menor cantidad de acero y encofrados y no requiere tarrajeo”.

“El uso de prefabricados de concreto permite la reducción de mano de obra y tiempo. Se puede utilizar torres grúas para levantar piezas dependiendo el tipo de prefabricado. Ello es determinante para minimizar los contagios por Covid-19, en este momento se requieren soluciones que tengan las exigencias que el gobierno solicita”, aseguró la ingeniera de CONCREMAX.

Actualmente, uno de los problemas en cuanto a productividad dentro de la obra ÁVIDA ubicada en el distrito de San Miguel - Lima es el tiempo, costo y calidad, pues se busca lograr un control y mejoramiento en sus niveles de productividad, siendo el caso de las losas aligeradas, pues el mercado ha innovado materiales prefabricados como lo son las viguetas pretensadas y prelosas, sistemas que han remplazado al sistema convencional, para lograr una mejora en tiempo, costo y calidad.

“Es a raíz de eso que surge la necesidad del proyecto de mitigar estos problemas, por ello se ha ido implementando recursos que nos ayudan a mejorar la productividad, ya que inicialmente se había remplazado el sistema convencional por el sistema de viguetas prefabricadas, y lo que se busca es seguir mejorando, por ello se propone dejar el uso de viguetas prefabricadas y remplazarlas por prelosas”.

“PRELISTOS es la unidad de negocio de Mixercon S.A., dedicada a la producción y comercialización de productos prefabricados de concreto, con las que nos ofrecen productos que nos van a ayudar a reducir tiempo y

costos de ejecución en los proyectos a emplearse, generando mayor eficiencia en los procesos constructivos con menos tiempo y más ahorro, productos como los son viguetas pretensadas y prelosas.



Figura 2. *Prelosa como solución a la Productividad*
Fuente: *(Propia 2021)*

1.2. Formulación y sistematización del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cuáles son los resultados de la evaluación técnica - económica del sistema de losa con viguetas prefabricadas pretensadas y del sistema de losa con prelosa?

1.2.2. Problema(s) Específico(s)

1. ¿Cuánto tiempo toma construir una losa con el sistema de vigueta prefabricada pretensada y el sistema de prelosas?

2. ¿Cuál es el requerimiento de acabado de una losa aligerada con vigueta pretensada y una losa con prelosa?
3. ¿Cuál es el costo de construcción de una losa aligerada con vigueta prefabricada y una losa con prelosa?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica o social

Méndez, C. (2012). Indica que se considera que “una investigación tiene una justificación práctica, cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo”.

Por lo tanto, este trabajo de investigación estuvo enfocado en buscar el mejor sistema en losas aligeradas la cual nos ayude a elegir cuál de estas es la mejor opción y así optar por la que nos brinde mayor eficiencia en tiempo y costo, así mejorar la productividad en la obra ÁVIDA ubicada en el distrito de San Miguel - Lima.

1.3.2. Científica o teórica

Méndez, C. (2012). Señala, “En la investigación hay una justificación teórica cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente”

Por ello, este trabajo de investigación buscó determinar cuál de las 2 opciones nos dan mayores beneficios en la ejecución de una edificación.

1.3.3. Metodológica

Méndez, C. (2012). Indica “La justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto por realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable. Si un estudio se propone buscar nuevos métodos o técnicas para generar conocimientos, busca nuevas formas de hacer investigación, entonces podemos decir que la investigación tiene una justificación metodológica”.

En tal sentido, el método que se realizó en este proyecto de investigación es el método comparativo, por lo que se acude al empleo de técnicas e instrumentos para la recolección de datos y procesamiento de la información. A fin de contribuir a medir las variables de estudio dentro del contexto de una edificación de 17 pisos en Lima.

1.4. Delimitación del Problema

1.4.1. Delimitación Espacial:

Para la investigación se ha elegido evaluar la construcción de un edificio Ubicado en el distrito San Miguel – Lima, la cual se denomina obra ÁVIDA.

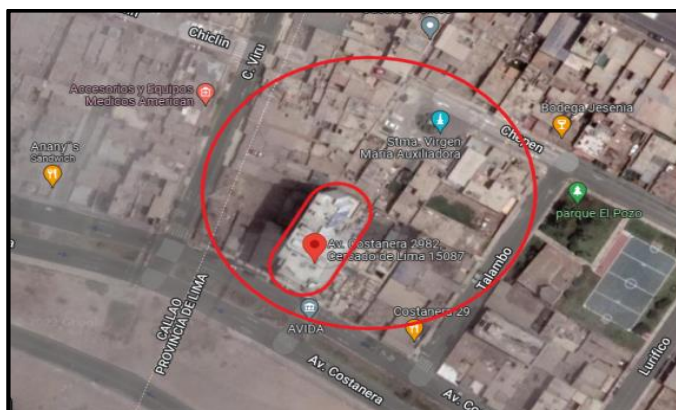


Figura 3. Delimitación Espacial
Fuente: Google Maps

1.4.2. Delimitación Temporal:

El presente proyecto de investigación se llevará a cabo durante el mes de Octubre del 2021 hasta Enero del 2022

1.4.3. Delimitación Económica:

Todos los costos del presente proyecto de investigación fueron asumidos por el investigador.

1.5. Limitaciones

Para la ejecución de la presente tesis, se tuvieron restricciones en tiempo debido a la coyuntura de la pandemia por el Covid-19, ya que se establecieron restricciones sociales como toques de queda la cual fue un impedimento en la toma de datos en campo.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Evaluar técnica y económicamente el sistema de losa con viguetas prefabricadas pretensadas y el sistema de losa con prelosa.

1.6.2. Objetivo(s) Específico(s)

1. Determinar el tiempo que toma construir una losa con el sistema de losa con vigueta prefabricada pretensada y el sistema de prelosas.
2. Establecer el requerimiento de acabado de una losa aligerada con vigueta pretensada y una losa con prelosa
3. Analizar el costo de construcción de una losa aligerada con vigueta pretensada y una losa con prelosa.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes:

Se encontraron antecedentes de estudio que hacen referencia a las mejoras de productividad con el uso de viguetas prefabricadas pretensadas y prelosas

2.1.1. Antecedentes nacionales:

Castañeda. (2017), realizó la investigación “Uso de viguetas pretensadas para el incremento de la productividad en la obra Escuela PNP-Puente Piedra - Lima-2017”, Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, de la Universidad Cesar Vallejo, teniendo como problema general “¿De qué manera el uso de viguetas pretensadas en la construcción de una losa aligerada incrementa la productividad de la obra escuela PNP-Puente Piedra- Lima-2017?”, estableciendo como objetivo “determinar que utilizando viguetas pretensadas en la construcción de una losa aligerada incremento la productividad de la obra escuela PNP - Puente Piedra – Lima”, Llegando así a la conclusión que “determina que

utilizando viguetas pretensadas en la construcción de losas aligeradas aumenta la productividad en un 27% siendo esto menor que el sistema convencional. Generando esto el ahorro en tiempo, costo y peso de una losa aligerada. A su vez indica que la construcción de una losa aligerada con el sistema de viguetas pretensadas ahorras un 40% del tiempo normal que se demora construyendo una losa con el sistema convencional”.

Puicón y Vásquez (2018), realizo la investigación “Uso de viguetas pretensadas para optimizar tiempo, calidad y costos en la autoconstrucción de losas aligeradas de los sectores c y d de lima”, tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, en la universidad peruana de ciencias aplicadas, estableciendo como objetivo principal “Proponer el adecuado uso de viguetas pretensadas en la autoconstrucción o construcción informal de losas aligeradas de viviendas unifamiliares en los sectores socioeconómicos C y D de Lima Metropolitana” e hipótesis “es posible, viable y confiable hacer uso de las viguetas pretensadas para la autoconstrucción de losas aligeradas de viviendas unifamiliares en los sectores socioeconómicos C y D de Lima Metropolitana”. Llegando así a las siguientes conclusiones: - “En el aspecto técnico desarrollado en el capítulo 4, el ahorro del encofrado es un factor muy importante para utilizar el sistema de vigueta pretensada, ya que permite un ahorro de 80% de madera frente al sistema convencional, además que acelera el proceso de encofrado de losa en un 40% y mejora la calidad de la losa, tanto en el aspecto estructural como de acabado final de cielorraso”. – “En el aspecto económico desarrollado en el capítulo 5, para una losa aligerada de 120 m²,

el sistema convencional resultó ser el más caro de los sistemas evaluados con un precio total de 24'798.74 soles, mientras que el sistema de vigueta pretensada VIPRET resultó ser el más económico con un precio total de 17'037.79 soles. El sistema de vigueta pretensada representa un ahorro de 30% frente al sistema convencional esto referente al costo directo”. - “El sistema de vigueta pretensada, como sistema constructivo industrializado, resulta una mejor opción para construir losas aligeradas de viviendas unifamiliares frente al sistema convencional, tanto en aspectos técnicos (mejor productividad), económica (más barato) y calidad del concreto (resistencia adecuada del concreto)”.

Meza y Martel (2019), realizo la investigación “Evaluación técnica y económica, entre los sistemas pre fabricados de losa con viguetas vigacero y losa con viguetas pre tensadas en un edificio multifamiliar en el distrito de surquillo” tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, en la universidad RICARDO PALMA, estableciendo como objetivo “realizar un análisis comparativo técnico - económico entre los sistemas pre fabricados de losas de entrepisos, losas con viguetas vigacero y losas con viguetas pre tensadas”, llegando así a las siguientes conclusiones: - “De acuerdo al análisis económico realizado y de la estimación del tiempo de ejecución de los niveles de entrepisos, el sistema de losa aligerada con el sistema de viguetas prefabricadas Vigacero resulta ser más rentable pues tiene un impacto económico menor en el costo directo de S/. 26,475.25 considerando solo mano de obra y materiales. Así mismo la diferencia de días obtenidos en el tiempo de ejecución de las losas se

traduce en un menor impacto en los gastos generales”. - “De acuerdo a los resultados obtenidos, la solución con el sistema de losas aligeradas Vigacero toma 336 días y el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas Techomax toma 420 días. Lo que representa una diferencia de 84 días”.

2.1.2. Antecedentes internacionales:

Sanabria (2017), realizo la investigación “análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicional y prefabricado de losas de entrepiso para edificaciones de hasta 4 niveles”, tesis para optar el título de ingeniero civil, en la universidad católica de Colombia, estableciendo como objetivo “cuantificar las ventajas y desventajas derivadas del análisis comparativo entre los sistemas tradicional y prefabricado en el diseño y construcción de la losa de entrepiso de una edificación de hasta 4 pisos”. Llegando a las siguientes conclusiones: “Los sistemas constructivos in situ y prefabricados, presentan aspectos con la misma aplicabilidad en el ámbito de las edificaciones del país; en virtud de lo establecido en la NSR-10, en lo que refiere al diseño, aspectos como estudios geotécnicos, diseños preliminares, evaluación de cargas, procedimientos de diseño y análisis sísmico y diseño de la cimentación, se rigen de la misma manera. Sin embargo, el mencionado reglamento, penaliza el diseño estructural del sistema de resistencia sísmica con elementos prefabricados asignando un coeficiente de disipación de energía $R=1.50$, lo que implica un aumento en los efectos sísmicos E . También llega a la conclusión de que los procesos de construcción son sin duda diferentes entre ambos sistemas; los métodos in situ, a pesar de los avances en

tecnología del concreto, siguen siendo artesanales, dando espacio a errores por factores humanos y manteniendo incertidumbre en el cumplimiento de plazos de construcción. Los prefabricados, se ejecutan en fábricas con estrictos parámetros de calidad, con procesos industrializados que finalizan con actividades de transporte y montaje con requerimientos de mano de obra y equipos mínimos. Con los criterios evaluados, se evidencia que el uso de elementos prefabricados en la construcción de losas de entrepiso es ampliamente más favorable que el uso de sistemas de losas aligeradas; si bien es cierto, han sido pocas las investigaciones y estudios de la temática de esta investigación, los resultados en cuanto a mejoramiento de diseños, calidad de las construcciones, cumplimiento de plazos y aporte a las sustentabilidad obtenidos en el presente documento suponen un panorama positivo a la aplicación en la construcción de elementos prefabricados".

Sacoto (2016), realizo la investigación “elementos prefabricados-pretensados de montaje manual para techos y entrepisos de la vivienda social”, tesis para optar el título de ingeniero civil, de la universidad de cuenca Ecuador estableciendo como objetivo principal “desarrollar parte de una solución técnica estructural-constructiva para techos y entrepisos, que resulte segura, viable de ejecutar, mediante el estudio analítico y el diseño estructural de vigas prefabricadas-pretensadas, especificando su forma y dimensiones, para mejorar y optimizar recursos en la construcción de la vivienda social”, llegando a las siguientes conclusiones: “La solución vigueta-bovedilla se ejecuta en menor tiempo respecto a la solución tradicional, siendo ventajosa para aplicar en proyectos estatales de Vivienda

Social, en los cuales se puede incluir a los beneficiarios como parte de la mano de obra, por lo tanto se desarrolla una relación estado-ciudadanos que contribuye a mejorar la calidad de vida de los beneficiarios y por ende al progreso de la ciudad y país. Así también llega a la conclusión la solución constructiva vigueta-bovedilla, desplaza al bloque de mampostería (para paredes) como elemento para alivianar las losas, también reduce el uso de encofrados y apuntalamientos, lo que representa un ahorro de dinero y tiempo de ejecución en los proyectos. Se ha identificado que el uso de tecnologías de prefabricación tanto de hormigón armado como de hormigón pretensado, al controlar de mejor manera aspectos como por ejemplo el control de calidad y al ser un proceso industrial, da la posibilidad de llegar a establecer un mayor volumen de producción diaria, que disminuye en la planificación de los proyectos la incertidumbre respecto al tiempo de ejecución”.

Huamán. y Velásquez. (2020), realizo la investigación “Evaluación teórica del sistema de prelosas ante losas aligeradas convencionales”, en la universidad peruana unión, trabajo de investigación para obtener el grado académico de bachiller en Ingeniería Civil, determinan que: “El ahorro de material de encofrado y apuntalamiento de la prelosa aligerada según las fuentes comparadas es de 60% y 90% frente al sistema aligerado convencional y se apreció la disminución de material es por eso que la partida demandó menor tiempo de ejecución, también llegan a la conclusión de que el poliestireno se impone en un ahorro de 35% del costo frente al ladrillo de arcilla para techos analizado en el presente artículo,

también al comparar el rendimiento de la fuente Sistemas Prefabricados para losas Aligeradas (Vivas Contreras, Walter V.) se puede apreciar que estas presentan un mayor rendimiento por ende un menor costo de ejecución del proyecto. En conclusión, con los criterios evaluados, se evidencia que el uso de elementos prefabricados en la construcción de prelosas es convenientemente más económico que el uso de sistemas de losas aligeradas; no obstante, han sido pocas las investigaciones y estudios de esta área de la construcción, los resultados en cuanto a mejoramiento de diseños, calidad de las construcciones, cumplimiento de plazos y aportes a las sustentabilidad obtenidos en el presente artículo suponen un panorama positivo a la aplicación en la construcción con elementos prefabricados”.

2.2. Marco conceptual.

En la actualidad podemos encontrar varias alternativas de prefabricados para losas aligeradas entre ellas encontramos: losas aligeradas con el sistema de viguetas prefabricadas pretensadas y con el sistema de prelosas.

Para esta investigación se tomaron como referencia fuentes bibliográficas obtenidas de las empresas proveedoras, como también de investigaciones realizadas tanto nacionales como internacionales. Para las viguetas prefabricadas pretensadas, se tomaron la información de la empresa CONCREMAX, y para el caso de las prelosas, de la empresa PRELISTOS. Estas empresas cuentan con la certificación y normalización correspondiente.

2.2.1. SISTEMA DE LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PRETENSADAS

Según CONCREMAX, “El sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas, es un techo de concreto armado constituido por viguetas pretensadas que tienen forma de T invertida, en cuyas alas se apoyan las bovedillas, pudiendo ser de arcilla, concreto y poliestireno expandido. Fue diseñada para reducir los costos, optimizar los tiempos y calidad de la construcción. La geometría de las viguetas aporta mayor adherencia y anclaje mecánico con la losa vaciada in situ, garantizando así, que el sistema se comporte como un diafragma rígido ante las solicitaciones sísmicas. Se pueden lograr espesores de losa desde 17 cm hasta 30 cm, variando el espaciamiento de las viguetas y el acero pretensado, según se muestra en la Figura 4”.

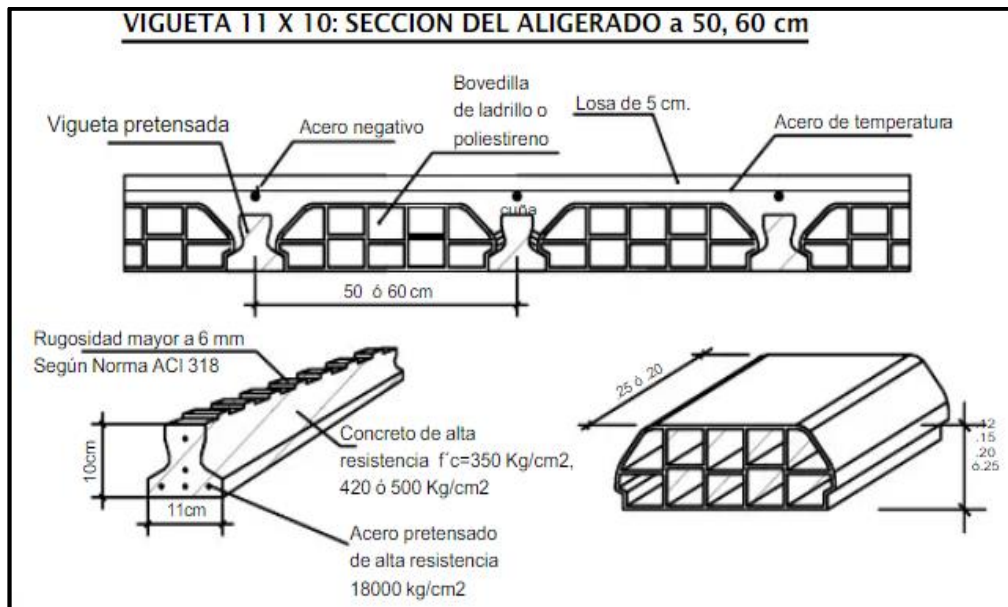


Figura 4. Detalle de losa con vigueta pretensada
Fuente: (Concremax)

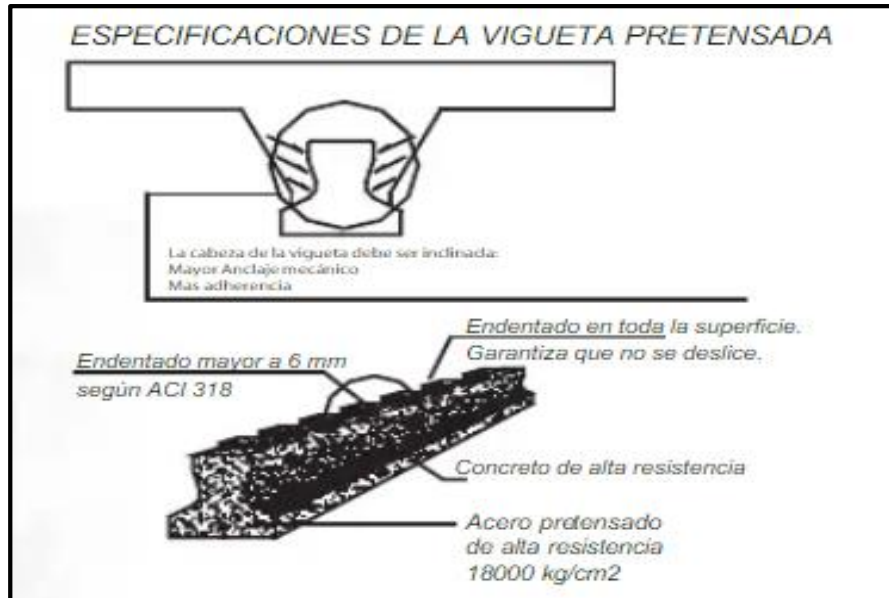


Figura 5. Detalle de anclaje de vigueta pretensada y losa in situ
Fuente: (Concremax)

Ventajas:

- **Ventajas Económicas.**

“En comparación con el sistema de losa convencional, resalta que se puede utilizar menos acero, lograr mayores luces con menor peralte de losa, minimizar el uso de madera para el encofrado, reducir la cantidad de concreto, y ahorrar la mitad de tiempo en la construcción de la losa”.

DESCRIPCIÓN	ALIGERADO CON VIGUETAS PRETENSADAS	ALIGERADO CONVENCIONAL	ALIGERADO DE CONCRETO MACIZA ARMADO	LOSA
*Paños más grandes con menos peralte	✓	X		X
*Menos cantidad de acero. Aprox. 60 % menos	✓	X	En menor porcentaje	X
*Se reduce el tiempo de encofrado, dado la inercia de la vigueta y la propiedad del pretensado.	✓	X	En menor porcentaje	-
*Debido al proceso de fabricación mediante una maquina vibrocompactador a y autopropulsada, se cuenta con una buena capacidad	✓	-	X	-
*Las cuadrillas pueden trabajar simultáneamente aumentando su rendimiento.	✓	-	✓	✓
*Se elimina el enablado, solo se utiliza tablas y puntales.	✓	X	✓	X
*Las viguetas son lo suficientemente resistentes como para soportar mejor la manipulación y no tener mayores desperdicios	✓	-	Menor resistencia	-

*Se reduce la cantidad de concreto x m2. Aproximadamente	✓	X	✓	X
*Ahorro de tiempo. Aproximadamente 50% de ahorro	✓	X	En menor porcentaje	✓

Tabla 1. Ventajas económicas
Fuente: (Concremax)

- **Ventajas Técnicas:**

“Dentro de las ventajas técnicas, podemos resaltar que cuentan con certificación del ministerio de vivienda y construcción, lo que garantiza su aplicación normalizada en nuestro país, siguiendo las recomendaciones técnicas del fabricante. Siguen procesos de calidad estrictos para garantizar el buen comportamiento estructural, la losa posee mayor capacidad de carga y resistencia al corte y logra disminuir considerablemente las deflexiones que causan las fisuras en la losa”.

DESCRIPCIÓN	ALIGERADO CON VIGUETAS PRETENSADOS	ALIGERADO CONVENCIONAL	PREFABRICADOS DE CONCRETO ARMADO	LOSA MACIZA
*Certificada por el Ministerio de Vivienda y Construcción con R.M. N°0952-2005-vivienda	✓	-	X	-
*Los materiales que componen la vigueta son de alta resistencia $f'c=350, 420, 500$ kg/cm ² y acero de $fpu=18900$ kg/cm ²	✓	X	X	-
*Se garantiza una vigueta de calidad, de ancho y recubrimientos correctos, eliminando problemas de oxidación, más aún por tratarse de un concreto muy denso (pretensado y de alta resistencia)	✓	X	En menor porcentaje	-
*La losa como sección compuesta tiene mayor cantidad de cargas, más resistencia al corte y menos acero negativo.	✓	X	X	X
* Se disminuyen deflexiones que causan fisuras en la propia losa y en los tabiques de ladrillo.	✓	X	X	X

Tabla 2. Ventajas económicas
Fuente: (Concremax)

Características:

- Rapidez:

- Proceso constructivo rápido y de fácil instalación.
- Reduce el tiempo de ejecución
- Mínimo personal requerido para su instalación

- Seguridad:

- Concreto pretensado de alta resistencia y durabilidad.
- Riguroso control de calidad durante su fabricación.

- Ahorro:

- Piezas despachadas a medida, evita desperdicio en obra
- Menor cantidad de acero y concreto por m² respecto a un sistema convencional vaciado in situ.
- Mínima merma y desperdicio en obra.

“No requiere armado de fondo de losa, solo soleras y puntales como elementos de apoyo”.

“Reduce la cantidad de material en la construcción de la losa, desde 5 hasta 12% por m², dependiendo del diseño: menor cantidad de acero y concreto por m²”

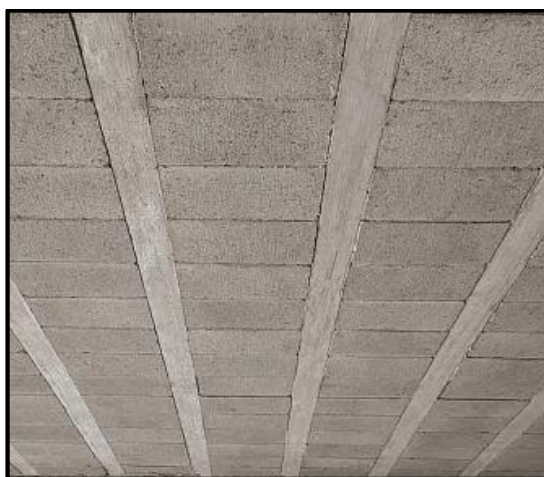


figura 6. Imagen después del desencofrado
(fuente propia 2021)

Proceso Constructivo de Losa Aligerada con Viguetas Pretensadas:

1.- Apilamiento: El material es descargado y colocado en hileras. Cada hilera está separada por tacos, distanciados a 1.50 o 2 m. según la cantidad de hileras: 9 o 7. Con ello se garantiza la horizontalidad de la vigueta, así como su facilidad para el acarreo.

2.- Apuntalamiento: No se requiere un fondo de encofrado, solo requiere puntales separados a 1.50 m y soleras cuya separación va desde 1.50 m hasta 2 m según la altura de la losa.

3.- Colocación de viguetas y bovedillas: La colocación es manual, comenzando por las viguetas, y utilizando las bovedillas como distanciadores.

4.- Limpieza y mojado: Luego de culminar el armado y previo al vaciado, se debe realizar la limpieza de la losa para eliminar cualquier material ajeno.

5.- Vaciado de concreto: El vaciado es similar que, en una losa convencional, permitiendo realizarse con concreto premezclado o preparado in situ, con o sin bomba.

6.- Retiro de puntales: Los puntales se retiran al llegar a una resistencia mínima de 140 Kg/cm², debiendo realizarse un reapuntalamiento según la longitud de las luces.

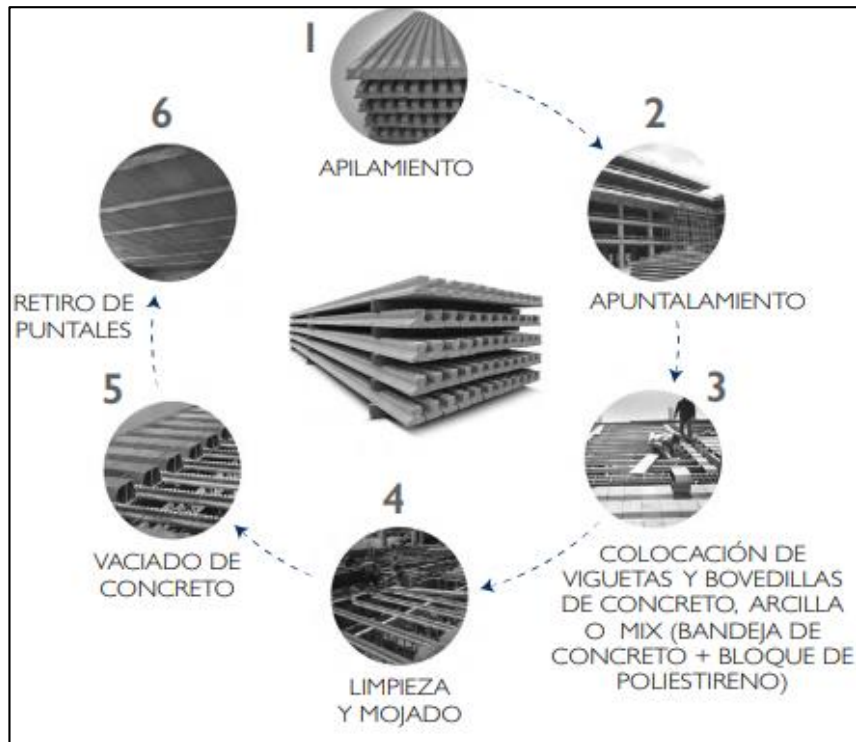


Figura 7. Proceso constructivo
Fuente: (Concremax)

“El proceso constructivo de losas aligeradas con viguetas pretensadas destaca frente al sistema convencional por su facilidad de transporte y almacenamiento en obra, debido a que es un producto prefabricado de peso liviano (17 kg/ml), este puede ser manipulado por los trabajadores y llevados al punto de instalación o almacenamiento de manera manual, así como también con el uso de maquinarias como poleas, winche o pluma. El apuntalamiento solo requiere de la colocación de soleras y puntales, ambas de 3” x 4”, espaciados a 1.50 m. como máximo, este paso previo es muy importante, y debe de hacerse antes de la colocación de la primera vigueta, pues éstas no trabajan por sí solas sino en conjunto con la losa de concreto como un diafragma rígido”.

2.2.2. SISTEMA DE LOSA ALIGERADA CON PRELOSAS:

Según PRELISTOS, son “Elemento prefabricado de concreto, de 4.5 cm de espesor y forma geométrica variable (según cada obra). Reforzado con acero concentrado en viguetas longitudinales cada 0.625 m y con poliestireno pegado en forma de bandas continuas entre las viguetas. Se utiliza en la construcción losas aligeradas simples de edificios”.

Componentes:

Huamán y Velásquez (2020), nos indica las siguientes componentes para el sistema de prelosas:

- a) Viga Tralicho: Elemento elaborado en fabrica conformado por 3 varillas corrugadas longitudinales unidas por 2 varillas lisas en forma de zigzag. Fabricada con varillas de acero laminado en frío, con una fluencia mínima de 5,000 kg/cm² y una resistencia a la ruptura no menor de 5,600 kg/cm². Se utiliza para la fabricación de elementos prefabricados como viguetas para techos aligerados y prelosas.
- b) Mallas electrosoldadas: Son mallas que están conformadas por barras lisas o corrugadas, laminadas en frío, que se cruzan en forma ortogonal y están soldadas en todas sus intersecciones.
- c) Concreto: El concreto a empleado en los prefabricados tiene una resistencia de $f_c = 300$ kg/cm², $f_c = 400$ kg/cm² o $f_c = 450$ kg/cm² según cálculo de utilización del área.

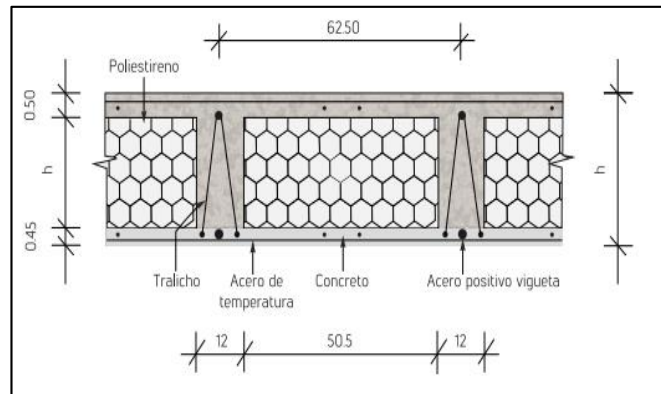


Figura 8. Componentes de una prelosa
Fuente: (ENTREPISOS)

Características:

Las prelosas tienen las siguientes características:(ficha técnica ENTREPISOS)

- No requiere armado de fondo de losa, solo soleras y puntales como elementos de apoyo.
- Descarga directa a la zona de vaciado evitando acarreo y reduciendo el almacenaje.
- Disminución de personal al no requerir la colocación de ladrillos.
- Reduce tiempos de ejecución de obras.
- No requiere trabajos de acabado (cielorraso).



Figura 9. Izaje de prelosa
Fuente: (ENTREPISOS)

Ventajas:

Entre las ventajas que nos proporciona el uso de este sistema podemos tener las siguientes: (ficha técnica ENTREPISOS)

- Mayor rapidez en el proceso constructivo y de fácil instalación.
- Reduce el tiempo de ejecución del proyecto.
- Genera ahorro en el proyecto al tratarse de piezas despachadas a medida y evitan desperdicios.
- Uso de menor cantidad de acero y concreto por m² respecto a un sistema convencional de vaciado in situ.

Tipos de Prelosas:

Huamán y Velásquez (2018). En el Perú entre las losas prefabricadas (prelosas) de mayor uso se tiene:

- a) **Prelosas Macizas:** las prelosas tienen un espesor de 5cm, al interior cuenta con una malla inferior del diseño de la losa maciza y un tralicho embebido a la prelosa que va soldada a la malla inferior. El concreto a vaciar sobre la prelosa es del espesor requerido total menos estos 5 cm.

Las prelosas macizas reúnen las ventajas de la construcción prefabricada (uniformidad, reducción de tiempos y costos) con las ventajas de la construcción convencional en el sentido de obtener estructuras monolíticas. Estructuralmente el techo terminado es equivalente al convencional.

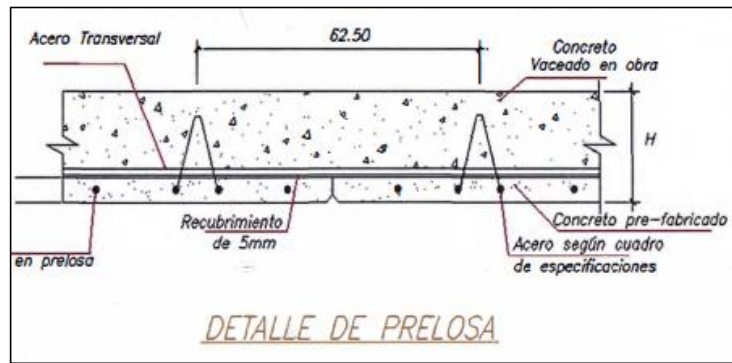


Figura 10. Detalle de una Prelosa Maciza
Fuente: (Huamán y Velásquez 2020)

b) **Prelosas Aligeradas:** Las prelosas aligeradas tienen un espesor de 4.5 cm, con un casetón de poliuretano que podría ser de 16 cm colocado sobre la superficie todavía fresca de la prelosa. El concreto a vaciar sobre la prelosa es del espesor requerido. La prelosa ligera puede fabricarse en uno o doble sentido dependiendo de la necesidad de la obra.

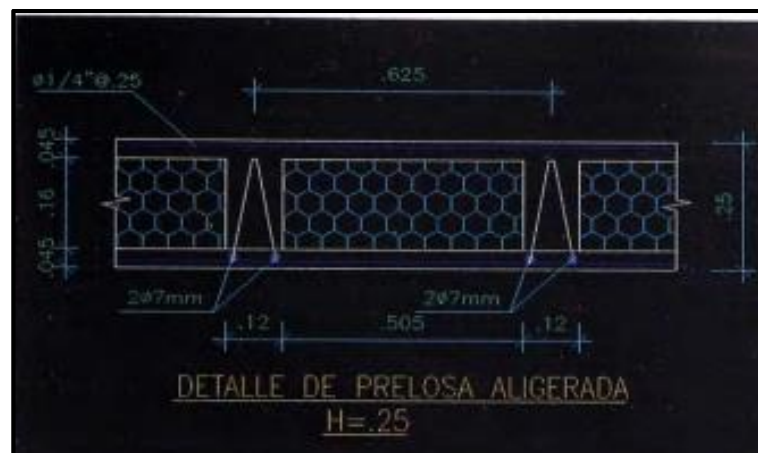


Figura 11. Detalle de una Prelosa Aligerada
Fuente: (Huamán y Velásquez 2020)

Dimensiones de las prelosas:

Asto. (2014) en su investigación nos dice “que las prelosas se fabrican con anchos máximos de 2.5 m, espesores que varían desde 4.5 cm a 7.5 cm, con recubrimientos del refuerzo que varían según requerimiento desde 2 cm a 4cm. Las prelosas son vaciadas en moldes estándares de acero

al cual se le adicionan accesorios para ajustar la longitud, formas irregulares”.

“Los bordes longitudinales se forman con un chaflán en la parte inferior, de tal modo que colocadas las prelosas una al costado de otra (a tope) se observe una junta bien acabada”.

“La prelosa ha sido diseñada, dibujada y fabricada a la medida. Cada prelosa está codificada y puede ser ubicada en los planos suministrados los cuales incluyen una tabla de especificaciones técnicas, en la cual se indica para cada prelosa: código, cantidad por planta, ancho, largo, área, peso, acero de refuerzo longitudinal y transversal y cantidad de viguetas que trae”.

Usos de las prelosas:

Asto. (2014). La aplicación de las prelosas se puede realizar en cubiertas y entrepisos, apoyadas en cualquier tipo de estructura (concreto, metálica y muro de carga). Tales como:

- Obra civil.
- Estacionamientos.
- Hoteles.
- Hospitales.
- Naves industriales.
- Colegios.
- Túneles.
- Construcción en general

Procedimientos Constructivos

a) Apuntalamiento de losa:

Se instala el encofrado metálico según indique los planos del proveedor, luego se coloca las soleras espaciadas 1.6m y se verifica que esté nivelado.

b) Traslado de prelosas:

Con apoyo de grúas y mediante vigas metálicas se izan las prelosas, las prelosas son elementos de 5 cm de espesor, por ello son considerados frágiles, se procede a cargarlos y trasladarlos a las zonas indicadas en el plano. Ubicada la prelosa en su posición final la cuadrilla quita los ganchos de los tralichos.

c) Habilitación de acero e instalaciones:

Teniendo colocada la prelosa en su posición final, se procede a colocar el acero negativo según indique el plano estructural considerando las instalaciones eléctricas, sanitarias y de gas.

d) Vaciado de losa:

Teniendo habilitado la losa se procede a vaciar la losa.

e) Desencofrado de losa:

Para el proceso de desencofrado se tendrá como plazo mínimo 8 días para fondos de losa.

Este elemento prefabricado principalmente trabaja como encofrado de losa, se apoya sobre un conjunto de puntales y en los extremos sobre los encofrados de las vigas. Tiene un espesor de 5 cm. con una serie de puntos de izaje y el acero embebido en el concreto por sí mismo. El principal aporte de este sistema es reducir los tiempos de ejecución de las actividades de encofrado de losa, colocación de acero e izaje del mismo, además de las

instalaciones eléctricas y sanitarias que tienen una superficie donde trabajar apenas se termina de instalar cada paño de las pre-losas. (Jose, 2012)

Las prelosas tienen cerca de 16 años desde su introducción en nuestro país, su principal proveedor es Entrepisos Lima S.A.C. que trabajan conjuntamente con UNICON.

2.3. Definición de términos

- **Vigüeta pretensada:** “Es un elemento constructivo fabricado a base de hormigón, que tienen forma de T invertida, en cuyas alas se apoyan las bovedillas” (Concremax).
- **Prelosas:** “Elemento prefabricado de concreto, de 4.5 cm de espesor y forma geométrica variable (según cada obra). Reforzado con acero concentrado en vigüetas longitudinales cada 0.625 m y con poliestireno pegado en forma de bandas continuas entre las vigüetas” (Prelistos).
- **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”. (MVCS, 2009, p. 15), en su norma técnica E.060.
- **Proceso Constructivo:** “Es un grupo de acciones determinadas para construir, con el objetivo de hacer eficiente la obra”.
- **Pretensado:** “Método en el cual el acero de preesforzado se tensa antes de la colocación del concreto”. (MVCS, 2009, p. 16), en su norma técnica E.060.

- **Puntales:** “Elementos de apoyo verticales o inclinados diseñados para soportar el peso del encofrado, del concreto y de las cargas de construcción sobre ellos”. (MVCS, 2009, p. 16), en su norma técnica E.060.
- **Plazo de ejecución:** “Es el periodo de tiempo desde la fecha de inicio contractual, hasta la fecha final contractual”.

2.4. Variables

2.4.1. Definición conceptual de la variable

- **Viguetas Pretensadas:** Las viguetas de hormigón pretensado son elementos de sección estándar, que tienen infinidad de usos dentro la construcción de edificios y de vialidad como, por ejemplo: Auditorios, centros comerciales, estacionamientos, depósitos, puentes, industrias, etc, o toda aquella construcción que necesite salvar grandes luces. Consigue minimizar los tiempos y tareas a realizar en obra. (Iza, 2015)
Es un elemento constructivo fabricado a base de hormigón, que tienen forma de T invertida, en cuyas alas se apoyan las bovedillas (Concremax).
- **Prelosas:** Es un elemento prefabricado (de hormigón armado de 5 cm de grosor mínimo) que trabaja como encofrado convencional de techo eliminando el uso de paneles de madera, colocándose de forma modulada sobre un sistema simple de apuntalamiento; que consiste en el uso de vigas H 20 y puntales telescópicos, y cuyos extremos descansan sobre los encofrados de las vigas del paño. Este elemento será la base y primera capa de la losa de techo integrándose en la misma

para su comportamiento estructural al final de su proceso constructivo.
(Calderon, 2020)

Elemento prefabricado de concreto, de 5 cm de espesor y forma geométrica variable (según cada obra). Reforzado con acero concentrado en viguetas longitudinales cada 0.625 m y con poliestireno pegado en forma de bandas continuas entre las viguetas (Prelistos).

2.4.2. Definición Operacional de la variable

- **Viguetas Pretensadas:** Determinar la cantidad de material (viguetas, bovedillas, encofrado, etc), que determinan el costo de edificación, como también verificar el proceso constructivo para determinar el tiempo de ejecución de cada partida.
- **Prelosas:** Determinar la cantidad de material (viguetas, bovedillas, encofrado, etc), que determinan el costo de edificación, como también verificar el proceso constructivo para determinar el tiempo de ejecución de cada partida.

2.4.3. Operacionalización de la variable

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VIGUETA PRETENSADA	“Es un elemento constructivo fabricado a base de hormigón, que tienen forma de T invertida, en cuyas alas se apoyan las bovedillas”.	Tiempo de ejecución	Tiempo de ejecución
		Calidad de acabado	Revestimiento
		Costos de la edificación.	Cantidad de encofrado
			Cantidad de viguetas
			Cantidad de bovedillas
			Cantidad de acero
Cantidad de concreto.			
PRELOSAS	“Elemento prefabricado de concreto, de 5 cm de espesor y forma geométrica variable (según cada obra). Reforzado con acero concentrado en viguetas longitudinales cada 0.625 m y con poliestireno pegado en forma de bandas continuas entre las viguetas”.	Tiempo de ejecución	Tiempo de ejecución
		Calidad de acabado	Revestimiento
		Costos de la edificación.	Cantidad de encofrado
			Cantidad de prelosas
			- Cantidad de acero
			Cantidad de concreto

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

“El método de la investigación fue el científico porque se describe como un conjunto de procesos sistemáticos y a su vez empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno, es dinámica, cambiante y evolutiva y está representada por tres formas: cuantitativa, cualitativa y mixta” (Hernández Sanpieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014)

3.2. Tipo de investigación

Enfoque Cuantitativo, porque usa la recolección de datos para probar la hipótesis en base a la medición de variables, para establecer una serie de conclusiones en relación a la hipótesis.

“El tipo de investigación fue aplicado por que busca evaluar, comparar, interpretar, establecer precedentes y determinar la causalidad y sus implicaciones incluyendo la tiene como justificación avances y productos tecnológicos y las investigaciones de las que se derivan acciones” (Hernández Sanpieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

3.3. Nivel de investigación

El nivel de la investigación fue: Descriptivo pues se describe las variables para luego analizar las diferencias.

“Tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población. El procedimiento consiste en ubicar en una o diversas variables a un grupo de personas u otros seres vivos, objetos, situaciones, contextos, fenómenos, comunidades, etc., y proporcionar su descripción. Son, por tanto, estudios puramente descriptivos y cuando establecen hipótesis, éstas son también descriptivas”. (Hernández Sanpieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014).

3.4. Diseño de la investigación

El diseño fue no experimental porque no se manipulan en forma intencional las variables, puesto que cada variable se trata individualmente tal y como se dan, no se vinculan variables.

La investigación no experimental “es la que se realiza sin manipular deliberadamente las variables” (Hernández Sanpieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014).

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población:

Con respecto a la población, Parra (2003) indica que: “las mediciones u observaciones del universo que se está estudiando, por esta razón pueden definirse varias poblaciones en una sola investigación, dependiendo de la cantidad de características a medir”. Por ello, en la investigación realizada la población está conformada, por una

edificación de 17 niveles, ubicada en el distrito de San Miguel – Lima, la cual fue denominado proyecto ÁVIDA, destinadas al uso de viviendas multifamiliares.

3.5.2. Muestra:

Por ser un edificio de pisos típicos y haber usado ambos sistemas, se ha tomado como muestra los niveles 1 y 3.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos:

Observación: Para (Caballero y Alejandro, 2014), “es un proceso cuya función primera e inmediata es recoger información sobre el objeto que se toma en consideración”. La recolección de datos será obtenida de la obra Ávida, las cuales comprenden procesos constructivos, visualización de planos, presupuestos y precios unitario. En la investigación cualitativa necesitamos estar entrenados para observar, que es diferente de ver (lo cual hacemos cotidianamente). Es una cuestión de grado. Y la “observación investigativa” no se limita al sentido de la vista, sino a todos los sentidos.

Documentos, registros, materiales y artefactos: Se usarán las fichas técnicas de los proveedores y planos.

Practico: Se realizarán trabajos de campo

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos:

Para (Cascante, 1989), “El uso de una ficha de observación puede ser útil no sólo para la recolección sistemática de datos, sino también para la valoración del seguimiento de cada unidad de correlación con el proyecto

curricular que las engloba, siempre con una actitud abierta a cualquier reelaboración del sistema planificado, según las necesidades acaecidas en la práctica, y el común acuerdo del grupo de trabajo”, por el instrumento de recolección de datos fue la ficha de recolección de datos.

3.7. Procesamiento de la Información

“El procesamiento de la información fue realizado en base a un análisis descriptivo - cuantitativo de tiempo de ejecución, costos de la edificación y calidad. Por lo que fue presentado mediante tablas y gráficos respectivos, las cuales fueron realizados en el programa Microsoft Excel, habiéndose seguido el siguiente proceso”:

- Determinación de las muestras.
- Medición de los indicadores del instrumento.
- Diseño del plan de investigación
- Recopilación de datos
- Procesamiento de datos
- Elaboración de la matriz de datos.

3.8. Técnicas y análisis de datos

En la presente investigación las técnicas y el análisis de los datos tuvieron un enfoque cuantitativo, para ello se realizaron un análisis de los datos obtenidos al comparar ambos sistemas y así se confirmó la viabilidad de acuerdo al resultado a fin de elegir el sistema con mayores ventajas técnicas y económicas.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. GENERALIDADES

El proyecto la cual fue tomado como muestra se encuentra ubicado en la Av. Costanera 2982 en el Distrito de San Miguel, esta obra fue denominada Residencial Ávida, cuenta con un área de 371.40 m²

4.1.1. Respecto al Proyecto.

El proyecto está destinado a viviendas multifamiliares, la cual cuenta con 5 departamentos por piso constituido por 1 sala comedor, 1 cocina lavandería, baños y dormitorios. Edificación de 17 pisos

4.2. EVALUACIÓN TÉCNICA POR TIEMPO DE EJECUCIÓN:

4.2.1. Sistema de losa aligerada con Vigüeta Pretensada

Dentro de todo el proceso constructivo que se tiene para la ejecución se han identificado etapas principales las cuales son: Armado de losa, Vaciado de concreto de losa y desencofrado de losa.

Por ello por la magnitud de la obra se procedió a sectorizar en 5 áreas, la cual comprende según la siguiente imagen:



Figura 12. Sectorización
Fuente: (propia 2021)

Armado de losa: 6 días

Esta actividad se ha realizado con la siguiente cuadrilla:

- Encofrado de losa (apuntalamiento): Está conformada por 2 carpinteros y 2 ayudantes cuya actividad consiste en colocación de soleras y puntales las cuales serán el soporte y base de nuestra losa.
- colocación de viguetas y bovedillas: Está conformada por 3 ayudantes y 1 operario, cuya actividad consiste en el montaje de viguetas y bovedillas.
- Colocación de acero: 1 fierros y 1 ayudantes, cuya actividad consiste en la colocación de acero negativo (bastones, refuerzos) y acero de temperatura.

Vaciado de la losa (1 día por sector)

En esta segunda etapa se realiza con una cuadrilla de 6 peones, 2 operarios y el maestro. En el caso del proyecto se ha utilizado concreto premezclado para la losa. Este día se realizaban correcciones antes del vaciado, el desperdicio que se tiene debido al encofrado es mínimo, ya que las viguetas en unión con las bovedillas forman un sello que retiene el concreto y no deja que pase al nivel inferior.

Desencofrado de la losa (1 día por sector)

Esta tercera etapa se realizó con una cuadrilla de 2 peones. Para comenzar con el desencofrado de la losa el concreto debe haber adquirido una resistencia de por lo menos 160kg/cm².

Edificaciones Inmobiliarias		LOOKAHEAD DE PRODUCCIÓN													
PROYECTO: AVIDA SEMANA: 17		UBICACION:		AV. COSTANERA 2982 - SAN MIGUEL											
		RESPONSABLE:		PILAR RIDER											
Actividades	Und	SEMANA 17							SEMANA 18						
		LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
		04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
ESTRUCTURA															
HORIZONTALES															
ENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS	m ²	351	352	353	354	355		451	452	453	454	551			
VIGUETAS PREFABRICADAS	m ²	351	352	353	354	355		451	452	453	454	551			
COLOCACION DE LADRILLO	und	351	352	353	354	355		355	452	453	454	551			
INSTALACIONES SANITARIAS Y ELECTRICAS	pto	254	351	352	353	354		355	451	452	453	454			
ACERO PARA LOSAS	kg	254	351	352	353	354		355	451	452	453	454			
CONCRETO PARA LOSAS	m ³	253	254	351	352	353		354	355	451	452	453			

Figura 13. Lookahead de producción
Fuente: (propia 2021)

4.2.2. Sistema de losa aligerada con Prelosas.

Al igual que el sistema anterior se ha considerado etapas principales las cuales son: Armado de losa, Vaciado de concreto de losa y Desencofrado de losa. Por ello por la magnitud de la obra se ha

procedido a sectorizar en 4 areas, la cual comprende según la siguiente imagen:



Figura 14. Sectorización Sistema Vigueta Pretensada
Fuente: (propia 2021)

Armado de losa: 5 días

Esta actividad se ha realizado con una cuadrilla de 2 parejas de carpinteros, 2 fierros y un maestro de obra. Esta etapa comienza con el encofrado de la losa para las prelosas, estas se van a colocar respetando el plano enviado según códigos.

Vaciado de la losa (1 día por sector)

En esta segunda etapa se realiza con una cuadrilla de 6 peones, 2 operarios y el maestro. En el caso del proyecto se ha utilizado concreto premezclado para la losa. Este día se realizaban correcciones antes del vaciado, el desperdicio que se tiene debido al encofrado es mínimo, ya que las prelosas forman un sello que retiene el concreto y no deja que pase al nivel inferior.

Desencofrado de la losa (1 día por sector)

Esta tercera etapa se realizó con una cuadrilla de 2 peones. Para comenzar con el desencofrado de la losa el concreto debe haber adquirido una resistencia de por lo menos 160kg/cm².

Edificaciones Inmobiliarias		LOOKAHEAD DE PRODUCCIÓN													
PROYECTO: OBRA AVIDA SEMANA: 17		UBICACION: AV. COSTANERA 2982 -SAN MIGUEL RESPONSABLE: PILAR RIDER													
		SEMANA 17							SEMANA 18						
Actividades	Und	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
		04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
ESTRUCTURA															
HORIZONTALES															
ENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS	m ²	351	352	353	354	451									
COLOCACION DE PRELOSA	m ²	351	352	353	354	451									
INSTALACIONES SANITARIAS Y ELECTRICAS	pto	254	351	352	353	354									
ACERO PARA LOSAS	kg	254	351	352	353	354									
CONCRETO PARA LOSAS	m ³	253	351	352	353	354									

Figura 15. Lookahead de producción - prelosas

Fuente: (propia 2021)

Según lo detallado en la siguiente tabla se puede mostrar los resultados obtenidos según la comparación de tiempo de ejecución entre los sistemas de losa aligerada con vigueta prefabricada pretensada y losa aligerada con prelosa:

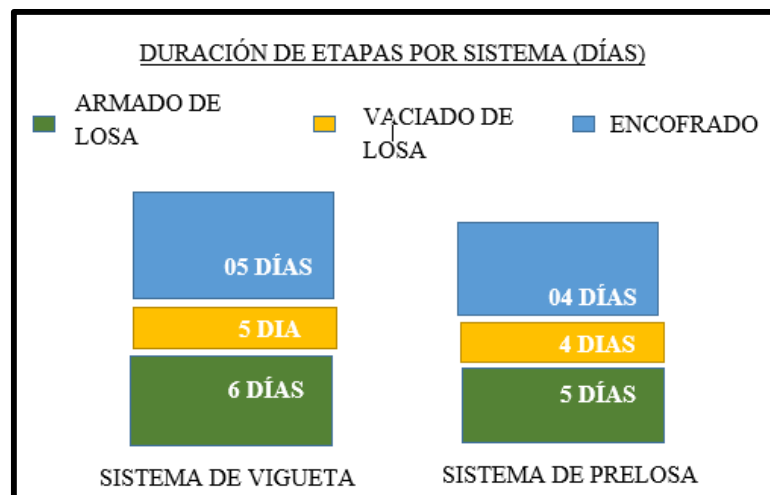


Figura 16. Duración de Etapas por sistema (Días)

Fuente: (propia 2021)

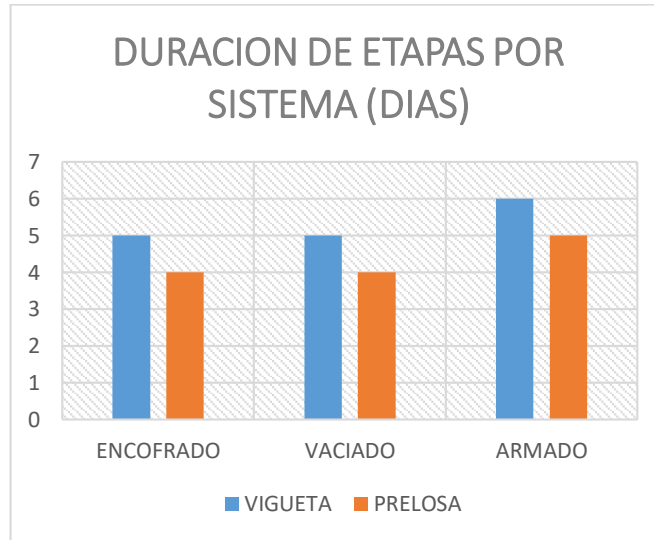


Figura 17. Duración de Etapas por sistema (Días)
Fuente: (propia 2021)

En la figura anterior se muestra que el sistema de prelosa representa el 81% del tiempo del sistema de vigueta pretensada. La diferencia en duraciones tiene mucho que ver con las actividades que han quedado suprimidas con los sistemas de losa con prelosa, ya que se eliminó la partida de colocación de ladrillos y viguetas, pues las prelosas es un prefabricado rápido de colocar.

4.3. EVALUACIÓN TÉCNICA POR CALIDAD DE ACABADO

4.3.1. Calidad de acabo en losas aligeradas con vigueta pretensada.

Mediante una fotografía real del proyecto ávida, se evidencia el resultado que ofrece el sistema de losa aligerada con viguetas pretensada en cuanto al acabado del fondo de losa luego del desencofrado. Se ha visto importante mencionar el acabado del fondo de losa ya que este representa un gasto adicional y si este se puede reducir o eliminar mediante el uso de un sistema lo volvería una opción muy llamativa para utiliza.

Como se sabe las viguetas y las bovedillas son fabricadas de manera industrial, garantizando muchos estándares de calidad que el mercado actual exige. En la imagen se muestra el fondo de losa luego del desencofrado en el proyecto que se está evaluando, la cual se puede apreciar que, a diferencia del sistema convencional, este sistema presenta un mínimo de imperfecciones que es invisible a primera vista aun así este sistema requiere de revestimiento (tarrajeo), para poder recibir la pintura.



Figura 18. Losa aligerada luego del desencofrado
Fuente: (propia 2021)

Además, debido a que este sistema elimina el uso de tablas para el encofrado y cuyo sistema de cerramiento entre vigueta y bovedillas es tan eficaz, se elimina casi al 100% los desperdicios de concreto que ensucian el nivel inferior y las columnas, esta limpieza también se refleja en el piso utilizado para el encofrado de la losa.

4.3.2. Calidad de acabado en losas aligeradas con Prelosas.

Mediante evidencias fotográficas del proyecto Ávida, se puede visualizar el resultado que ofrece el sistema de losa aligerada con prelosa

en cuanto al acabado del fondo de losa luego del desencofrado. Según lo mencionado en el anterior sistema se ha visto importante mencionar el acabado del fondo de losa ya que este representa un gasto adicional y si este se puede reducir o eliminar mediante el uso de un sistema lo volvería una opción muy llamativa para utilizar.

En la imagen se muestra el fondo de losa luego del desencofrado en el proyecto que se está evaluando, este sistema presenta un acabado liso y uniforme lo cual nos permite eliminar el tarrajeo de cielorraso y simplemente culminar el acabado con una pintura reduciéndose al 100% el costo de tarrajeo por acabado.

Además, así como el sistema anterior este sistema elimina el uso de tablas para el encofrado la cual elimina casi al 100% los desperdicios de concreto que ensucian el nivel inferior y las columnas, esta limpieza también se refleja en el piso utilizado para el encofrado de la losa.



Figura 19. Acabado de losa aligerada con prelosa
Fuente: (propia 2021)

En cuanto a esta comparación, se resume los resultados que se han obtenido según lo detallado en la siguiente tabla.



TIPO DE SISTEMA	FOTOGRAFÍA	COMENTARIO
VIGUETA PRETENSADA		El sistema de vigueta pretensada, resulta tener un acabado limpio en comparación al sistema convencional, pero requiere revestimiento para logra un acabado liso y listo para recibir la pintura
PRELOSAS		El sistema de prelosa, resulta tener un acabado liso, la cual no requiere de revestimiento.

Tabla 03: Comparación fotográfica del acabado de fondo de losa por sistema
Fuente: (Propia 2021)

Como se puede apreciar en la tabla anterior, de estos dos sistemas, el que mejor acabado presenta es el de prelosas, pues este sistema no requiere de revestimiento en comparación al otro sistema.

Cabe mencionar que tanto las viguetas como las bovedillas presentan un mínimo de imperfecciones a simple vista aun así este sistema requiere de revestimiento para tener un acabado uniforme y liso para recibir la pintura.

4.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para la evaluación económica que se desarrolla en este capítulo se realizó un análisis de precio unitario y un presupuesto para una planta típica de losa aligerada correspondiente al 3er piso de vivienda multifamiliar empleando los 2 sistemas de losa aligerada estudiados en esta investigación. La arquitectura del proyecto que se está evaluando se puede visualizar en la siguiente imagen.

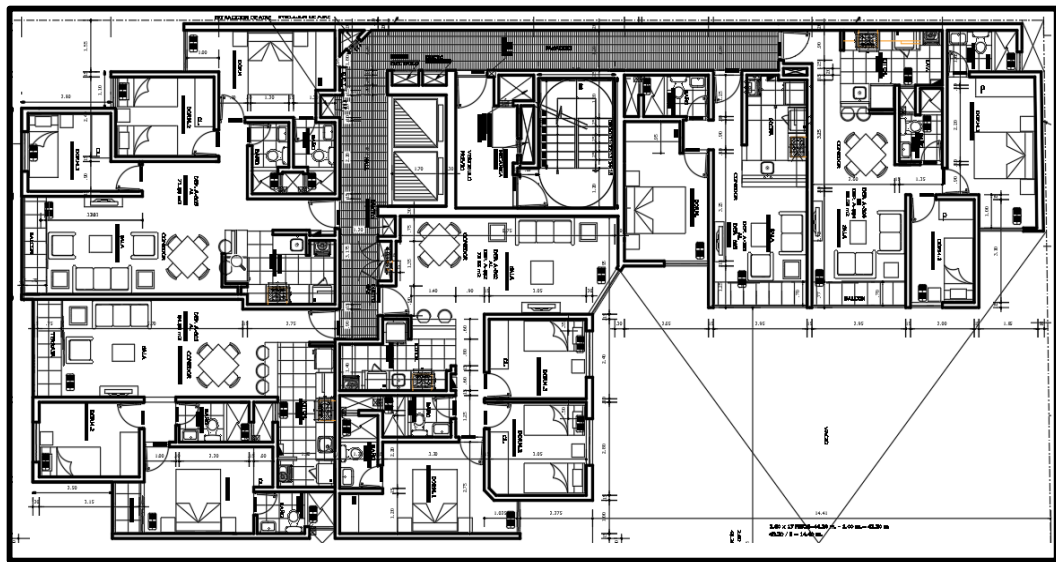


Figura 20. Plano de Arquitectura piso 3
Fuente: (propia 2021)

En la figura se puede observar una distribución típica, consta de 5 departamentos las cuales cuentan con 1, 2 y 3 dormitorios, 1 cocina, 1 sala comedor, 1 y 2 baños, lavandería y pasadizo. A partir de esta arquitectura se ha planteado una estructuración para el techo que se observa en la figura 21 y es la que se va a utilizar para los cálculos de materiales de este capítulo.

Al finalizar se obtendrán 2 presupuestos por cada sistema y un costo por metro cuadrado que servirá para hacer una comparación objetiva de los sistemas evaluados. Es importante aclarar que la alternativa con menor costo

no necesariamente será la más adecuada, se debe considerar la evaluación vista en el capítulo anterior antes de tomar una decisión.

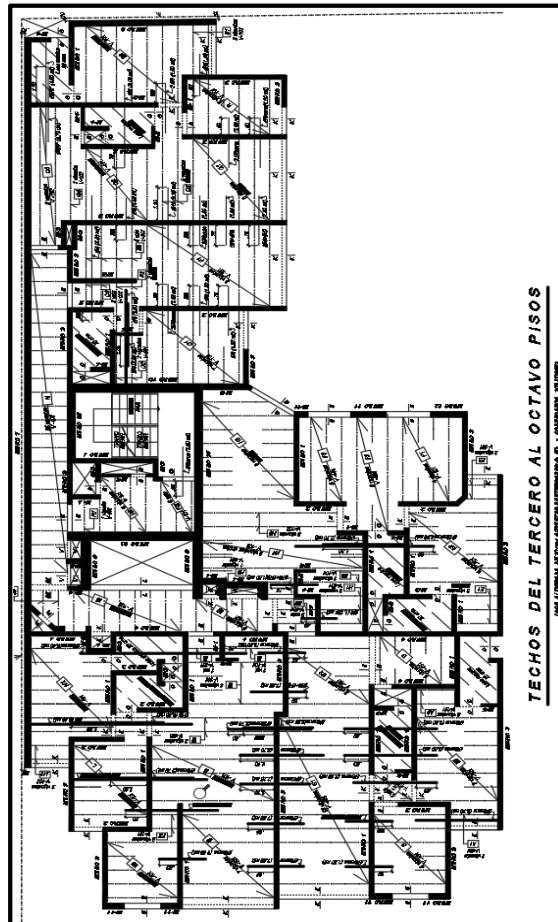


Figura 21. Plano de Estructura – Techo típico
Fuente: (propia 2021)

El presupuesto resultante de esta evaluación va a contemplar todos los costos que conlleva construir una losa aligerada. Se considerarán los costos de mano obra, materiales y equipos utilizados, además cualquier costo adicional va a ser indicado en el presupuesto final. Los pasos a seguir para llegar al presupuesto final de cada sistema es el siguiente:

- Metrado de materiales
- Elaboración de APU

- Elaboración de presupuesto

4.4.1. Evaluación económica de losa aligerada con vigueta prefabricada

metrado de materiales:

Consiste en calcular (cuantificar) las cantidades que se van a emplear durante la construcción de la losa.

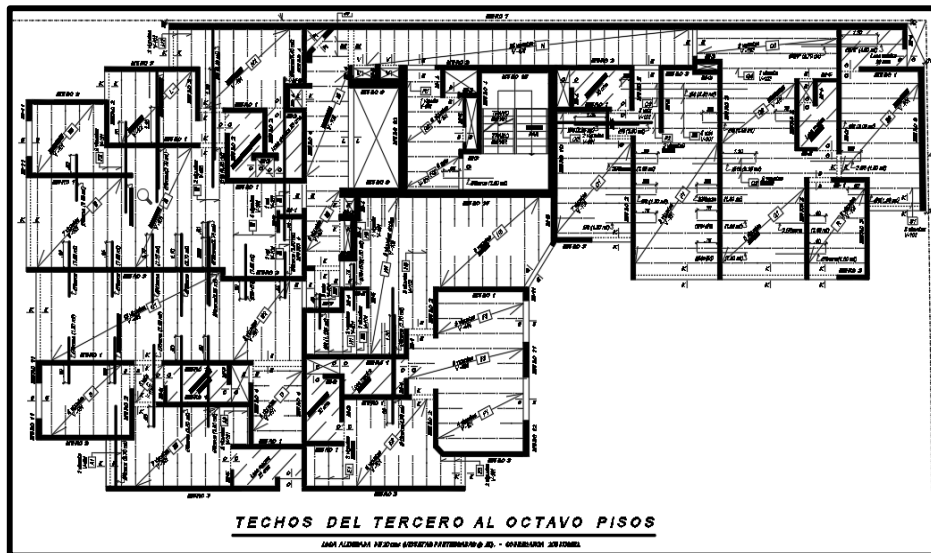


Figura 22. Plano de Estructura (Viguetas) – Techo típico
Fuente: (propia 2021)

- **Cálculo de cantidad de concreto:**

Descripción.			Concreto (m3)			
<i>Elemento</i>	<i>Ubic.</i>	<i>Num</i>	<i>Largo</i>	<i>Anch.</i>	<i>Altura</i>	<i>Sub total.</i>
PAÑO 1	PISO 3	1.00	ÁREA=	11.60	0.07	0.83
PAÑO 2	PISO 3	1.00	ÁREA=	6.20	0.07	0.44
PAÑO 3	PISO 3	1.00	ÁREA=	27.18	0.07	1.94
PAÑO 4	PISO 3	1.00	ÁREA=	20.63	0.07	1.47
PAÑO 5	PISO 3	1.00	ÁREA=	10.32	0.07	0.73
PAÑO 6	PISO 3	1.00	ÁREA=	14.52	0.07	1.03
PAÑO 7	PISO 3	1.00	ÁREA=	10.51	0.07	0.75
PAÑO 8	PISO 3	1.00	ÁREA=	1.50	0.07	0.11
PAÑO 9	PISO 3	1.00	ÁREA=	28.68	0.07	2.04
PAÑO 10	PISO 3	1.00	ÁREA=	18.35	0.07	1.31
PAÑO 11	PISO 3	1.00	ÁREA=	12.12	0.07	0.86
PAÑO 12	PISO 3	1.00	ÁREA=	10.28	0.07	0.73
PAÑO 13	PISO 3	1.00	ÁREA=	8.48	0.07	0.60
PAÑO 14	PISO 3	1.00	ÁREA=	6.83	0.07	0.49
PAÑO 15	PISO 3	1.00	ÁREA=	32.55	0.07	2.32
PAÑO 16	PISO 3	1.00	ÁREA=	28.21	0.07	2.01
PAÑO 17	PISO 3	1.00	ÁREA=	4.55	0.07	0.32
PAÑO 18	PISO 3	1.00	ÁREA=	7.40	0.07	0.53
PAÑO 19	PISO 3	1.00	ÁREA=	11.27	0.07	0.80
PAÑO 20	PISO 3	1.00	ÁREA=	7.06	1.07	7.56
<i>Sub total</i>						26.87
Desp.						1.34
<i>Sub total + Desperdicio</i>						28.21
TOTALES.			Total, Concreto (m3).			28.21

Tabla 4. Metrado de concreto - Sistema viguetas Pretensadas
Fuente: (propia 2021)

- **Cálculo de cantidad de encofrado:**

Descripción.			Encofrado (m2)			
Elemento	Ubic.	Num	Largo	Anch.	Altura	Sub total.
PAÑO 1	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	11.60	11.60
PAÑO 2	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	6.20	6.20
PAÑO 3	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	27.18	27.18
PAÑO 4	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	20.63	20.63
PAÑO 5	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	10.32	10.32
PAÑO 6	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	14.52	14.52
PAÑO 7	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	10.51	10.51
PAÑO 8	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	1.50	1.50
PAÑO 9	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	28.68	28.68
PAÑO 10	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	18.35	18.35
PAÑO 11	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	12.12	12.12
PAÑO 12	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	10.28	10.28
PAÑO 13	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	8.48	8.48
PAÑO 14	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	6.83	6.83
PAÑO 15	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	32.55	32.55
PAÑO 16	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	28.21	28.21
PAÑO 17	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	4.55	4.55
PAÑO 18	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	7.40	7.40
PAÑO 19	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	11.27	11.27
PAÑO 20	PISO 3	1.00	2.00	ÁREA=	7.06	14.12
FRISO		1.00	PERÍMETRO=	371.37	0.20	74.27
<i>Sub total</i>			<i>Sub total</i>			<i>359.57</i>
<i>Sub total + Desperdicio</i>						<i>359.57</i>
TOTALES.			Total Encofrado (m2).			359.57

Tabla 5. Metrado de encofrado - Sistema viguetas Pretensadas
Fuente: (propia 2021)

- **Cálculo de cantidad de bovedillas:**

Descripción.			Bovedilla (und)	
<i>Elemento</i>	<i>Ubic.</i>	<i>área</i>	<i>factor</i>	<i>Sub total.</i>
PAÑO 1	PISO 3	11.60	10.00	116.00
PAÑO 2	PISO 3	6.20	10.00	62.00
PAÑO 3	PISO 3	27.18	10.00	271.80
PAÑO 4	PISO 3	20.63	10.00	206.30
PAÑO 5	PISO 3	10.32	10.00	103.20
PAÑO 6	PISO 3	14.52	10.00	145.20
PAÑO 7	PISO 3	10.51	10.00	105.10
PAÑO 8	PISO 3	1.50	10.00	15.00
PAÑO 9	PISO 3	28.68	10.00	286.80
PAÑO 10	PISO 3	18.35	10.00	183.50
PAÑO 11	PISO 3	12.12	10.00	121.20
PAÑO 12	PISO 3	10.28	10.00	102.80
PAÑO 13	PISO 3	8.48	10.00	84.80
PAÑO 14	PISO 3	6.83	10.00	68.30
PAÑO 15	PISO 3	32.55	10.00	325.50
PAÑO 16	PISO 3	28.21	10.00	282.10
PAÑO 17	PISO 3	4.55	10.00	45.50
PAÑO 18	PISO 3	7.40	10.00	74.00
PAÑO 19	PISO 3	11.27	10.00	112.70
PAÑO 20	PISO 3	7.06	10.00	70.60
<i>Sub total</i>		<i>Sub total</i>		2,782.40
		<i>Sub total + Desperdicio</i>		2,782.40
TOTALES.		<i>Total, Encofrado (m2).</i>		2,782.40

Tabla 6. Metrado de bovedilla - Sistema viguetas Pretensadas
Fuente: (propia 2021)

- **Cálculo de cantidad de acero:**

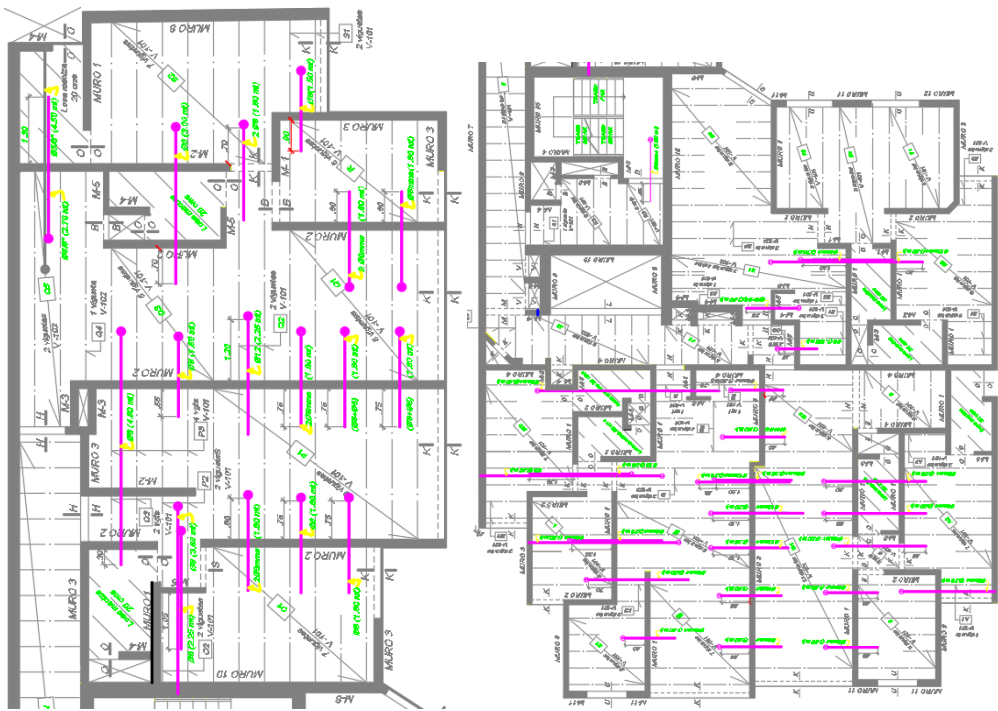


Figura 23. Plano distribución acero negativo- Sistema viguetas Pretensadas
Fuente: (propia 2021)

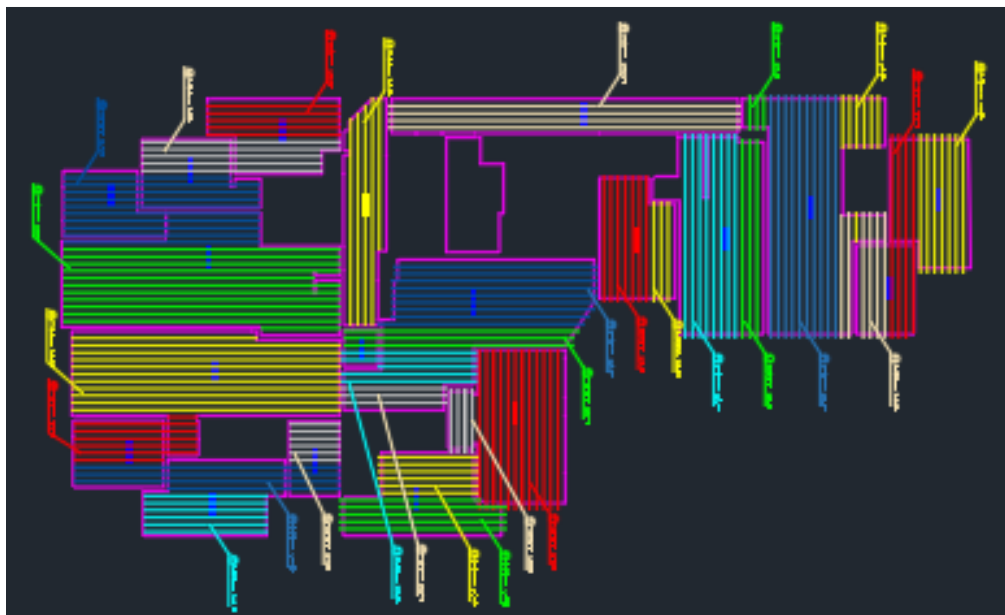


Figura 24. Distribución de acero de temperatura- Sistema viguetas Pretensadas
Fuente: (propia 2021)

Tipo	ITEM	Num	Cant.	Long.	Acero (ml.)											
					LADO	LADO	EMP.	Ø	6mm	8mm	3/8	12mm	5/8	3/4	1	
										-	-	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	01	1.00	4.00	3.00					8mm	-	12.00	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	02	1.00	6.00	1.80					8mm	-	10.80	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	03	1.00	2.00	1.50					8mm	-	3.00	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	04	1.00	3.00	4.50					5/8	-	-	-	-	13.50	-	-
REFUERZO SUPERIOR	05	1.00	3.00	2.70					5/8	-	-	-	-	8.10	-	-
REFUERZO SUPERIOR	06	1.00	8.00	1.80					8mm	-	14.40	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	07	1.00	2.00	1.80					8mm	-	3.60	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	08	1.00	2.00	4.50					8mm	-	9.00	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	09	1.00	2.00	1.50					8mm	-	3.00	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	10	1.00	3.00	2.25					12mm	-	-	-	6.75	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	11	1.00	4.00	1.80					6mm	7.20	-	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	12	1.00	2.00	1.80					6mm	3.60	-	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	12	1.00	2.00	1.80					8mm	-	3.60	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	13	1.00	1.00	1.50					6mm	1.50	-	-	-	-	-	-

REFUERZO SUPERIOR	13	1.00	2.00	1.50	8mm	-	3.00	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	14	1.00	2.00	3.60	8mm	-	7.20	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	15	1.00	2.00	2.25	8mm	-	4.50	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	16	1.00	6.00	1.80	6mm	10.80	-	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	17	1.00	2.00	1.80	8mm	-	3.60	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	18	1.00	2.00	1.80	8mm	-	3.60	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	19	1.00	3.00	1.80	8mm	-	-	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	20	1.00	4.00	2.70	8mm	-	10.80	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	21	1.00	3.00	4.50	12mm	-	-	-	13.50	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	22	1.00	1.00	1.50	6mm	1.50	-	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	22	1.00	1.00	1.50	8mm	-	1.50	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	23	1.00	2.00	1.13	8mm	-	2.25	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	24	1.00	1.00	5.40	8mm	-	5.40	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	25	1.00	2.00	3.00	12mm	-	-	-	6.00	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	26	1.00	2.00	5.40	8mm	-	10.80	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	27	1.00	3.00	2.70	8mm	-	8.10	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	28	1.00	3.00	4.50	8mm	-	13.50	-	-	-	-	-

REFUERZO SUPERIOR	29	1.00	2.00	3.00	8mm	-	6.00	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	30	1.00	5.00	1.50	8mm	-	7.50	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	31	1.00	4.00	1.80	8mm	-	7.20	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	32	1.00	3.00	1.80	8mm	-	5.40	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	33	1.00	3.00	2.25	12mm	-	-	-	6.75	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	34	1.00	2.00	2.70	12mm	-	-	-	5.40	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	35	1.00	2.00	2.70	12mm	-	-	-	5.40	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	36	1.00	2.00	2.25	6mm	4.50	-	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	37	1.00	3.00	1.80	6mm	5.40	-	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	37	1.00	3.00	1.80	8mm	-	5.40	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	38	1.00	2.00	1.50	8mm	-	3.00	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	39	1.00	2.00	3.00	8mm	-	6.00	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	40	1.00	2.00	3.00	8mm	-	6.00	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	41	1.00	3.00	3.00	8mm	-	9.00	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	42	1.00	3.00	1.50	8mm	-	4.50	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	43	1.00	3.00	1.50	8mm	-	4.50	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	44	1.00	1.00	2.70	8mm	-	2.70	-	-	-	-	-

TEMPERATURA	01	1.00	7.00	4.80	6mm	33.60	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	02	1.00	4.00	6.95	6mm	27.80	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	03	1.00	6.00	4.40	6mm	26.40	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	04	1.00	6.00	1.90	6mm	11.40	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	05	1.00	10.00	8.50	6mm	85.00	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	06	1.00	3.00	6.95	6mm	20.85	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	07	1.00	3.00	1.25	6mm	3.75	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	08	1.00	4.00	12.30	6mm	49.20	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	09	1.00	8.00	7.10	6mm	56.80	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	10	1.00	3.00	3.55	6mm	10.65	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	11	1.00	7.00	4.45	6mm	31.15	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	12	1.00	9.00	7.10	6mm	63.90	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	13	1.00	3.00	8.25	6mm	24.75	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	14	1.00	12.00	5.55	6mm	66.60	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	15	1.00	4.00	2.20	6mm	8.80	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	16	1.00	4.00	5.82	6mm	23.28	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	17	1.00	6.00	3.40	6mm	20.40	-	-	-	-	-	-

TEMPERATURA	18	1.00	3.00	3.70			6mm	11.10	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	19	1.00	5.00	4.75			6mm	23.75	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	20	1.00	5.00	7.90			6mm	39.50	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	21	1.00	5.00	4.90			6mm	24.50	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	22	1.00	5.00	6.00			6mm	30.00	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	23	1.00	10.00	7.10			6mm	71.00	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	24	1.00	11.00	9.90			6mm	108.90	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	25	1.00	11.00	9.60			6mm	105.60	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	26	1.00	6.00	4.63			6mm	27.78	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	27	1.00	6.00	4.55			6mm	27.30	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	28	1.00	4.00	9.55			6mm	38.20	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	29	1.00	6.00	1.95			6mm	11.70	-	-	-	-	-	-
HORIZONTAL	-	1.00	4.00	1.40	0.40	0.40	12mm	-	-	-	8.80	-	-	-
ESTRIBO	-	1.00	5.00	0.50			6mm	2.50	-	-	-	-	-	-
HORIZONTAL	-	1.00	4.00	0.93	0.40	0.40	12mm	-	-	-	6.92	-	-	-
ESTRIBO	-	1.00	4.00	0.50			6mm	2.00	-	-	-	-	-	-
HORIZONTAL	-	1.00	4.00	2.50	0.40	0.40	12mm	-	-	-	13.20	-	-	-

ESTRIBO	-	1.00	9.00	0.50		6mm	4.50	-	-	-	-	-	-
HORIZONTAL	-	1.00	4.00	3.45	0.40	0.40	12mm	-	-	-	17.00	-	-
ESTRIBO	-	1.00	12.00	0.50			6mm	6.00	-	-	-	-	-
HORIZONTAL	-	1.00	4.00	1.40	0.40	0.40	12mm	-	-	-	8.80	-	-
ESTRIBO	-	1.00	5.00	0.50			6mm	2.50	-	-	-	-	-
HORIZONTAL	-	1.00	4.00	0.80	0.40	0.40	12mm	-	-	-	6.40	-	-
ESTRIBO	-	1.00	3.00	0.50			6mm	1.50	-	-	-	-	-
HORIZONTAL	-	1.00	4.00	1.20	0.40	0.40	12mm	-	-	-	8.00	-	-
ESTRIBO	-	1.00	4.00	0.50			6mm	2.00	-	-	-	-	-
								-	-	-	-	-	-
								-	-	-	-	-	-
TOTAL, METROS LINEALES DE ACERO							1,139.16	200.85	-	112.92	21.60	-	-
<i>Peso por ml.</i>							0.207	0.371	0.526	0.934	1.459	2.101	3.735
CANTIDAD DE ACERO SEGÚN DIAMETRO							235.81	74.52	-	105.47	31.51	-	-
Total Acero (Kg).							447.30				15.85		Kg/m3
													.

Tabla 7. Metrado de acero - Sistema viguetas Pretensadas
Fuente: (propia 2021)

Resumen de Metrados:

METRADO DE CASCO 4TA ETAPA (ADMINISTRACION CONTROLADA) - ÁVIDA		
DESCRIPCION	Und.	CANT
ESTRUCTURAS		
CONCRETO ARMADO		
LOSA ALIGERADA (3er piso)		
CONCRETO PREMEZ. F'c=210 Kg/cm ² C/BOMBA PARA LOSAS ALIGERADAS	m3	28.21
ENCOF. Y DEENCOF. DE LOSAS ALIGERADAS C/VIG. PREFAB.	m2	359.57
VIGUETAS PREFABRICADAS E=0.20 M (INC. LADRILLO DE TECHO MATERIAL)	m2	359.57
COLOCACIÓN DE LADRILLO DE TECHO VIG. PREF.	und	2,782.40
ACERO CORRUGADO CONVENCIONAL fy=4200 kg/cm ²	kg	447.30
ARQUITECTURA		
CIELORRASOS		
CIELORRASO	m2	309.76

Figura 25. Resumen de Metrados - Sistema viguetas Pretensadas
Fuente: (propia 2021)

Elaboración de análisis de precios unitarios:

En esta etapa se ha realizado el análisis de precio unitario de cada partida donde se considera mano de obra, materiales y equipos utilizados durante la ejecución de cada partida.

- APU concreto premezclado:

02.03.09.001 CONCRETO PREMEZ. Fc=210 Kg/cm ² C/BOMBA PARA LOSAS ALIGERADAS					U.M. : m3
1 - MANO DE OBRA					Rendimiento : 80.000
AYUDANTE	hh	6.00	0.6000	16.1500	9.69
CURADO LOSAS	m8	0.00	1.0000	0.6400	0.64
OFICIAL	hh	1.00	0.1000	18.2600	1.83
OPERARIO	hh	2.00	0.2000	23.1400	4.63
1 - MANO DE OBRA					16.79
2- MATERIALES					
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 Kg/cm ² , Slump 4"-6", Huso 57	m3		1.0700	227.00	242.89
ADITIVO CURADOR DE CONCRETO PERMEMBRANA	gal		0.0620	7.60	0.47
2- MATERIALES					243.36
3 - EQUIPOS					Rendimiento : 80.000
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	0.00	0.0300	16.7900	0.50
VIBRADOR DE CONCRETO 2"	hm	1.00	0.1000	7.5000	0.75
3 - EQUIPOS					1.25

Figura 26. APU Concreto - Sistema viguetas Pretensadas
Fuente: (propia 2021)

- **APU encofrado y desencofrado**

02.03.09.002 ENCOF. Y DESENCOF. DE LOSAS ALIGERADAS CMIG. PREFAB.					U.M. : m2
1 - MANO DE OBRA					Rendimiento : 30.000
AYUDANTE	hh	1.00	0.2667	16.1500	4.31
DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA	m2	0.00	1.0000	1.0700	1.07
OPERARIO	hh	1.00	0.2667	23.1400	6.17
1 - MANO DE OBRA					11.55

2 - MATERIALES					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	11.5500	0.35
CLAVOS PIMADERA C/CABEZA	kg		0.0550	3.1500	0.17
MADERA TORNILLO NACIONAL	p2		0.9750	3.2000	3.12
PETROLEO DIESEL	gal		0.0400	8.4000	0.34
PUNTALES METALICOS (LOSA ALIGERADA)	und		1.2000	1.4000	1.68
2 - MATERIALES					5.68

3 - EQUIPOS					Rendimiento : 30.000
CLAVOS PIMADERA C/CABEZA	kg	0.00	0.0550	3.1500	0.17
DESMOLDEADOR	gal	0.00	0.0500	8.4000	0.42
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	0.00	0.0300	11.3100	0.34
MADERA TORNILLO NACIONAL	p2	0.00	0.9750	3.2000	3.12
PULVERIZADOR MANUAL TIPO BOTELLA	und	0.00	0.0006	272.0000	0.16
PUNTALES METALICOS (LOSA ALIGERADA)	und	0.00	1.2000	1.4000	1.68
3 - EQUIPOS					5.89

Figura 27. APU Encofrado - Sistema viguetas Pretensadas

Fuente: (propia 2021)

- **APU de vigueta prefabricada**

02.03.09.003 VIGUETAS PREFABRICADAS E=0.20 M (INC. LADRILLO DE TECHO MATERIAL)					U.M. : m2
1 - MANO DE OBRA					Rendimiento : 100.00
AYUDANTE	hh	3.00	0.2400	16.1500	3.88
OPERARIO	hh	1.00	0.0800	23.1400	1.65
1 - MANO DE OBRA					5.73

2 - MATERIALES					
SISTEMA DE VIGUETAS PREFABRICADAS	m2		1.0000	43.0000	43.00
2 - MATERIALES					43.00

3 - EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	0.00	0.0300	5.7272	0.17
3 - EQUIPOS					0.14

Figura 28. APU colocación Viguetas - Sistema viguetas Pretensadas

Fuente: (propia 2021)

- **APU colocación de ladrillo**

02.03.09.004 COLOCACIÓN DE LADRILLO DE TECHO VIG. PREF.						U.M : und
1 - MANO DE OBRA						Rendimiento: 1,000.0000
AYUDANTE	hh	3.00	0.0240	16.1500	0.39	
OPERARIO	hh	1.00	0.0080	23.1400	0.19	
						1 - MANO DE OBRA <input type="text" value="0.57"/>

3 - EQUIPOS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	0.00	0.0300	0.5727	0.02	
						3 - EQUIPOS <input type="text" value="0.01"/>

Figura 29. APU colocación de ladrillo - Sistema viguetas Pretensadas
Fuente: (propia 2021)

- **APU colocación de acero**

02.03.09.006 ACERO CORRUGADO CONVENCIONAL FY=4200 KG/CM2						U.M : kg
1 - MANO DE OBRA						Rendimiento: 280.00
OFICIAL	hh	1.00	0.0308	17.7000	0.55	
OPERARIO	hh	1.00	0.0308	23.0000	0.69	
						1 - MANO DE OBRA <input type="text" value="1.24"/>

12 - MATERIAL						
ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2	Kg		1.0800	4.5	4.86	
						2 - MATERIAL <input type="text" value="4.86"/>

3 - EQUIPOS						Rendimiento: 280.00
ALAMBRE NEGRO # 16	kg	0.00	0.0900	3.1500	0.28	
CIZALLA PARA FIERRO 3/4"	hh	0.25	0.0077	3.4100	0.03	
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	0.00	0.0300	4.8600	0.15	
						3 - EQUIPOS <input type="text" value="0.46"/>

Figura 30. APU colocación de Acero - Sistema viguetas Pretensadas
Fuente: (propia 2021)

Elaboración de presupuesto:

METRADO DE CASCO 4TA ETAPA (ADMINISTRACION CONTROLADA) - ÁVIDA				
DESCRIPCION	Und.	CANT	PU MO, MAT Y EQ	PARCIAL
ESTRUCTURAS				
CONCRETO ARMADO				
LOSA ALIGERADA (3er piso)				S/37,806.47
CONCRETO PREMEZ. F _{cc} =210 Kg/cm ² C/BOMBA PARA LOSAS ALIGERADAS	m3	28.21	S/261.40	S/7,375.28
ENCDF. Y DESENCDF. DE LOSAS ALIGERADAS C/MIG. PREFAB.	m2	359.57	S/23.09	S/8,304.14
VIGUETAS PREFABRICADAS E=0.20 M (INC. LADRILLO DE TECHO MATERIAL)	m2	359.57	S/48.87	S/17,571.37
COLOCACIÓN DE LADRILLO DE TECHO VIG. PREF.	und	2,782.40	S/0.58	S/1,621.36
ACERO CORRUGADO CONVENCIONAL f _y =4200 kg/cm ²	kg	447.30	S/6.56	S/2,934.31
ARQUITECTURA				S/9,292.80
CIELORRASOS				
CIELORRASO	m2	309.76	S/30.00	S/9,292.80
COSTO DIRECTO				S/47,099.27
IGV	18%			S/8,477.87
TOTAL A PAGAR				S/55,577.13

Figura 31. Presupuesto Sistema Vigueta Pretensada
Fuente: (propia 2021)

4.4.2. Evaluación Económica de Losas Aligeradas con Prelosas

Metrado de materiales:

Consiste en calcular (cuantificar) las cantidades que se van a emplear durante la construcción de la losa según los planos.

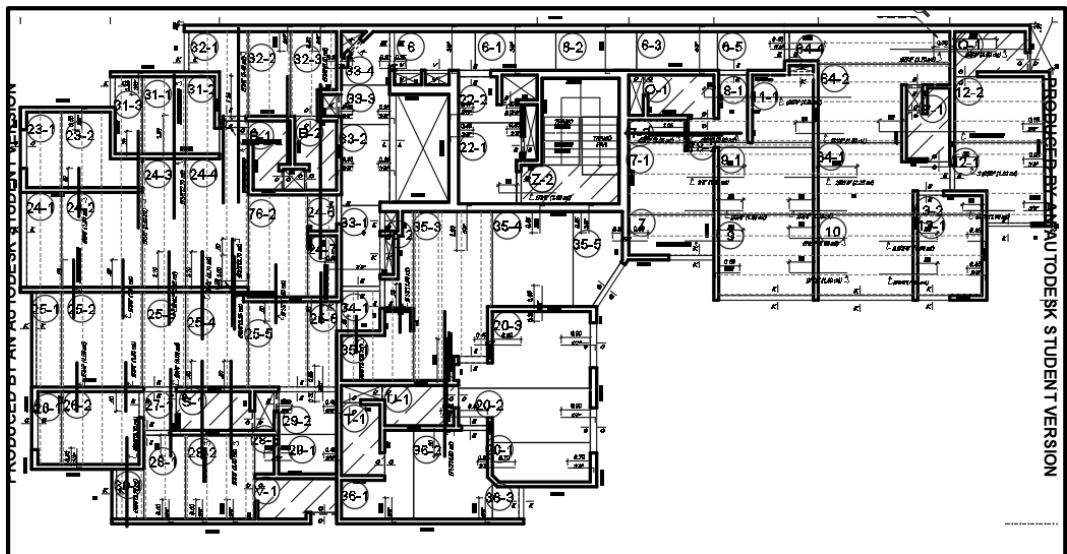


Figura 32. Plano de Estructuras (Prelosas) – Techo Típico
Fuente: (propia 2021)

- **Cálculo de cantidad de concreto:**

Descripción.			Concreto (m3)			
<i>Elemento</i>	<i>Ubic.</i>	<i>Num</i>	<i>Largo</i>	<i>Anch.</i>	<i>Altura</i>	<i>Sub total.</i>
PAÑO 1	PISO 3	1.00	ÁREA=	11.60	0.07	0.83
PAÑO 2	PISO 3	1.00	ÁREA=	6.20	0.07	0.44
PAÑO 3	PISO 3	1.00	ÁREA=	27.18	0.07	1.94
PAÑO 4	PISO 3	1.00	ÁREA=	20.63	0.07	1.47
PAÑO 5	PISO 3	1.00	ÁREA=	10.32	0.07	0.73
PAÑO 6	PISO 3	1.00	ÁREA=	14.52	0.07	1.03
PAÑO 7	PISO 3	1.00	ÁREA=	10.51	0.07	0.75
PAÑO 8	PISO 3	1.00	ÁREA=	1.50	0.07	0.11
PAÑO 9	PISO 3	1.00	ÁREA=	28.68	0.07	2.04
PAÑO 10	PISO 3	1.00	ÁREA=	18.35	0.07	1.31
PAÑO 11	PISO 3	1.00	ÁREA=	12.12	0.07	0.86
PAÑO 12	PISO 3	1.00	ÁREA=	10.28	0.07	0.73
PAÑO 13	PISO 3	1.00	ÁREA=	8.48	0.07	0.60
PAÑO 14	PISO 3	1.00	ÁREA=	6.83	0.07	0.49
PAÑO 15	PISO 3	1.00	ÁREA=	32.55	0.07	2.32
PAÑO 16	PISO 3	1.00	ÁREA=	28.21	0.07	2.01
PAÑO 17	PISO 3	1.00	ÁREA=	4.55	0.07	0.32
PAÑO 18	PISO 3	1.00	ÁREA=	7.40	0.07	0.53
PAÑO 19	PISO 3	1.00	ÁREA=	11.27	0.07	0.80
PAÑO 20	PISO 3	1.00	ÁREA=	7.06	1.07	7.56
<i>Sub total</i>						26.87
Desp.						1.34
<i>Sub total + Desperdicio</i>						28.21
TOTALES.			Total, Concreto (m3).			28.21

Tabla 8. Metrado de concreto - Sistema Prelosas
Fuente: (propia 2021)

- **Metrado de encofrado:**

Descripción.			Encofrado (m2)			
<i>Elemento</i>	<i>Ubic.</i>	<i>Num</i>	<i>Largo</i>	<i>Anch.</i>	<i>Altura</i>	<i>Sub total.</i>
PAÑO 1	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	11.60	11.60
PAÑO 2	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	6.20	6.20
PAÑO 3	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	27.18	27.18
PAÑO 4	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	20.63	20.63
PAÑO 5	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	10.32	10.32
PAÑO 6	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	14.52	14.52
PAÑO 7	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	10.51	10.51
PAÑO 8	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	1.50	1.50
PAÑO 9	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	28.68	28.68
PAÑO 10	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	18.35	18.35
PAÑO 11	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	12.12	12.12
PAÑO 12	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	10.28	10.28
PAÑO 13	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	8.48	8.48
PAÑO 14	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	6.83	6.83
PAÑO 15	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	32.55	32.55
PAÑO 16	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	28.21	28.21
PAÑO 17	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	4.55	4.55
PAÑO 18	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	7.40	7.40
PAÑO 19	PISO 3	1.00	1.00	ÁREA=	11.27	11.27
PAÑO 20	PISO 3	1.00	2.00	ÁREA=	7.06	14.12
FRISO		1.00	PERÍMETRO=	371.37	0.20	74.27
<i>Sub total</i>			<i>Sub total</i>			359.57
<i>Sub total + Desperdicio</i>						359.57
TOTALES.			Total Encofrado (m2).			359.57

Tabla 9. Metrado de encofrado en prelosas - Sistema Prelosas
Fuente: (propia 2021)

- **Metrado de acero:**

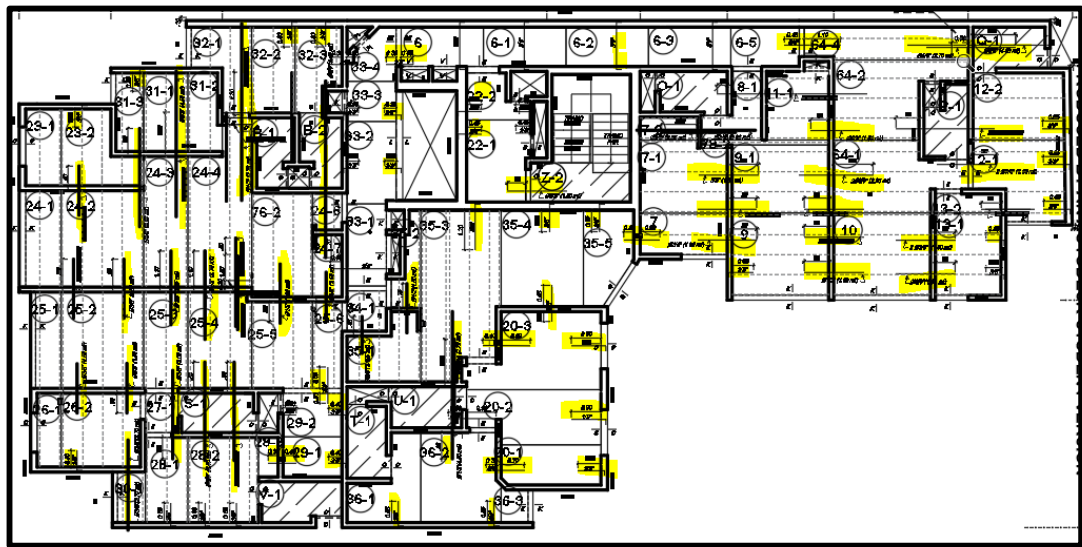


Figura 33. Plano Distribución de acero Negativo - Sistema Prelosas
Fuente: (propia 2021)

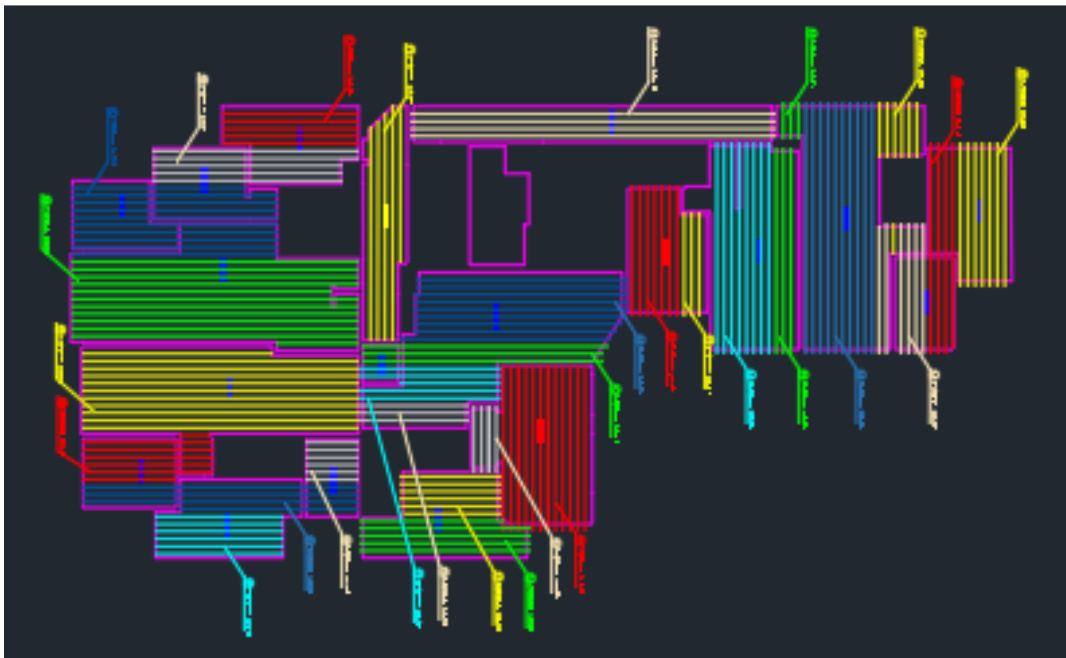


Figura 34. Distribución de acero de Temperatura - Sistema Prelosas
Fuente: (propia 2021)

Tipo	ITEM	Num	Cant.	Long.	Acero (ml.)										
					LADO	LADO	Ø	6mm	8mm	3/8	1/2	5/8	3/4	1	
									-	-	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	01	1.00	4.00	3.00			3/8	-	-	12.00	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	02	1.00	4.00	1.80			3/8	-	-	7.20	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	03	1.00	1.00	1.50			3/8	-	-	1.50	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	bastón	1.00	9.00	0.96			3/8	-	-	8.64	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	04	1.00	3.00	4.50			5/8	-	-	-	-	13.50	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	05	1.00	3.00	2.70			5/8	-	-	-	-	8.10	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	06	1.00	8.00	1.80			3/8	-	-	14.40	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	07	1.00	2.00	1.80			3/8	-	-	3.60	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	08	1.00	2.00	4.50			3/8	-	-	9.00	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	09	1.00	3.00	1.50			3/8	-	-	4.50	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	10	1.00	2.00	2.25			3/8	-	-	4.50	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	11	1.00	2.00	1.80			3/8	-	-	3.60	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	12	1.00	2.00	1.80			1/2	-	-	-	3.60	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	bastón	1.00	1.00	1.70			5/8	-	-	-	-	1.70	-	-	-

REFUERZO SUPERIOR	13	1.00	1.00	1.50	1/2	-	-	-	1.50	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	bastón	1.00	2.00	0.90	3/8	-	-	1.80	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	14	1.00	3.00	3.60	3/8	-	-	10.80	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	15	1.00	3.00	2.25	3/8	-	-	6.75	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	16	1.00	2.00	1.80	3/8	-	-	3.60	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	17	1.00	3.00	1.80	3/8	-	-	5.40	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	18	1.00	1.00	1.80	3/8	-	-	1.80	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	bastón	1.00	3.00	1.10	3/8	-	-	3.30	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	19	1.00	2.00	1.80	3/8	-	-	3.60	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	20	1.00	4.00	2.70	8mm	-	10.80	-	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	21	1.00	4.00	4.50	1/2	-	-	-	18.00	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR		1.00	7.00	1.00	3/8	-	-	7.00	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR		1.00	5.00	1.50	5/8	-	-	-	-	7.50	-	-
REFUERZO SUPERIOR		1.00	5.00	1.10	3/8	-	-	5.50	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR		1.00	7.00	1.20	1/2	-	-	-	8.40	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR		1.00	2.00	0.95	3/8	-	-	1.90	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR		1.00	2.00	1.15	3/8	-	-	2.30	-	-	-	-

REFUERZO SUPERIOR		1.00	2.00	1.45	1/2	-	-	-	2.90	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR		1.00	2.00	1.40	1/2	-	-	-	2.80	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR		1.00	9.00	0.90	3/8	-	-	8.10	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	22	1.00	1.00	1.50	1/2	-	-	-	1.50	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	23	1.00	2.00	1.13	3/8	-	-	2.25	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	24	1.00	1.00	5.40	3/8	-	-	5.40	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	25	1.00	3.00	2.70	1/2	-	-	-	8.10	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	26	1.00	3.00	5.40	3/8	-	-	16.20	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	27	1.00	3.00	4.50	3/8	-	-	13.50	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	29	1.00	4.00	3.00	3/8	-	-	12.00	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	30	1.00	4.00	1.50	3/8	-	-	6.00	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	31	1.00	4.00	1.80	3/8	-	-	7.20	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	32	1.00	2.00	1.50	3/8	-	-	3.00	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	33	1.00	3.00	2.25	1/2	-	-	-	6.75	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	34	1.00	3.00	2.70	1/2	-	-	-	8.10	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	35	1.00	3.00	2.70	1/2	-	-	-	8.10	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	36	1.00	3.00	2.25	3/8	-	-	6.75	-	-	-	-

REFUERZO SUPERIOR	37	1.00	2.00	1.80	1/2	-	-	-	3.60	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	38	1.00	3.00	1.50	3/8	-	-	4.50	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	bastón	1.00	21.00	0.90	3/8	-	-	18.90	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	39	1.00	2.00	3.00	3/8	-	-	6.00	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	40	1.00	3.00	3.00	3/8	-	-	9.00	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	41	1.00	1.00	3.00	3/8	-	-	3.00	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	42	1.00	2.00	1.50	3/8	-	-	3.00	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	43	1.00	4.00	1.50	3/8	-	-	6.00	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	44	1.00	1.00	2.70	3/8	-	-	2.70	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	bastón	1.00	14.00	0.85	3/8	-	-	11.90	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR		1.00	4.00	1.80	1/2	-	-	-	7.20	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR		1.00	2.00	0.85	3/8	-	-	1.70	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	bastón	1.00	2.00	0.65	3/8	-	-	1.30	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR		1.00	20.00	1.73	3/8	-	-	34.60	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	bastón	1.00	12.00	0.65	3/8	-	-	7.80	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	bastón	1.00	3.00	0.80	3/8	-	-	2.40	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	bastón	1.00	2.00	1.90	3/8	-	-	3.80	-	-	-	-

REFUERZO SUPERIOR	bastón	1.00	6.00	0.85	3/8	-	-	5.10	-	-	-	-
REFUERZO SUPERIOR	bastón	1.00	3.00	0.65	3/8	-	-	1.95	-	-	-	-
TEMPERATURA	01	1.00	7.00	4.80	6mm	33.60	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	02	1.00	4.00	6.95	6mm	27.80	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	03	1.00	6.00	4.40	6mm	26.40	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	04	1.00	6.00	1.90	6mm	11.40	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	05	1.00	10.00	8.50	6mm	85.00	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	06	1.00	3.00	6.95	6mm	20.85	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	07	1.00	3.00	1.25	6mm	3.75	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	08	1.00	4.00	12.30	6mm	49.20	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	09	1.00	8.00	7.10	6mm	56.80	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	10	1.00	3.00	3.55	6mm	10.65	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	11	1.00	7.00	4.45	6mm	31.15	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	12	1.00	9.00	7.10	6mm	63.90	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	13	1.00	3.00	8.25	6mm	24.75	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	14	1.00	12.00	5.55	6mm	66.60	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	15	1.00	4.00	2.20	6mm	8.80	-	-	-	-	-	-

TEMPERATURA	16	1.00	4.00	5.82			6mm	23.28	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	17	1.00	6.00	3.40			6mm	20.40	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	18	1.00	3.00	3.70			6mm	11.10	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	19	1.00	5.00	4.75			6mm	23.75	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	20	1.00	5.00	7.90			6mm	39.50	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	21	1.00	5.00	4.90			6mm	24.50	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	22	1.00	5.00	6.00			6mm	30.00	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	23	1.00	10.00	7.10			6mm	71.00	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	24	1.00	11.00	9.90			6mm	108.90	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	25	1.00	11.00	9.60			6mm	105.60	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	26	1.00	6.00	4.63			6mm	27.78	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	27	1.00	6.00	4.55			6mm	27.30	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	28	1.00	4.00	9.55			6mm	38.20	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA	29	1.00	6.00	1.95			6mm	11.70	-	-	-	-	-	-
HORIZONTAL	-	1.00	4.00	1.40	0.40	0.40	12mm	-	-	-	-	-	-	-
ESTRIBO	-	1.00	5.00	0.50			6mm	2.50	-	-	-	-	-	-
HORIZONTAL	-	1.00	4.00	0.93	0.40	0.40	12mm	-	-	-	-	-	-	-

ESTRIBO	-	1.00	4.00	0.50			6mm	2.00	-	-	-	-	-	-
HORIZONTAL	-	1.00	4.00	2.50	0.40	0.40	12mm	-	-	-	-	-	-	-
ESTRIBO	-	1.00	9.00	0.50			6mm	4.50	-	-	-	-	-	-
HORIZONTAL	-	1.00	4.00	3.45	0.40	0.40	12mm	-	-	-	-	-	-	-
ESTRIBO	-	1.00	12.00	0.50			6mm	6.00	-	-	-	-	-	-
HORIZONTAL	-	1.00	4.00	1.40	0.40	0.40	12mm	-	-	-	-	-	-	-
ESTRIBO	-	1.00	5.00	0.50			6mm	2.50	-	-	-	-	-	-
HORIZONTAL	-	1.00	4.00	0.80	0.40	0.40	12mm	-	-	-	-	-	-	-
ESTRIBO	-	1.00	3.00	0.50			6mm	1.50	-	-	-	-	-	-
HORIZONTAL	-	1.00	4.00	1.20	0.40	0.40	12mm	-	-	-	-	-	-	-
ESTRIBO	-	1.00	4.00	0.50			6mm	2.00	-	-	-	-	-	-
								-	-	-	-	-	-	-
<i>TOTAL, METROS LINEALES DE ACERO</i>								1,104.66	10.80	326.74	80.55	30.80	-	-
<i>Peso por ml.</i>								0.207	0.371	0.526	0.934	1.459	2.101	3.735
<i>CANTIDAD DE ACERO SEGÚN DIÁMETRO</i>								228.66	4.01	171.87	75.23	44.94	-	-
Total, Acero (Kg).								524.71				18.60	Kg/m3.	

Tabla 10. Metrado de Acero - Sistema Prelosas
Fuente: (propia 2021)

Resumen de metrado:

METRADO DE CASCO 4TA ETAPA (ADMINISTRACION CONTROLADA) - ÁVIDA		
DESCRIPCION	Und.	CANT
ESTRUCTURAS		
CONCRETO ARMADO		
LOSA ALIGERADA (3er piso)		
CONCRETO PREMEZ. F'c=210 Kg/cm ² C/BOMBA PARA LOSAS ALIGERADAS	m3	28.21
ENCOF. Y DEENCOF. DE LOSAS ALIGERADAS C/VIG. PREFAB.	m2	359.57
COLOCACIÓN DE PRELOSAS	und	359.57
ACERO CORRUGADO CONVENCIONAL fy=4200 kg/cm ²	kg	524.71
ARQUITECTURA		
CIELORRASOS		
SELLADO DE JUNTAS	m	150.00

Figura 35. Resumen de Metrado - Sistema Prelosas
Fuente: (propia 2021)

Elaboración de Análisis de Precios Unitarios:

- APU concreto premezclado:

02.03.09.001 CONCRETO PREMEZ. Fc=210 Kg/cm ² C/BOMBA PARA LOSAS ALIGERADAS					U.M. : m ³
1 - MANO DE OBRA					Rendimiento: 80.0
AYUDANTE	hr	6.00	0.6000	16.1500	9.69
CURADO LOSAS	m ³	0.00	1.0000	0.6400	0.64
OFICIAL	hr	1.00	0.1000	18.2600	1.83
OPERARIO	hr	2.00	0.2000	23.1400	4.63
1 - MANO DE OBRA					S/16.79
2- MATERIALES					
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 Kg/cm ² , Slump 4"6", Hizo 57	m ³		1.0700	227.00	242.89
ADITIVO CURADOR DE CONCRETO PERMEABARRA	gal		0.0690	7.60	0.47
2- MATERIALES					S/243.36
3 - EQUIPOS					Rendimiento: 80.0
HERRAMIENTAS MANUALES	%no	0.00	0.0300	16.7900	0.50
VIBRADOR DE CONCRETO Z	hr	1.00	0.1000	7.5000	0.75
3 - EQUIPOS					S/1.25

Figura 36. APU Concreto - Sistema Prelosas
Fuente: (propia 2021)

- APU encofrado y desencofrado

02.03.09.002 ENCOF. Y DESECOF. DE LOSAS ALIGERADAS CMG. PREFAB.					U.M. : m2	
1 - MANO DE OBRA					Rendimiento: 50.0	
AYUDANTE	Hh	1.00	0.1600	16.1500	2.58	
DESECOFRADO DE LOSA ALIGERADA	m2	0.00	0.1000	1.0700	0.11	
OPERARIO	Hh	1.00	0.1600	23.1400	3.70	
1 - MANO DE OBRA					6.39	

2 - MATERIALES						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	6.3804	0.19	
CLAVOS PIMA DERA OCABEZA	kg		0.0650	3.1500	0.17	
MADERA TORNILLO NACIONAL	m2		0.9750	3.2000	3.12	
PETROLEO DIESEL	gal		0.0400	8.4000	0.34	
PUNTALES METALICOS (LOSA ALIGERADA)	und		1.0000	1.4000	1.40	
2 - MATERIALES					5.22	

3 - EQUIPOS					Rendimiento: 30.0	
CLAVOS PIMA DERA OCABEZA	kg	0.00	0.0650	3.1500	0.17	
DESMOLDADOR	gal	0.00	0.0600	8.4000	0.42	
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	0.00	0.0300	11.3100	0.34	
MADERA TORNILLO NACIONAL	m2	0.00	0.9750	3.2000	3.12	
PULVERIZADOR MANUAL TPO BOTELLA	und	0.00	0.0006	272.0000	0.16	
PUNTALES METALICOS (LOSA ALIGERADA)	und	0.00	1.2000	1.4000	1.68	
3 - EQUIPOS					5.89	

Figura 37. APU Encofrado y Desencofrado - Sistema Prelasas
Fuente: (propia 2021)

- APU colocación de prelasas

02.03.09.003 PRELOSA E=0.20 M					U.M. : m2	
1 - MANO DE OBRA					Rendimiento: 150.	
AYUDANTE	Hh	2.00	0.1067	16.1500	1.72	
OFICAL	Hh	0.50	0.0267	16.2600	0.48	
1 - MANO DE OBRA					2.21	

2 - MATERIALES						
PRELOSA	m2		1.0000	61.5000	61.50	
2 - MATERIALES					61.50	

3 - EQUIPOS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	0.00	0.0300	2.2096	0.07	
3 - EQUIPOS					0.07	

Figura 38. APU Colocación de Prelasas - Sistema Prelasas
Fuente: (propia 2021)

- APU colocación de acero

02.03.09.006 ACERO CORRUGADO CONVENCIONAL FY=4200 KG/CM2					U.M. : kg
1 - MANO DE OBRA					Rendimiento : 280.00
OFICIAL	hh	1.00	0.0308	17.7000	0.55
OPERARIO	hh	1.00	0.0308	23.0000	0.69
1 - MANO DE OBRA					1.24

12- MATERIAL					
ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2	Kg		1.0800	4.5	4.86
2 - MATERIAL					4.86

3 - EQUIPOS					Rendimiento : 280.00
ALAMBRE NEGRO# 16	kg	0.00	0.0900	3.1500	0.28
CIZALLA PARA FIERRO 3/4"	hm	0.25	0.0077	3.4100	0.03
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	0.00	0.0300	4.8600	0.15
3 - EQUIPOS					0.46

Figura 39. APU Colocación de Acero - Sistema Prelosas
Fuente: (propia 2021)

ELABORACIÓN DE PRESUPUESTO:

METRADO DE CASCO 4TA ETAPA (ADMINISTRACION CONTROLADA) - ÁVIDA				
DESCRIPCION	Und.	CANT	PU MO, MAT Y EQ	PARCIAL
ESTRUCTURAS				
CONCRETO ARMADO				
LOSA ALIGERADA (3er piso)				S/40,043.66
CONCRETO PREMEZ. F'c=210 Kg/cm ² C/BOMBA PARA LOSAS ALIGERADAS	m3	28.21	261.40	S/7,375.28
ENCOF. Y DEENCOF. DE LOSAS ALIGERADAS C/WIG. PREFAB.	m2	359.57	17.50	S/6,294.15
COLOCACIÓN DE PRELOSAS	und	359.57	63.78	S/22,932.15
ACERO CORRUGADO CONVENCIONAL fy=4200 kg/cm2	kg	524.71	6.56	S/3,442.08
ARQUITECTURA				
CIELORRASOS				S/651.00
SELLADO DE JUNTAS	m	150.00	S/4.34	S/651.00
COSTO DIRECTO				S/40,694.66
IGV	18%			S/7,325.04
TOTAL A PAGAR				S/48,019.70

Figura 40. Presupuesto - Sistema Prelosas
Fuente: (propia 2021)

Según lo detallado en la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de manera resumida a fin de tener una comparación más clara,

en el aspecto económico de estos dos sistemas. Es preciso mencionar que en el presupuesto se ha considerado la partida de tarrajeo de cielorraso ya que este representa una de las diferencias entre estos sistemas.

Según los resultados mostrados en la Figura 48, el sistema de losa aligerada más costoso, para un área de 371.40 m², es el sistema con vigueta pretensada, con 45'786.31 soles, el sistema más económico es el sistema con prelosas con 40'694.66 soles, lo cual representa un ahorro de 11% frente al sistema de vigueta, esto referente al costo directo.

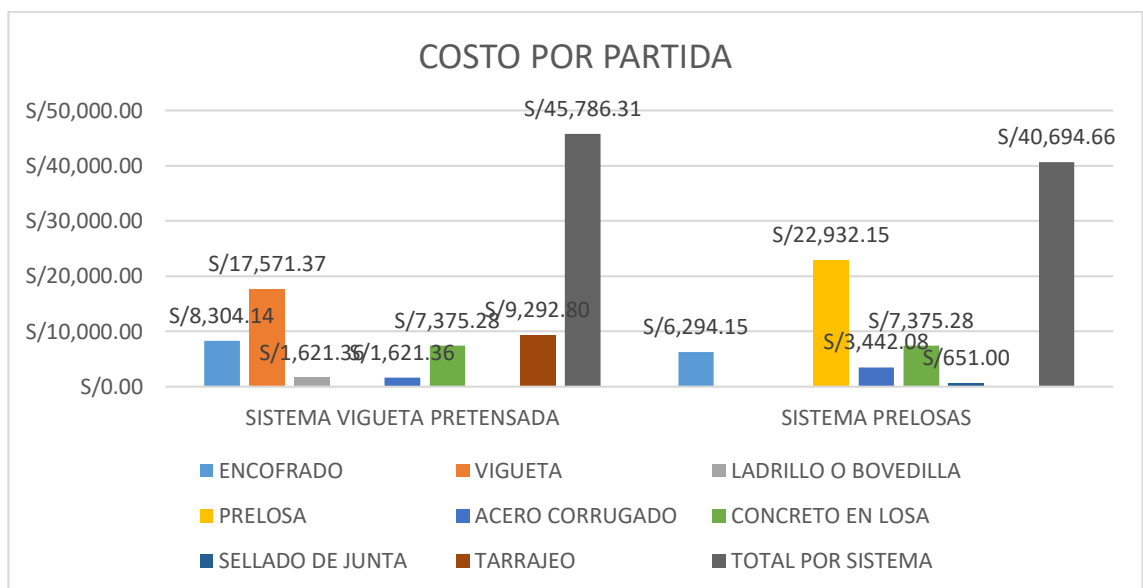


Figura 41. Costo Por Partida
Fuente: (propia 2021)

Para este proyecto, el costo de concreto para ambos sistemas es el mismo.

El costo de encofrado para el sistema de prelosas representa un 76% del costo del encofrado del sistema de losa con vigueta pretensada, esto se debe al apuntalamiento requerido en cada sistema.

El costo en la colocación de vigueta y bovedilla frente a la colocación de prelosas. El sistema de vigueta pretensada representa un 84% del costo de colocación de prelosa, esto debido al costo del material ya que en cuanto a la cantidad de personal según lo establecido en el análisis de precio unitario resulta más efectivo.

El costo de acero corrugado se reduce en la mitad al utilizar un sistema de vigueta prefabricada, esto debido a que según el diseño estructural se requiere de mucho más bastones o acero negativo en prelosas.

Por último, uno de los ítems con mayor diferencia es la de revestimiento, teniendo el 100% de ahorro en lo que representa las prelosas ya que este sistema tiene un acabado liso listo para la recepción de pintura, mientras que el sistema de vigueta pretensada requiere el realizar el tarrajeo de cielorraso para obtener un acabado uniforme.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a los resultados del objetivo principal, según la investigación realizada se determinó que el sistema de prelosas, como sistema constructivo industrializado, resulta una mejor opción para construir losas aligeradas frente al sistema de viguetas pretensadas tanto en aspectos técnicos (mejor productividad) y económica (más barato). Este resultado concuerda con Huamán. y Velásquez. (2020), en su trabajo de investigación “Evaluación teórica del sistema de prelosas ante losas aligeradas convencionales” para obtener el grado académico de bachiller en Ingeniería Civil, Universidad Peruana Unión, llego a la conclusión: Con los criterios evaluados, se evidencia que el uso de elementos prefabricados en la construcción de prelosas es convenientemente más económico que el uso de sistemas de losas aligeradas; no obstante, han sido pocas las investigaciones y estudios de esta área de la construcción, los resultados en cuanto a mejoramiento de diseños, calidad de las construcciones, cumplimiento de plazos y aportes a las sustentabilidad obtenidos en el presente artículo suponen un panorama positivo a la aplicación en la construcción con elementos prefabricados.

Así mismo de acuerdo a los resultados del objetivo específico 2, en base a los resultados obtenidos, con referencia al tipo de acabado con el uso de prelosas

en la obra Ávida - San Miguel, el sistema con prelosas presenta mejor acabado, pues este sistema no requiere de revestimiento en comparación al sistema de vigueta pretensada. Este resultado concuerda con Asto (2014) en su tesis titulada “Sistema de losas prefabricadas (prelosas) como mejora en el proceso constructivo del edificio de oficinas link tower” para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, llego a la siguiente conclusión: También se tiene el ahorro de la mano de obra en el solaqueo, debido a que la prelosa tiene el falso cielo raso (FCR) un acabado cara vista.

También los resultados del objetivo 3, con referencia al costo de ejecución con el uso de prelosas de acuerdo a la investigación realizada se determinó que el presupuesto de losa construida con el sistema de prelosas es 11% menor al costo del sistema de losa con viguetas pretensadas, porque ahorramos en costo directo. Este resultado concuerda con Asto (2014) en su tesis titulada “Sistema de losas prefabricadas (prelosas) como mejora en el proceso constructivo del edificio de oficinas link tower” para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, llego a la siguiente conclusión: Económicamente es una alternativa viable, debido al ahorro en mano de obra de encofrado de fondo de losa, ahorro en equipo de encofrado y ahorro en la cuantía de acero de todo el edificio por disminución de carga muerta.

CONCLUSIONES

1. Según la evaluación realizada se determinó que el sistema de prelosas, como sistema constructivo industrializado, resulta una mejor opción para construir losas aligeradas frente al sistema de viguetas pretensadas tanto en aspectos técnicos (mejor productividad) y económica (más barato).
2. En base a la evaluación realizada se determinó que utilizando prelosas en la construcción de losas aligeradas aumenta la productividad de la obra Residencial Ávida Ubicada en la Av. Costanera 2982 San Miguel en un 19% menor que el sistema con vigueta pretensada, ya que ahorramos en tiempo.
3. Según el análisis realizado se estableció que el uso del sistema de prelosas presenta mejor acabado que el sistema de viguetas pretensadas, porque el sistema de losa tiene un acabado liso por lo que no requiere tarrajeo.
4. De acuerdo al análisis realizado se determinó que el presupuesto de losa construida con el sistema de prelosas es 11% menor al costo del sistema de losa con viguetas pretensadas, porque se ahorra en costo directo.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los ingenieros civiles en general, elegir un proceso adecuado para las diferentes etapas del proceso constructivo de la losa aligerada con los sistemas de losa prefabricada, para maximizar la productividad y mantener la calidad de los acabados.
2. A los proyectistas, ingenieros de producción, inmobiliarias y población en general, se recomienda el uso de prelosas en la construcción de losas aligeradas para el incremento de productividad en las obras de construcción ya que optimizan tiempos e incrementa la producción de la obra.
3. Asimismo, se recomienda a los proyectistas, ingenieros de producción, inmobiliarias y población en general utilizar prelosas en la construcción de losas aligeradas ya que este sistema nos ofrece un acabado listo para la recepción de pintura, evitando el sobre costo en tarrajeo de cielorraso y optimizando tiempo.
4. Por último, se debe recomendar a los proyectistas, ingenieros de producción, inmobiliarias y población en general utilizar prelosas en la construcción de losas aligeradas para bajar los costos y así el incrementar de productividad en las obras de construcción,

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTO J. Sistema de losas prefabricadas (prelosas) como mejora en el proceso constructivo del edificio de oficinas link tower. Lima: s.n., 2014. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014. 80pp [fecha de consulta 11 de octubre del 2021]. Disponible en:
- CASTAÑEDA C. Uso de viguetas pretensadas para el incremento de la productividad en la obra Escuela PNP-Puente Piedra - Lima-2017. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2017. 75pp [fecha de consulta 11 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23107>
- GÓMEZ A y MORALES D. Análisis de la Productividad en la Construcción de Vivienda basada en Rendimientos de Mano de Obra. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, 2015. 131pp [fecha de consulta 11 de octubre del 2021]. Disponible en: https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/666/pdf_11
- HUAMÁN A. y VELÁSQUEZ M. Evaluación teórica del sistema de prelosas ante losas aligeradas convencionales, en la universidad peruana unión. Lima: s.n., 2020. Tesis (Título de Bachiller en Ingeniería Civil) Perú: Universidad Peruana Unión, 2020. 21pp [fecha de consulta 11 de octubre del 2021]. Disponible en:
- MEZA, C y MARTEL, D. Evaluación técnica y económica, entre los sistemas prefabricados de losa con viguetas vigacero y losa con viguetas pretensadas en un edificio multifamiliar en el distrito de surquillo. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Perú: Universidad Ricardo Palma, 2019. 369pp [fecha de consulta 11

de octubre del 2021]. Disponible en:
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2648>

PUICÓN, L y VÁSQUEZ, O. Uso de viguetas pretensadas para optimizar tiempo, calidad y costos en la autoconstrucción de losas aligeradas de los sectores c y d de lima. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Perú: Universidad Ciencias Aplicadas, 2018. 147pp: [fecha de consulta 11 de octubre del 2021]. Disponible en:
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625167/Puicon_CL.pdf?sequence=5&isAllowed=y

SANABRIA B. Análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicional y prefabricado de losas de entrepiso para edificaciones de hasta 4 niveles. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2017. 92pp [fecha de consulta 11 de octubre del 2021]. Disponible en:
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15493/1/01%20DOC%20FINAL.pdf>

SOCOTO A. Elementos prefabricados - pretensados de montaje manual para techos y entrepisos de la vivienda social. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Ecuador, 2016. 129pp [fecha de consulta 11 de octubre del 2021]. Disponible en:
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25892>

HERNÁNDEZ, R., et al. 2014. *Metodología de la investigación* (sexta edición). México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. 978-1-4562-2396-0.

Páginas Web

NORMA Técnica de Edificaciones. E0.60 Concreto Armado. 2009 [Fecha de consulta: 26 de octubre de 2021]. Disponible en:

FICHA técnica Concremax. Viguetas Pretensadas. 2004.[Fecha de consulta: 25 de octubre de 2021]. Disponible en:

<https://www.concremax.com.pe/pretensados/viguetas-pretensadas/>

FICHA técnica entrepisos. Prelosas Aligeradas. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2021]. Disponible en:

https://www.entrepisoslima.com.pe/Prelosas_macizas.html/.

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título del proyecto:

EVALUACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA ENTRE LOS SISTEMA DE LOSA ALIGERADA CON VIGUETA PRETENSADA Y PRELOSAS EN LA OBRA ÁVIDA SAN MIGUEL – LIMA 2021

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>Problema General</p> <p>- ¿Cuáles son los resultados de la evaluación técnica - económica del sistema de losa con viguetas prefabricadas pretensadas y del sistema de losa con prelosa?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>-Evaluar técnica y económicamente el sistema de losa con viguetas prefabricadas pretensadas y el sistema de losa con prelosa.</p>	<p>Vigueta Pretensada</p>	<p>-Tiempo ejecución.</p> <p>-Calidad de acabado</p> <p>-Costos de la edificación.</p>	<p>Método: científico.</p> <p>Tipo: Cuantitativo</p> <p>Nivel: Descriptivo</p> <p>Diseño: No experimental.</p> <p>Población:</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>- ¿Cuánto tiempo toma construir una losa con el sistema de vigueta prefabricada pretensada y el sistema de prelosas?</p> <p>- ¿Cuál es el requerimiento de acabado de una losa aligerada con vigueta pretensada y una losa con prelosa?</p> <p>- ¿Cuál es el costo de construcción de una losa aligerada con vigueta prefabricada y una losa con prelosa?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>- Determinar el tiempo que toma construir una losa con el sistema de losa con vigueta prefabricada pretensada y el sistema de prelosas.</p> <p>-Establecer el requerimiento de acabado de una losa aligerada con vigueta pretensada y una losa con prelosa</p> <p>- Analizar el costo de construcción de una losa aligerada con vigueta pretensada y una losa con prelosa.</p>	<p>Prelosas</p>	<p>-Tiempo de ejecución.</p> <p>-Calidad de acabado</p> <p>-Costos de la edificación.</p>	<p>Una edificación de 17 niveles, ubicada en el distrito de San Miguel - Lima, la se denominado proyecto ÁVIDA.</p> <p>Muestra: Niveles 1 y 3 de la edificación</p> <p>Técnica: Observación.</p> <p>Instrumento: Ficha previamente elaborada</p>

ANEXO N° 02: OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VIGUETA PRETENSADA	Es un elemento constructivo fabricado a base de hormigón, que tienen forma de T invertida, en cuyas alas se apoyan las bovedillas.	Tiempo de ejecución	Tiempo de ejecución
		Calidad de acabado	Revestimiento
		Costos de la edificación.	Cantidad de encofrado
			Cantidad de viguetas
			Cantidad de bovedillas
			Cantidad de acero
Cantidad de concreto.			
PRELOSAS	Elemento prefabricado de concreto, de 4.5 cm de espesor y forma geométrica variable (según cada obra). Reforzado con acero concentrado en viguetas longitudinales cada 0.625 m y con poliestireno pegado en forma de bandas continuas entre las viguetas.	Tiempo de ejecución	Tiempo de ejecución
		Calidad de acabado	Revestimiento
		Costos de la edificación.	Cantidad de encofrado
			Cantidad de prelosas
			- Cantidad de acero
			Cantidad de concreto

ANEXO N° 03: PROCESO CONSTRUCTIVO

1. PROCESO CONSTRUCTIVO

1.1. Proceso constructivo de losa aligerada con vigueta pretensada

El proceso constructivo consiste en la ejecución de varias etapas las cuales se pueden visualizar en la siguiente imagen, comprende desde el momento en el que el material llega a obra hasta la colocación del material.

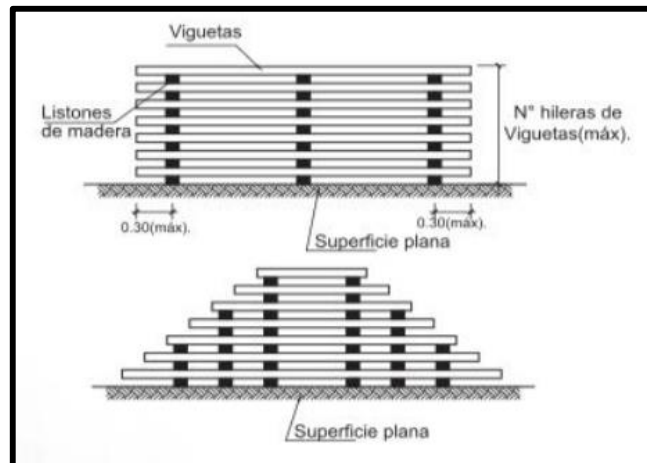


Proceso constructivo sistema de viguetas pretensadas
Fuente: (propia 2021)

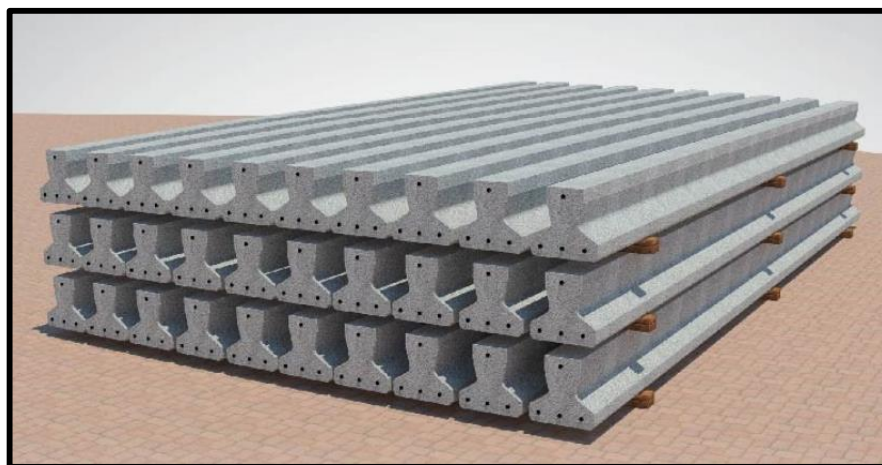
- LLEGADA DEL MATERIAL A OBRA:

- **Descarga:** Se realiza mediante equipos (grua) o manualmente.
- **Almacenamiento de material:** “las viguetas deberan ser apiladas en su posicion natural (posicion de “T” invertida) y separando las hileras con elementos separadores (barrotes) cerca de los extremos e intermedios que no disten mas de 2 m. aproximadamente entre si. La superficie de apoyo

debe ser plana y los listones colocarse en coincidencia vertical, para que el peso y el apoyo de las hileras de arriba no lastimen las viguetas de abajo”.



Apilado de viguetas
Fuente: (manual viguetas firth)



Apilado de vigueta
Fuente: (SUPERMIX)

- **Izaje:** “una vez llegado el material a obra y almacenado se procede con el izaje y estas pueden ser de diferentes formas, como se muestra a continuación”:
 - Izaje manual: la cual la vigueta puede ser manipulado teniendo en cuenta la forma de la vigueta (“T” invertida).

- Izaje con polea: consiste en subir el material con poleas.
- Izaje con wincha:



Izaje con winche
Fuente: (propia 2021)

- Izaje con grua: el uso de la grua torre resulta ser eficaz, puesto que facilita en la descarga del material e izaje.



Izaje con grúa
Fuente: (manual viguetas firth)



Izaje con grúa
Fuente: (manual viguetas firth)

- **COLOCACIÓN DE MATERIAL:**

• **Encofrado de losa (Apuntalamiento):**

“El previo apuntalamiento es el paso más importante, deberá hacerse antes de colocar la primera vigueta, ya que las mismas no trabajan solas sino en conjunto con la capa de compresión (diafragma rígido).

Los puntales se apoyan sobre una superficie nivelada y rígida, y se colocan las cuñas que garanticen que estos no se muevan durante el proceso constructivo.

Soleras y puntales de 3” x 4”, maderas en buen estado y sección continua, se debe tener en cuenta los siguiente”:

Las viguetas no necesitan fondo de encofrado, solo necesitan de soleras y puntales que varían según el espaciamiento entre viguetas.

ALTURA DE LOSA	ESPACIAMIENTO	PUNTALES	SOLERAS(3”x4”)
Hasta 20 cm	a 50 cm	1.50 cm*	2.00 m
De 25 a 30 cm	a 50 cm	1.50 cm*	1.80 m
Todas	a 50 cm	1.50 cm*	1.50 m

* distancias máximas considerando puntales y soleras de 3” x 4” (soleras=largueros)

Características de apuntalamiento
Fuente: (SUPERMIX)



Modo de apuntalamiento
Fuente: (SUPERMIX)



Encofrado para losa aligerada con vigueta pretensada
Fuente: (propia 2021)

- **Colocación de viguetas y bovedillas:**

- **Montaje de viguetas:**

“El montaje inicia colocando la primera vigueta distanciada en una bovedilla del muro, seguido a ello se procede a rellenar el espacio con bovedillas.

La separación entre viguetas se determina por los propios complementos, ya sean bovedillas o bandejas, iniciándose la tarea de instalación por ambos extremos.

Las viguetas deberán apoyarse por lo menos de 5 a 10 cm. Sobre tabiques de ladrillo o vigas vaciadas con anterioridad y por lo menos 5 cm en los encofrados de vigas a vaciar”.

- **Recomendaciones:**

Nunca se debe colocar las bovedillas sin antes apuntalar



Colocación de viguetas
Fuente: (propia 2021)

- **Colocado de ladrillos, bovedillas o poli estireno expandido**

“Se colocan los ladrillos bovedilla empezando desde los extremos, se debe de verificar que estas se apoyen correctamente en las viguetas y que no queden espacios entre ellas. Siempre se debe caminar sobre tablonos para evitar pisar las bovedillas”.



Colocación de bovedillas
Fuente: (propia 2021)

- **Colocación acero de refuerzo o acero negativo**

“El acero negativo, acero de refuerzo o acero superior, también conocido como bastones o balancines, va espaciado cada 50 cm o 60 cm, podría distribuirse también a menor distanciamiento en la losa según indicaciones del proyectista”.



Colocación de acero de refuerzo
Fuente: (propia 2021)

- **Colocación de instalaciones eléctricas y sanitarias**

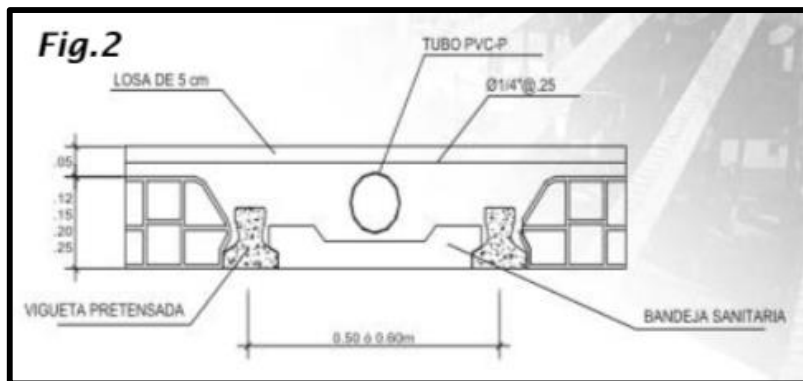
“En esta etapa se colocan las instalaciones eléctricas y sanitarias.

Las tuberías pueden ir entre bovedillas previamente ranuradas, pudiendo utilizarse bandejas hechas en fábrica en las que encajan las instalaciones con el fin de evitar la rotura de las bovedillas, en caso no se cuente con estas bandejas estas podrían perforarse para los centros de luz”.



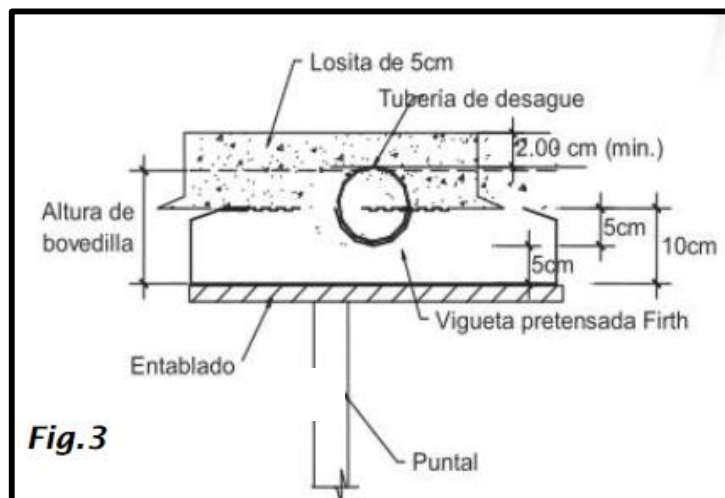
Tendido de tuberías eléctricos
Fuente: (propia 2021)

“Se recomienda que las tuberías de desagüe vayan paralelas a la dirección de las viguetas (entre bovedillas). Asimismo, se sugiere que en la zona de baños donde van los montantes, por lo general muy cercanas a los bordes, se empiece con bovedilla”.



Detalle colocación de tuberías de desagüe
Fuente: (Manual viguetas firth)

“En caso de que la tubería tenga que atravesar la vigueta, esta se podrá picar hasta 5cm como máximo, siempre y cuando, se entable dicha zona y se mantenga un recubrimiento de 2 cm en la losa, caso contrario se recomienda usar loza maciza”.



Detalle de colocación de tubería de desagüe
Fuente: (Manual viguetas firth)

“Si la tubería va dentro de los 30 cm de la zona de conexión vigueta-
viga, se ensancha con concreto esa zona, solo se pueden picar 2 o 3
viguetas dependiendo de la longitud del paño”.

- **Colocado de malla de temperatura.**

El acero de temperatura se debe de colocar de la siguiente manera:

- “Para luces menores a 5 m el acero de temperatura es de $\frac{1}{4}$ ” a 25 cm en la dirección perpendicular a las viguetas”.
- “Para luces mayores o iguales a 5 m o losas en último piso (azotea), colocar el acero de temperatura en dos sentidos, acero de $\frac{1}{4}$ ” en la dirección perpendicular a las viguetas y $\frac{1}{4}$ ” a 30 cm en dirección paralela a las viguetas”.



Colocación de acero de temperatura
Fuente: (propia 2021)

Vaciado de concreto

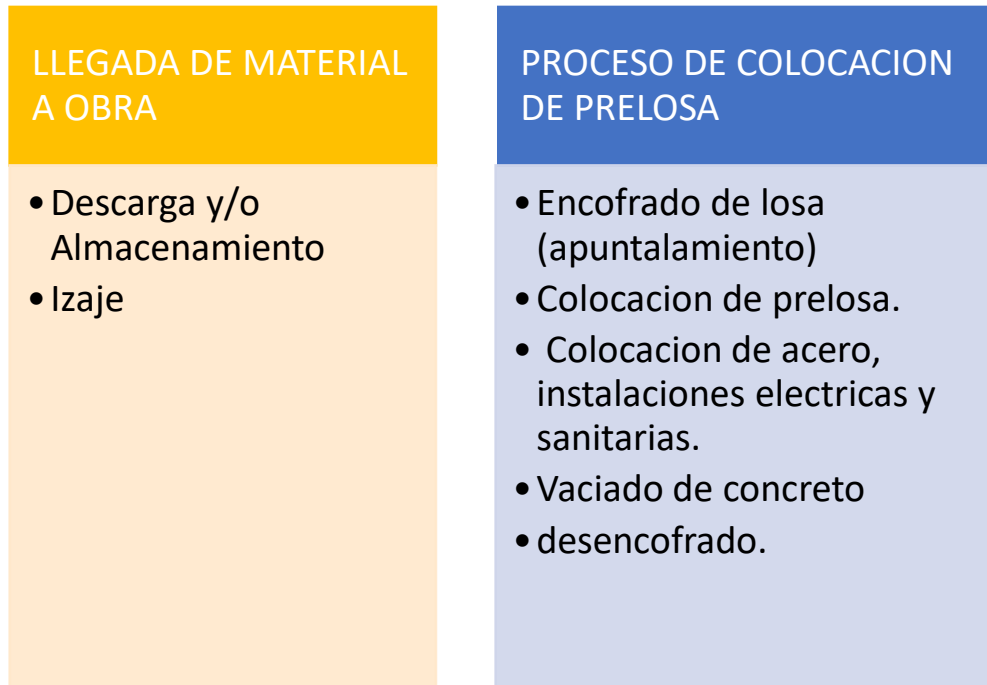
- **Limpieza y mojado:** Se debe limpiar la superficie de las viguetas y bovedillas, asimismo se debe regar con agua antes del vaciado, con el objetivo de mejorar la adherencia del concreto.
- **Mantener húmedas las bovedillas:** A menudo se mojan las bovedillas y viguetas solo al comenzar el vaciado y se descuidan los últimos tramos, por ello se debe de verificar el correcto proceso constructivo en obra, así evitar malos procedimientos.
- **Reglear:** el regleado debe de ser en forma paralela a las viguetas.
- **Vibrado:** Es la acción que ayuda a no generar segregaciones, vacíos, etc.



Vaciado de concreto
Fuente: (propia 2021)

1.2. Proceso constructivo de losa aligerada con prelosas

El proceso constructivo consiste en la ejecución de varias etapas las cuales se pueden visualizar en la siguiente imagen.



Proceso constructivo del sistema losa aligerada con prelosa
Fuente: (propia 2021)

- **Llegada del material a obra:**
 - **Descarga y/o almacenamiento:**
 - Verificación de los equipos con los cuales vamos a trabajar en la colocación de las prelosas (vigas de izaje, ganchos de seguridad, Tubo de acero, Radio de comunicación, Silbatos (pitos), Viento y cable de estrobo flexible)



Material para el uso del izaje
Fuente: (propia 2021)

- Verificación de la orden de llegada según pedido realizado (material solicitado según sectorización).



Verificación de prelosa según sectorización
Fuente: (propia 2021)

- Se procede a acondicionar las prelosas para su izaje la cual comprende en el doblado de las mechas.
- **Izaje.**
 - El Rigger verificará el enganche de la carga, procurando que, al izarse la prelosa tenga un leve ángulo de inclinación para poder colocarla sin dificultad en la zona de montaje, inmediatamente a esto se colocarán las líneas de viento, las cuales servirán para guiar la carga.



Izaje de prelosa
Fuente: (propia 2021)

- **Proceso de colocación de prelosa**

• **Apuntalamiento de prelosa.**

Consiste en la habilitación y montaje de los puntales telescópicos en unión con las soleras y tablas para formar el sostén provisional del futuro entrepiso.



Encofrado
Fuente: (propia 2021)

- **Colocación de prelosas**

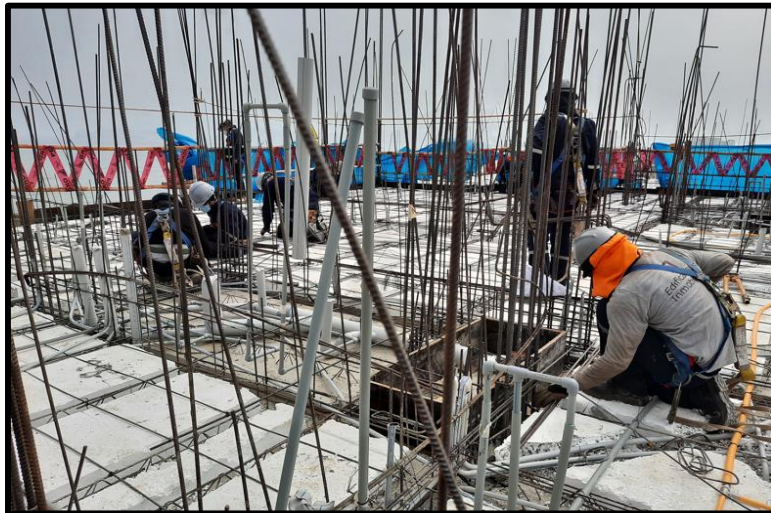
Con la ayuda de la torre grúa y un sistema de cadenas y cables de estrobo flexible se procede a enganchar el componente e izarlo desde el camión hasta su posición final.



Colocación de prelosa
Fuente: (propia 2021)

- **Colocación de refuerzos**

Consiste en la habilitación y colocación de los aceros negativos, de temperatura y de traslape entre losas según diseño



Colocación de refuerzos
Fuente: (propia 2021)

- **Habilitación de especialidades**

Abarca la revisión de la correcta ubicación de las cajas y pases embebidos y del tendido de tuberías para las instalaciones sanitarias, eléctricas y de gas.



Tendido de tuberías eléctricas
Fuente: (propia 2021)

- **Vaciado de losa**

Comprende el vertido de concreto, su esparcimiento y vibrado, así como el curado del mismo, en caso de tratarse de losa acabada incluye el frotachado de esta.



Vaciado de concreto
Fuente: (propia 2021)

- **Desenclafado de prelosa**

Una vez el concreto haya alcanzado la resistencia requerida se puede proceder al retiro de las vigas y puntales para su reutilización o almacenaje.



Desenclafado de losa
Fuente: (propia 2021)

- **Sellado de juntas**

Esta actividad no es consecutiva a las anteriores, se realiza en la etapa de albañilería y radica en darle un correcto acabado a la cara inferior en los encuentros entre prelosas.



Sellado de junta
Fuente: (propia 2021)

ANEXO N° 04: VALIDACION DE SISTEMA



J. A. CHÁVEZ
Ingeniería Estructural

LOSAS MACIZAS Y ALIGERADAS CON PRELOSAS

1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El sistema de prelasas consiste en la utilización de paneles prefabricados de concreto armado que se colocan sobre puntales para trabajar en una primera etapa como encofrado de una losa y posteriormente como parte de ella cuando el concreto vaciado in-situ endurece y alcanza resistencia. Se utilizan para conformar losas macizas o aligeradas en una o dos direcciones.

Las prelasas se fabrican normalmente en anchos de 2.50 m, con 4.5 cm de espesor y la longitud del paño, con concreto de $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$. Llevan tralichos espaciados 62.5 cm entre sí que garantizan la conexión con el concreto que se vacía sobre ellas en la obra.



Figura 1: Detalle típico de prelisa.

2. DISEÑO DE LOSAS MACIZAS CON PRELOSAS

Cuando se tiene una losa maciza, se vierte concreto encima de las prelasas hasta completar el espesor luego de haber colocado el refuerzo transversal a los tralichos y el refuerzo superior.



Figura 2: Detalle de losa maciza con prelasas.

El refuerzo inferior que va en la dirección de los tralichos se coloca dentro de la prelisa, resultando así continuo entre los apoyos de la losa. Este refuerzo se calcula de manera convencional.

Página 1 de 4

jachavez@gmail.com (51-1)995-732-132

Si el paño de losa maciza trabaja en dos direcciones, el refuerzo inferior transversal a los tralichos se coloca en la obra encima de la prelosa, con sus respectivos espaciadores, de manera que se calcula considerando un peralte efectivo menor pues se toma en cuenta que la sección crítica se dará en la junta entre paneles donde el peralte de la sección resistente no debe incluir el espesor de la prelosa.

Si el paño trabaja en una sola dirección, el refuerzo por retracción se debe calcular para el espesor total de la losa aunque el inferior se coloque encima de las prelosas.

El refuerzo superior, en ambas direcciones, se calcula de manera convencional considerando todo el espesor de la losa.

El cálculo de la resistencia por cortante se hace de la forma típica.

3. DISEÑO DE LOSAS ALIGERADAS EN UNA DIRECCIÓN CON PRELOSAS

Cuando se tienen losas aligeradas, los ejes de las viguetas van coincidiendo con los tralichos y se hacen de 12 cm de ancho pues se colocan tiras de poliestireno expandido de 50 cm de ancho entre ellas.

Con el concreto vaciado in-situ, integrado al de la prelosa gracias a los tralichos, se conforma la losa aligerada en la cual cada vigueta resulta con una sección "H", con alas de 62.5 cm de ancho.

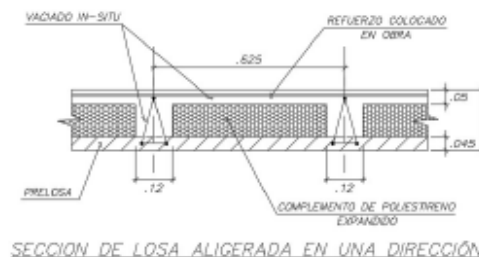


Figura 3: Detalle de losa aligerada en una dirección con prelosas.

El refuerzo inferior de cada vigueta está constituido por las varillas inferiores del tralicho, embutidas en la prelosa, pero si no es suficiente con ellas se coloca una varilla adicional corrida o en forma de bastón. Este refuerzo se calcula considerando un ancho de 62.5 cm (sección "T"), verificando que la profundidad del eje neutro no exceda de 5 cm.

El refuerzo superior de cada vigueta se calcula también considerando una sección "T" con ala de ancho de 62.5 cm verificando que la profundidad del eje neutro no exceda de 4.5 cm. La varilla superior del tralicho puede considerarse como parte del refuerzo superior solo si se toma en cuenta en los cálculos su ubicación precisa según la altura del tralicho a utilizar.



J. A. CHÁVEZ
Ingeniería Estructural

Si el paño de losa maciza trabaja en dos direcciones, el refuerzo inferior transversal a los tralichos se coloca en la obra encima de la prelosa, con sus respectivos espaciadores, de manera que se calcula considerando un peralte efectivo menor pues se toma en cuenta que la sección crítica se dará en la junta entre paneles donde el peralte de la sección resistente no debe incluir el espesor de la prelosa.

Si el paño trabaja en una sola dirección, el refuerzo por retracción se debe calcular para el espesor total de la losa aunque el inferior se coloque encima de las prelosas.

El refuerzo superior, en ambas direcciones, se calcula de manera convencional considerando todo el espesor de la losa.

El cálculo de la resistencia por cortante se hace de la forma típica.

3. DISEÑO DE LOSAS ALIGERADAS EN UNA DIRECCIÓN CON PRELOSAS

Cuando se tienen losas aligeradas, los ejes de las viguetas van coincidiendo con los tralichos y se hacen de 12 cm de ancho pues se colocan tiras de poliestireno expandido de 50 cm de ancho entre ellas.

Con el concreto vaciado in-situ, integrado al de la prelosa gracias a los tralichos, se conforma la losa aligerada en la cual cada vigueta resulta con una sección "H", con alas de 62.5 cm de ancho.



Figura 3: Detalle de losa aligerada en una dirección con prelosas.

El refuerzo inferior de cada vigueta está constituido por las varillas inferiores del tralicho, embutidas en la prelosa, pero si no es suficiente con ellas se coloca una varilla adicional corrida o en forma de bastón. Este refuerzo se calcula considerando un ancho de 62.5 cm (sección "T"), verificando que la profundidad del eje neutro no exceda de 5 cm.

El refuerzo superior de cada vigueta se calcula también considerando una sección "T" con ala de ancho de 62.5 cm verificando que la profundidad del eje neutro no exceda de 4.5 cm. La varilla superior del tralicho puede considerarse como parte del refuerzo superior solo si se toma en cuenta en los cálculos su ubicación precisa según la altura del tralicho a utilizar.

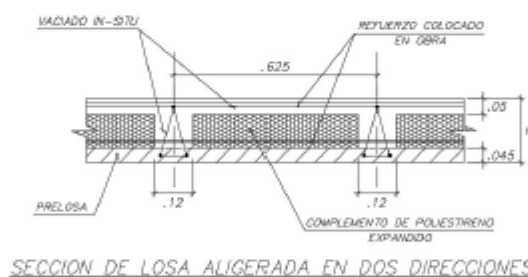
En la cara superior se coloca el refuerzo de temperatura usual de $\Phi 1/4" @ 25$ cm.

Para la resistencia por cortante se utilizan las fórmulas usuales, incluso con el factor de 1.1 establecido por la NTE E.060 para losas aligeradas o nervadas. Si es necesario se pueden utilizar ensanches corridos o alternados reemplazando porciones de las tiras de poliestireno expandido por concreto de manera de incrementar el ancho "bw" de las viguetas.

4. DISEÑO DE LOSAS ALIGERADAS EN DOS DIRECCIONES CON PRELOSAS

Cuando se tienen losas aligeradas en dos direcciones, las viguetas que van paralelas a los tralichos envuelven a estos y se utilizan sus varillas inferiores como refuerzo "positivo". En la dirección transversal, el refuerzo inferior se coloca en obra por lo que se calcula considerando el peralte efectivo menor que resulta al tenerlo encima de la prelosa.

En ambas direcciones las viguetas se hacen de 12 cm de ancho pues se colocan bloques de poliestireno expandido de 50 cm por 50 cm entre ellas.



Con el concreto vaciado in-situ, integrado al de la prelosa gracias a los tralichos, se conforma la losa aligerada en la cual cada vigueta en la dirección paralela a ellos resulta con una sección "H", con alas de 62.5 cm de ancho.

En la dirección transversal, cada vigueta se calcula como una sección "T" con ala superior. Es decir, para el momento positivo se considera un ancho de 62.5 cm pero para el momento negativo se considera el ancho de 12 cm.

5. PESO DE LOSAS CON PRELOSAS

Las losas macizas con prelasas tienen el mismo peso por metro cuadrado que las losas convencionales pues el volumen de concreto termina siendo el mismo si se mantiene el espesor.

Cuando se usan losas aligeradas con prelasas con complemento de tiras de poliestireno se tienen pesos un poco menores que cuando se usan losas aligeradas convencionales con complemento de ladrillos de arcilla.

Por ejemplo tenemos:

- Losa aligerada $h=20$ en una dirección:
convencional: 300 Kg/m²
con prelasas: 280 Kg/m² (6.7% menos)
- Losa aligerada $h=20$ en dos direcciones:
convencional: 350 Kg/m²
con prelasas: 330 Kg/m² (5.7% menos)

Para espesores mayores la diferencia es aún mayor.

6. REDISEÑO DE LOSAS

Si se va a cambiar el sistema de viguetas de un diseño original convencional a un sistema con prelasas se puede efectuar un rediseño total teniendo en cuenta las dimensiones de los paños, los pesos propios de las losas, los tabiques y las cargas vivas. Alternativamente, debido a que el peso propio no varía o varía muy poco (no varía para losas macizas y se reduce ligeramente para losas aligeradas) para el refuerzo por flexión se podría efectuar una conversión directa calculando los momentos resistentes negativos y positivos en ambas direcciones para una franja de un metro de ancho con el refuerzo indicado en el proyecto original y recalculando luego el nuevo refuerzo requerido para resistir estos mismos momentos con la nueva disposición de viguetas y tomando en cuenta la reducción del peralte efectivo para el refuerzo inferior transversal a las viguetas.

Cuando se trata de losas macizas, se mantienen las mismas cantidades de refuerzo inferior y superior, salvo en losas que trabajan en dos direcciones (relación entre los lados del paño menor a 0.5 o mayor a 2) donde debe recalcularse el refuerzo inferior transversal a los tralichos considerando un peralte efectivo menor pues la sección crítica se tendrá en las líneas de las juntas entre paneles de prelasas.

Cuando se trata de losas aligeradas se recalcula todo el refuerzo.

En cuanto a cortante, no se hace ninguna modificación para losas macizas. Para losas aligeradas sí es necesario hacer un recálculo tomando en cuenta las dimensiones de los paños, los pesos propios de las losas, los tabiques y las cargas vivas.



JOSÉ ANTONIO CHÁVEZ ANGELES
Ingeniero Civil - C.I.P. 62695

JOSÉ ANTONIO CHÁVEZ
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 62695

El mar., 29 oct. 2019 a las 7:36, **Alberto Merino** (<albertomerino@turbopascalperu.com>) escribió:

Es conforme ingeniero, cordialmente, al.

De: Juan P. Vásquez Orellana <jvasquez@entrepisoslima.com.pe>
Enviado el: lunes, 28 de octubre de 2019 4:12 p. m.
Para: Alberto Merino <albertomerino@turbopascalperu.com>
CC: Pilar Rider <prider@ei.com.pe>; Franklin Cruz <fcruz@ei.com.pe>; Carlos Hidalgo <chidalgo@entrepisoslima.com.pe>
Asunto: PROYECTO AVIDA - MODULACION DE PRELOSAS

Ing. Alberto Merino:

Buenas tardes, le saluda Juan Vásquez de Entrepisos lima. A pedido de los Ingenieros encargados del proyecto Avida le adjunto la modulación de prelosas del sótano 5 al 2 para coordinar la aprobación de los mismos.

Anteriormente en otros proyectos se sustentó la conversión del sistema vigueta Firth al de prelosas, igualmente le vuelvo adjuntar la memoria de cálculo y la tabla de conversión.

Aceptación por el ingeniero estructural Alberto Merino
Fuente: (propia 2021)

ANEXO N° 05: INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

**FICHA DE OBSERVACION
RENDIMIENTO DIARIO**

PROYECTO:

PARTIDA :

FECHA:

RENDIMIENTO MI:

ITEM	APELLIDOS Y NOMBRES	SEMANA 1					
		L	M	M	J	V	S
01							
02							
03							
04							
05							
06							
07							
08							
09							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

**FICHA DE OBSERVACION
DESCRIPCION DE ACABADOS**

PROYECTO:

FECHA:

TIPO DE SISTEMA	DESCRIPCION	COMENTARIOS