

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOSAS DE
ENTREPISOS CON SISTEMA VIGUETA-
BOVEDILLA Y SISTEMA CONVENCIONAL PARA
EDIFICIOS MULTIFAMILIARES, TRUJILLO - 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Javier Jonny Marcos Vasquez

Jemmy Luis Quispe Parado

Asesor:

Mg. Ing. Gonzalo Hugo Diaz García

<https://orcid.org/0000-0002-3441-8005>

Trujillo – Perú

Tabla de contenido**JURADO EVALUADOR**

| | | |
|---------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| Jurado 1 Presidente(a) | Cintha Vanessa Alvarado Ruiz | 71412783 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI/CIP |
| Jurado 2 | Nixon Brayan Peche Melo | 70615775 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI/CIP |
| Jurado 3 | German Sagastegui Vásquez | 45373822 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI/CIP |

INFORME DE SIMILITUD

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 4% |
| 2 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | 2% |
| 3 | Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante | 2% |
| 4 | vsip.info Fuente de Internet | 1% |
| 5 | repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 6 | cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 7 | Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante | 1% |
| 8 | renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet | 1% |
| 9 | repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet | |

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Moner y Rebeca por darme la vida y un propósito para cumplir todas mis metas, mis hermanos, Flor, Cesia y Mateo quienes fueron un pilar fundamental para la motivación de seguir creciendo profesionalmente, y darles el ejemplo como hermano mayor que pueden lograr lo que se proponen, y a todos ellos por su Amor incondicional y sus enseñanzas de superación a lo largo de mi vida.

Jemmy Luis Quispe Parado

Dedicado especialmente para mi madre Neri, bastión fundamental dentro de mi hogar, a mi hermano querido Iván, quien desde el cielo sé que comparte esta alegría como si fuera suya, a mis hermanos menores Carlos y Gonzalo, motivadores e impulsores de cada reto asumido y a mis demás familiares y personas que me rodean, que siempre son ese gran soporte dentro de mi formación tanto personal como profesional y por su muestra de su incondicional amor, amistad y apoyo.

Javier Jonny Marcos Vásquez

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios por brindarnos vida y salud, a los docentes de la Universidad Privada del Norte, por compartir sus conocimientos en toda la etapa universitaria y a nuestros compañeros de carrera con los cuales compartimos grandes experiencias durante todo el proceso de la carrera.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|------------------------------------------------------|-----------|
| Jurado evaluador | 2 |
| Informe de similitud | 3 |
| Dedicatoria | 4 |
| Agradecimiento..... | 5 |
| Tabla de contenido | 6 |
| Índice de tablas | 7 |
| Índice de figuras | 11 |
| Resumen | 12 |
| Capítulo I: Introducción | 14 |
| Capítulo II: Metodología | 28 |
| Capítulo III. Resultados..... | 34 |
| Capítulo IV: Discusiones y Conclusiones | 72 |
| Referencias | 79 |
| Anexos..... | 83 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Recursos requeridos para losas de entrepiso con Sistema Convencional..... | 32 |
| Tabla 2. Recursos requeridos para losas de entrepiso con Sistema Vigüeta - Bovedilla | 33 |
| Tabla 3. Comparativa del manual técnico de losas de entrepiso con sistema vigüeta – bovedilla y sistema convencional | 34 |
| Tabla 4. Tiempo empleado según el sistema vigüeta - bovedilla para el edificio multifamiliar Montecarlo por cuadrilla | 40 |
| Tabla 5. Tiempo empleado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Montecarlo por cuadrilla | 40 |
| Tabla 6. Comparación de tiempo empleado por cuadrilla para el edificio multifamiliar Montecarlo..... | 41 |
| Tabla 7. Tiempo empleado según el sistema vigüeta - bovedilla para el edificio multifamiliar Juan Pablo II por cuadrilla..... | 41 |
| Tabla 8. Tiempo empleado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Juan Pablo II por cuadrilla | 42 |
| Tabla 9. Comparación de tiempo empleado por cuadrilla en el edificio multifamiliar Juan Pablo II | 42 |
| Tabla 10. Tiempo empleado según el sistema vigüeta - bovedilla para el edificio multifamiliar Begonias por cuadrilla | 43 |
| Tabla 11. Tiempo empleado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Begonias por cuadrilla..... | 44 |
| Tabla 12. Comparación de tiempo empleado por cuadrilla para el edificio multifamiliar Begonias | 44 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 13. Costos del premezclado según el sistema vigüeta – bovedilla para el edificio multifamiliar Montecarlo por m ² | 45 |
| Tabla 14. Costos del encofrado y desencofrado según el sistema vigüeta – bovedilla para el edificio multifamiliar Montecarlo por m ² | 46 |
| Tabla 15. Costos del izaje e instalación según el sistema vigüeta – bovedilla para el edificio multifamiliar Montecarlo por m ² | 47 |
| Tabla 16. Costos del refuerzo según el sistema vigüeta – bovedilla para el edificio multifamiliar Montecarlo por m ² | 48 |
| Tabla 17. Costos del premezclado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Montecarlo por m ² | 49 |
| Tabla 18. Costos del encofrado y desencofrado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Montecarlo por m ² | 50 |
| Tabla 19. Costos del enladrillado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Montecarlo por m ² | 51 |
| Tabla 20. Costos del refuerzo según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Montecarlo por m ² | 52 |
| Tabla 21. Cuadro resumen de comparación de costos para el edificio multifamiliar Montecarlo | 53 |
| Tabla 22. Costos del premezclado según el sistema vigüeta – bovedilla para el edificio multifamiliar Juan Pablo II por m ² | 54 |
| Tabla 23. Costos del encofrado y desencofrado según el sistema vigüeta – bovedilla para el edificio multifamiliar Juan Pablo II por m ² | 55 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 24. Costos del izaje e instalación según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Juan Pablo II por m ² | 56 |
| Tabla 25. Costos del refuerzo según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Juan Pablo II por m ² | 57 |
| Tabla 26. Costos del premezclado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Juan Pablo II por m ² | 58 |
| Tabla 27. Costos del encofrado y desencofrado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Juan Pablo II por m ² | 59 |
| Tabla 28. Costos del enladrillado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Juan Pablo II por m ² | 60 |
| Tabla 29. Costos del refuerzo según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Juan Pablo II por m ² | 61 |
| Tabla 30. Cuadro resumen de comparación de costos para el edificio multifamiliar Juan Pablo II | 62 |
| Tabla 31. Costos del premezclado según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Begonias por m ² | 63 |
| Tabla 32. Costos del encofrado y desencofrado según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Begonias por m ² | 64 |
| Tabla 33. Costos del izaje e instalación según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Begonias por m ² | 65 |
| Tabla 34. Costos del refuerzo según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Begonias por m ² | 66 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 35. Costos del premezclado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Begonias por m ² | 67 |
| Tabla 36. Costos del encofrado y desencofrado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Begonias por m ² | 68 |
| Tabla 37. Costos del enladrillado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Begonias por m ² | 69 |
| Tabla 38. Costos del refuerzo según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Begonias por m ² | 70 |
| Tabla 39. Cuadro resumen de comparación para el edificio multifamiliar Begonias por m ² | 71 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Detalle del sistema vigüeta bovedilla..... | 23 |
| Figura 2. Sistema de losa aligerada convencional..... | 25 |
| Figura 3. Flujo de procedimiento de las losas con sistema vigüeta - bovedilla | 38 |
| Figura 4. Flujo de procedimiento de las losas con sistema convencional | 39 |

RESUMEN

La tendencia moderna en el área de construcción se asocia a disminuir los costos y optimizar los tiempos empleando métodos novedosos especialmente de tratarse de proyectos que deben procurar la generación de rentabilidad. Por lo tanto, la investigación tuvo como objetivo general: Determinar el resultado del análisis comparativo de las losas de entrepisos con sistema vigueta – bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo – 2022. Para ello siguió un enfoque cuantitativo, tipo de investigación básico y diseño descriptivo; se tomó como muestra a 3 edificios multifamiliares del distrito de Trujillo y se emplearon como instrumentos de recolección de datos a la ficha de observación y la ficha de análisis documental. Los resultados obtenidos evidencian que existen diferencias significativas en cuanto a los factores técnicos pues los sistemas se direccionan por distintas normativas técnicas de construcción, en razón del tiempo se observó una reducción del 50% de tiempo y hasta del 58% de costos económicos relacionados a las actividades que contempla la implementación de losas de entrepiso. Se concluyó que, el Sistema Vigueta – Bovedilla proyecta beneficios interesantes, ello implica una serie de diferencias significativas en comparación al Sistema Convencional particularmente evocada a edificios multifamiliares.

PALABRAS CLAVES: Losas de entrepiso, Sistema Vigueta – Bovedilla, Sistema Convencional, Edificios Multifamiliares

ABSTRACT

The modern trend in the construction industry is associated with reducing costs and optimizing time by using innovative methods, especially for projects that aim to generate profitability. Therefore, the general objective of the research was to determine the result of the comparative analysis of slab floors using the beam-slab system and the conventional system for multifamily buildings in Trujillo - 2022. To achieve this, a quantitative approach, basic research type, and descriptive design were followed. Three multifamily buildings in the Trujillo district were selected as the sample, and data collection instruments included observation sheets and documentary analysis sheets. The results obtained show significant differences in terms of technical factors because the systems are guided by different technical construction regulations. In terms of time, a reduction of 50% and up to 58% in economic costs related to activities involved in the implementation of slab floors was observed. It was concluded that the Beam-Slab system presents interesting benefits, which implies a series of significant differences compared to the Conventional System, particularly in relation to multifamily buildings.

KEYWORDS: Slab floors, Beam-Slab system, Conventional system, Multifamily buildings.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

A nivel internacional se conoce que, la industria de la construcción es una actividad económica de gran magnitud por lo que, en palabras de Chang (2014) es necesario optimizar recursos (materiales, económico, temporales); sin embargo, se ha verificado que ello no se concreta en la mayoría de edificaciones, especialmente durante la construcción de los techos pues aún se sigue utilizando losas de entrepiso con sistema convencional, mismo que proyecta mayores costos económicos y grandes limitaciones técnicas - constructivas. Acero (2021) menciona que, la globalización ha generado una notoria evolución en la industria de construcción, pues se aprecia la transición del uso de losas de entrepiso con sistema convencional hacia el uso de losas de entrepiso con sistemas mejorados como el de vigüeta – bovedilla; no obstante, este tipo de sistema no se encuentra tan difundido por lo que, muchas empresas constructoras desconocen cuáles son las ventajas que pueden generar en el proceso de construcción (costos económicos, plazos del proyecto, rendimiento, comportamiento estructural - técnico).

En países latinoamericanos como Colombia y Ecuador, especialmente en el sector metropolitano de estos países se denota que, gran parte de edificaciones continúan con el uso de losas de entrepiso con sistema convencional, sustentado en la inmediata necesidad de la población en cubrir su necesidad de vivienda (Crispín & Sierra, 2018). Por lo que, de acuerdo a Sacoto (2018), la mayor parte de construcciones en edificaciones que incluyen entrepisos y techos de hormigón armado, se realizan usando soluciones constructivas tradicionales que utilizan: encofrados artesanales dosificado y vertido del hormigón in situ generando que la calidad de esta solución constructiva se vea afectada por limitaciones económicas y técnicas que acarrea el sistema convencional.

En Perú buscar alternativas de innovación tecnológica en la industria de la construcción, se hace necesario para obtener ventajas competitivas en el mercado, es por ello que en la actualidad se viene trabajando cada vez más con elementos prefabricados en sus dos grandes grupos: prefabricación a pie de obra y prefabricación industrializada; dentro de este último grupo se encuentra las losas de entresijo con sistema vigueta – bovedilla, utilizado en un pequeño porcentaje de edificaciones en el territorio peruano (Crispín & Sierra, 2018). Asimismo, (Gaillard, 2021) expresa que existe una latente problemática relacionada a la mano de obra en la industria de la construcción pues es cada vez más costosa y cuenta con escasa capacitación en técnicas de construcción moderna como es el caso de las losas de entresijo con sistema vigueta – bovedilla; sumado a ello el problema de autoconstrucción particularmente en la franja costera del país por lo que, resulta evidente que el personal contratado desconoce las normas técnicas de construcción y prácticas sostenibles como el citado en esta investigación (losas de entresijo con sistema vigueta - bovedilla).

Trujillo, es la tercera ciudad más poblada del Perú y va en aumento, ello avalado por la gran cantidad de inmigrantes de otros departamentos a esta ciudad; por ende, se requiere la construcción de más viviendas multifamiliares a un precio módico y en el menor tiempo posible; por lo cual, se busca optimizar el costo de los procesos constructivos logrando tener opciones de vivienda a precios más accesibles y competitivos en el mercado (Gaillard, 2021). Sin embargo, Peláez (2018) sostuvo que existen empresas quienes aún no innovan y se hicieron de malos hábitos al utilizar incesantemente sistemas de construcción tradicional debido a su desconocimiento de sistemas modernos como el empleado por las losas de entresijo con sistema vigueta – bovedilla; ello incurre a pérdidas económicas y a la prolongación de plazos que suponen dichos proyectos.

Luego de haber revisado la realidad problemática, se deriva de este contexto la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el resultado del análisis comparativo de las losas de entresijo con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional, para edificios multifamiliares, Trujillo - 2022? En cuanto a las preguntas específicas se presenta: a) ¿Cuál es el resultado del análisis comparativo de los factores técnicos de las losas de entresijo con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo - 2022?, b) ¿Cuál es el resultado del análisis comparativo del tiempo de proceso de las losas de entresijo con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo - 2022? y c) ¿Cuál es el resultado del análisis comparativo de los costos económicos de las losas de entresijo con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo - 2022?

A continuación, se presentan los antecedentes o estudios previos relacionados a las variables de estudio propuestas.

En el ámbito internacional, en El Salvador, Casco y Majano (2019) presentaron su investigación “Análisis comparativo de los diferentes sistemas de entresijo en edificios basado en seguridad y costo” para ello se tuvo como objetivo presentar a través de los análisis estructural y costos de los diferentes sistemas de entresijo más utilizados en El Salvador. La trazabilidad metodológica indicó que se siguió un enfoque cuantitativo, tipo básico y un diseño descriptivo en una muestra de 120 edificaciones localizadas en El Salvador a las que se realizó una comparación empleando el software Etabs 16.2.1. Los resultados arrojaron que, mientras mayor sea el peso del Sistema de losa de entresijo mayor será el reforzamiento necesario para los demás elementos estructurales, algunos sistemas como el de vigueta – bovedilla presenta menor costo y mayor seguridad en comparación a sistemas tradicionales

de construcción relacionados a losas de entrepisos. Se concluyó que, el sistema vigueta – bovedilla presenta mayores beneficios estructurales.

En Colombia, Sierra y Crispín (2018) presentó su tesis llamada “Ventajas del sistema vigueta – bovedilla en la construcción de edificios de interés social” cuyo objetivo se sustentó en evaluar y comparar las ventajas del sistema vigueta - bovedilla contra los sistemas convencionales que están actualmente en la ciudad de Bogotá para la construcción de edificios de interés social. Por lo que, se basó en un enfoque cuantitativo, un diseño descriptivo – comparativo con un corte transversal y un tipo básico, se empleó como instrumento la guía de observación para la recopilación de datos aplicado a una muestra de 25 edificaciones. Los resultados obtenidos revelan que hay una optimización del 17% de recursos materiales y el 63% de tiempo al utilizar losas de entrepiso con el sistema vigueta – bovedilla frente al otro tipo de sistemas como el convencional. Se concluyó que, el sistema menciona es óptimo pues disminuye el gasto en recursos.

En Quito, Basantes (2019) presentó su investigación “Ensayo de losas prefabricadas sometidas a flexión”. Esta tesis mantuvo por propósito mostrar la capacidad real que brinda las losas con estructura de viguetas metálicas y las losas con estructura de vigueta bovedilla. El enfoque fue cuantitativo, tipología aplicada, el nivel de investigación fue experimental y el diseño de investigación experimental verdadero (se realizaron cuatro ensayos). Los resultados demuestran que el sistema vigueta – bovedilla evidencia mayor resistencia pues su capa de compresión y malla de temperatura hacen posible ello; por ende, su uso denota mayor seguridad en las construcciones equivalente a un 34%. Se concluyó que, el sistema descrito presenta componentes que aseguran su resistencia en comparación a otros.

En el ámbito nacional, específicamente en Lima, Torres (2021) presentó su investigación “Análisis comparativo de una losa aligerada convencional y viguetas pretensadas en las viviendas de autoconstrucción en Lima Sur 2020”, su finalidad fue identificar el mejor proceso constructivo de una losa aligerada para aplicarse en autoconstrucciones de viviendas unifamiliares. Por lo que, siguió un enfoque cuantitativo con un diseño descriptivo comparativo y tipo básico, la muestra seleccionada fueron dos viviendas del distrito de Lurín para realizar la comparación entre ambos sistemas utilizando como instrumento de recolección de datos una ficha de análisis económico y temporal. Se llegó a encontrar como resultado que, el sistema vigueta presenta beneficios frente al sistema convencional; por ejemplo, beneficios económicos pues se generó un ahorro del 30%, menor tiempo pues fue siete veces más rápido y mayor seguridad. El autor llegó a la conclusión que, el sistema vigueta – bovedilla permite ahorrar; por lo tanto, resulta una opción factible.

En Huancayo, Solano (2019) presentó su investigación “Comparación del análisis y diseño de losas aligeradas bidireccionales y losas macizas en edificaciones de 5 pisos, Distrito de Chilca - 2017” cuyo objetivo fue establecer las ventajas y desventajas de la comparación del análisis y diseño de losas aligeradas bidireccionales y losas macizas en edificaciones de 5 pisos. Para ello siguió un enfoque cuantitativo, un tipo básico, un nivel de investigación descriptivo y un diseño de investigación descriptivo comparativo en una muestra poblacional a la Edificación Castilla ubicada en el distrito de Chilca, los instrumentos empleados fueron guías de procedimiento. Los resultados demuestran que, la losa maciza posee mayor resistencia a flexión que la losa aligerada bidireccional ($6720.84 \text{ Kg-m} > 2332.71 \text{ Kg-m}$) y mayor resistencia a corte ($3581.40 \text{ Kg} > 942.21 \text{ Kg}$); esto se

determinó usando el software SAFE2016. Se concluyó que, los sistemas de losas aligeradas presentan características que la convierten en un elemento atractivo para la construcción.

También, en Huancayo, Apaza (2019) presentó su investigación denominada “Análisis de sistema losa con viguetas frente al de losa convencional para la edificación Consell, Huancayo”, el propósito del estudio fue determinar los resultados del análisis del sistema losa con viguetas pretensadas frente al de losa convencional para la edificación Consell localizada en Huancayo. La trazabilidad metodológica indica que se tomó al enfoque cuantitativo, tipo básico, nivel descriptivo y diseño descriptivo – comparativo; se tomó como muestra censal a la edificación Consell, la cual poseía 5 pisos y un semisótano; se emplearon fichas de recopilación documentaria para sistematizar los datos obtenidos. Los resultados demuestran que, el sistema vigueta ayuda a reducir el cortante basal en 2.89% en comparación al sistema convencional, dando mayor seguridad a los residentes del edificio Consell; además, se evidencia una eficiencia económica 7.91% mayor. Se concluyó que, el sistema convencional no permite el ahorro de materiales e insumos; por lo cual, no máxima la rentabilidad de la construcción.

En el ámbito local, Peláez (2018) presentó su tesis llamada “Bases teóricas para el análisis comparativo de la construcción y costos de losas aligeradas construidas con sistema vigueta bovedilla y sistema tradicional en una edificación Trujillo, 2018” la cual tuvo como objetivo el describir dos sistemas de construcción (el sistema vigueta - bovedilla y el Sistema Tradicional) y comparar tanto en su aspecto económico como constructivo. Para ello se siguió un enfoque cuantitativo, una tipología básica, un diseño descriptivo – comparativo y no experimental, se empleó como instrumento la guía de observación y la ficha resumen para consignar la información recopilada en una muestra de 10 edificaciones. Los resultados

obtenidos revelan que hay una optimización del 25% de recursos materiales y el 85% de tiempo al utilizar losas de entresijo con el sistema vigueta – bovedilla frente al convencional o tradicional. El autor concluyó que, definitivamente el sistema vigueta – bovedilla asegura el ahorro en materiales y tiempo en comparación de otros sistemas convencionales.

Ahora bien, resulta pertinente abarcar un marco teórico que contemple a la variable losas de entresijo con sistema vigueta bovedilla, el cual constituye un método constructivo caracterizado por unas portantes de las viguetas de concreto pretensado, permitiendo un mayor aligeramiento de las bovedillas. Estas características han sido de interés en el sector de la construcción en los últimos años, ya que las empresas buscan una mayor eficiencia en los recursos humanos, materiales y cronológicos; un estricto cumplimiento de la normativa vigente, así como un precio asequible (Sierra & Crispín, 2018).

Asimismo, Pacasmayo (2020) la define como:

“Un sistema que utiliza viguetas de alma abierta vaciadas parcialmente en planta y sobre las cuales se apoyan las bovedillas o elementos de relleno a fin de obtener una losa estructural que permita la transmisión de carga hacia los elementos resistentes, así como pueda compatibilizar los desplazamientos horizontales de los elementos verticales sobre los que se apoya” (Pág. 3).

Dentro de las normativas aplicadas en el Perú, el sistema de bovedilla está dado por la NTP 239.500:2017 la cual menciona los criterios y requisitos mínimos para la construcción de sistemas de viguetas y bovedillas, así como los sistemas de losas aligeradas, explicando además el comportamiento estructural esperado ante las cargas que debe poseer el edificio donde se instale el sistema (INACAL, 2018). Pacasmayo (2020) menciona que, otra

normativa de renombre utilizadas actualmente es la normativa europea UNE-EN 15037-2 en el mercado peruano:

“Esta norma europea contempla los requisitos y los criterios básicos de comportamiento de las bovedillas fabricadas con hormigones de peso normal o con áridos ligeros, utilizadas conjuntamente con vigüetas de hormigón prefabricado conformes con la Norma EN 15037-1, con o sin losa de hormigón in situ para la construcción de sistemas de forjado y cubierta de vigüeta y bovedilla” (AENOR, 2011, pág. 3)

Además, refiere normas complementarias para su funcionamiento, como ensayos físicos de resistencia, requisitos de los insumos para su fabricación, resistencias máximas, uso de apoyos y anclajes, necesarios para su implementación.

Dentro de las dimensiones a destacar del sistema de vigüeta bovedilla, es posible observar el comportamiento estructural en un evento sísmico, según León (2007) el comportamiento de los sistemas de vigüeta bovedilla actúa como un Diafragma Rígido, transmitiendo las cargas de peso de forma unidireccional hacia los elementos verticales, incluso cambiando la disposición de las vigüetas perpendiculares, paralelas y diagonales a la fuerza provocada por un sismo, no presenta cambios considerables en la transmisión de cargas a estos elementos verticales.

Una dimensión de interés radica en los costos económicos que se pueden obtener con el sistema vigüeta - bovedilla, los autores Sierra y Crispín (2018) realizaron un estudio sobre el costo de diferentes sistemas convencionales de Loza aligerada versus el sistema vigüeta

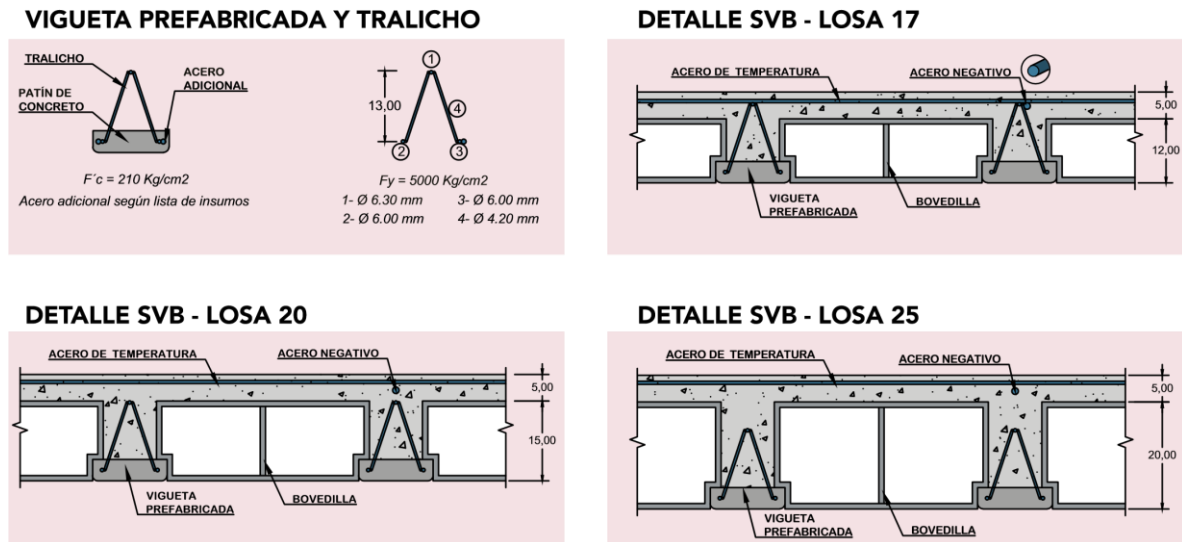
bovedilla, donde se observó que este último es más rentable en función a costos asociados mano de obra, costos de transporte y costo de insumos.

Sierra y Crispín (2018) indican que, dentro de los factores técnicos se observa la importancia que el sistema de vigüeta y bovedilla desplacen fuerzas de peso hacia los elementos verticales resistente, por lo que, el sistema debe estar constituido por cinco elementos como: a) Bovedilla, la cual es un elemento de relleno que se apoya con otros elementos como la vigüeta, tiene diferentes materiales, los cuales buscan disminuir el peso y aligerar las cargas la loza b) Vigüeta, la cual es un elemento formado por alambres concreto de gran capacidad de resistencia y elementos de alambra para pre esfuerzo, generalmente de 11 a 20 centímetros de altura cuyo propósito es absorber cargas de flexión de otras estructuras para transmitir cargas a otras estructuras del edificio; c) Malla Electrosoldada, la cual consiste en una capa de acero que evita agrietamientos por cambios de temperatura y resistir esfuerzos de flexión; d) Capa de Compresión, la cual queda sobre las bovedillas y vigüetas cuyo propósito estructural es integrar a los demás elementos del sistema y e) Cimbra Provisional, la cual tiene una función temporal hasta que el concreto alcance una resistencia suficiente.

En la figura 1 es posible observar parte del sistema y la interacción de estos elementos. Asimismo, para las etapas de colocación de emplantillado hasta el tarrajeo los puntos de apoyo serán en función a la altura de la loza, pudiendo prever que una altura de loza entre 17 a 20 cm, se requerirá un apoyo por cada 1,5 m de distancia, en caso que la altura sea de 25 cm se prevé 1,3 m de distancia en cada apoyo. Finalmente, se debe tener un sumo cuidado con las instalaciones eléctricas que pueden ser colocadas por los espacios dejados de las bovedillas o también es posible retirar una bovedilla o por espacios dentro de las paredes, quedando a criterio de cada responsable del proyecto.

Figura 1. Detalle del sistema vigueta bovedilla

Detalle del sistema vigueta bovedilla



Nota. Extraído de Manual Sistema Vigueta Bovedilla de Pacasmayo (2020).

También es necesario analizar la información entorno a la variable losas de entresijos con sistema convencional, el cual mencionan que es el sistema donde se colocan nervios estructurales intermedios, como bloques, ladrillos, casetones de madera y metálicas, el cual es conveniente por aligerar su propio peso, por lo que este sistema está sostenido por un encofrado apuntalado, que puede ser de madera o metálica (Rivera, 2019). Según Ramos (2020) menciona que los entresijos con sistema convencional se consideran uno de los elementos más utilizados en la construcción pues son usados para lograr una construcción ligera y rentable, ayudando a reducir las fuerzas causadas por la acción sísmica y las dimensiones de los cimientos y otros elementos de las estructuras. Por lo que tienen las principales características las cuales son: a) Acelera la construcción al manejar vertidos simultáneos en niveles diferentes de un edificio, proporcionando mano de obra, b) Las placas producen una membrana de estabilidad y resistencia a los eventos sísmicos a medida que

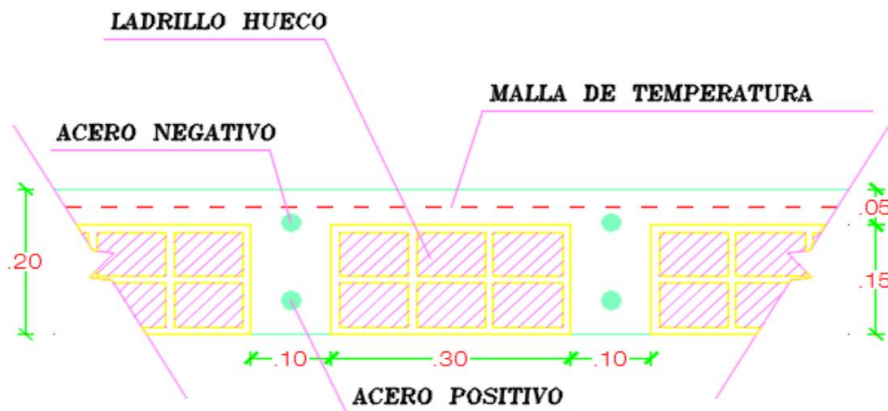
producen el movimiento del diagrama de placas y c) El sistema minimiza el desperdicio de material (Casco & Majano, 2019).

Al igual que el sistema de vigueta y bovedilla, está regulado por la NTP 239.500:2017, la cual sigue las consideraciones, requisitos y procedimientos que deben realizar para la implementación de losa aligerada, no obstante, también se incluye la NTP 334.189:2016 la cual refiere las indicaciones sobre cemento y hormigón que deben tener las estructuras, entre las que destacan los requisitos químicos como cantidad de óxidos, caliza, silicatos y aluminatos presentes en la mezcla; requisitos físicos, como el porcentaje mínimos y máximos de aire presente en el mortero, expansión máxima en porcentaje de la mezcla, resistencia a la compresión de 1 a 28 días en MPa (INACAL, 2016).

En el aspecto técnico, el sistema convencional está generalmente formado por cuatro elementos: a) Viguetas, estas son hechas a base de concreto que se encuentra unidireccionales, formada por dos aceros positivo y negativo, b) Ladrillo para techo, los cuales se caracterizan en su mayoría por ser de 30 cm de ancho por 30 cm de largo, con distintas alturas dependiendo el tipo de estructura que pueden ser de 12 cm, 15 cm, 20 cm y 25 cm, c) Malla de temperatura, son piezas fabricadas con varillas corrugadas, las cuales se colocan en la losa del techo en una posición perpendicular, cuya finalidad es resistir la temperatura y contracción presentes en el techo; por último se tiene d) Losa de compresión, la cual es la parte superior de todo el sistema, formada por concreto vaciado en el lugar y momento, reforzada con una malla electro soldada tal como se presenta en la Figura 2 (Robles, 2019).

Figura 2

Sistema de losa aligerada convencional



Nota. Extraído de Evaluación entre el Sistema de Losa Aligerada con Viguetas Pretensadas y Losa Aligerada Convencional para la optimización del Tiempo En Función a la Economía, Robles (2019).

Referente a las guías de procedimiento para la construcción de losas aligeradas convencionales, tienen dos procesos de ejecución: a) en el primer proceso se encuentra la habilitación de soleras y pie de techo, fijación de soleras y fijación de fondo de vigueta; b) en el segundo proceso se tiene la colocación de ladrillos, alineación de ladrillos de techo, colocar y sujetar fierro inferior y bastón y por último colocar separadores de fierro (Aceros Arequipa, 2023).

Finalmente, en la dimensión de costos económicos, referente a la mano de obra, este hace referencia al costo del recurso humano que se necesita para la elaboración y construcción de los elementos de la estructura y su costo hace referencia a los acuerdos de los salarios estipulados de acuerdo a ley (Casco & Majano, 2019). Por otro lado, los Materiales, son la materia prima que es indispensable para la elaboración de los elementos de base estructural, y sus costos van de acuerdo al análisis de demanda que tenga en el mercado y accesibilidad de proveedores (Chang, 2021). Por tal razón, uno de los beneficios

principales del sistema tradicional es su rentabilidad económica, debido al tiempo de las actividades que esta demanda, así como su programación en la obra, puesto que al reducir los tiempos se contribuye al ahorro en la mano de obra, logrando reducir horas hombres en un 17.12%, y un 40% del costo total (Apaza, 2019).

El objetivo general en la presente investigación es: Determinar el resultado del análisis comparativo de las losas de entresijos con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo – 2022. Los objetivos específicos presentados son: a) Comparar los factores técnicos de las losas de entresijo con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo – 2022, b) Comparar los tiempos de procesos de las losas de entresijo con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo – 2022 y c) Comparar los costos económicos de las losas de entresijo con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo – 2022.

Se presenta como hipótesis general a: Las losas de entresijo con sistema vigueta – bovedilla presentan mejores ventajas que las losas de entresijo con sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo – 2022.

El presente proyecto de investigación sustenta su justificación práctica en presentar aquellas técnicas, fórmulas y estrategias de construcción empleados durante el uso de losas de entresijo con sistema vigueta – bovedilla pues se trata de una idea revolucionaria especialmente para edificios multifamiliares. Por otro lado, la justificación metodológica se proyecta en el uso de instrumentos de recolección de datos que en la presente investigación corresponde a una ficha de observación y ficha de análisis documental, ambos contemplan tanto indicadores como dimensiones de las variables de estudio: losas de entresijo con

sistema vigueta – bovedilla y losas de entrepiso con sistema convencional; dichos instrumentos podrán ser utilizados posteriormente por investigadores que se evoquen a una línea similar de estudio. Finalmente, la justificación social se basa en dar a conocer que, las losas de entrepiso con sistema vigueta – bovedilla presenta una serie de ventajas frente al sistema convencional, las cuales son: Comportamiento estructural, costos económicos, rendimiento, precisiones técnicas, etc.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

El enfoque al que se alinea esta investigación es cuantitativo, para Hernández et al. (2014) dicho enfoque sigue un procedimiento deductivo que emplea técnicas estadísticas para la medición de las variables de estudio; ello con el propósito de comprobar una hipótesis formulada. La tesis sigue este enfoque ya que, se desea medir o cuantificar las variables de investigación (losas de entresijos con sistema vigueta – bovedilla y losas de entresijos con sistema convencional) a fin de lograr una comparación entre ellos a través de las dimensiones e indicadores consignados.

El tipo de investigación por su finalidad es descriptivo, en palabras de Guevara et al. (2020) su objetivo es identificar y precisar cuáles son las propiedades de los elementos que forman parte de un contexto de estudio en el que se involucra una determinada población en un tiempo preciso; esta tesis se alinea a esta tipología puesto que, se busca una descripción detallada de cuáles son los componentes implicados en el análisis comparativo de losas de entresijos con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares en Trujillo. Además, por su temporalidad el tipo de investigación es transversal, frente a esto, Guevara et al. (2020) señala que, su principal característica es la ejecución del estudio en un punto preciso del tiempo en el que se desarrolla la problemática en cuestión; es por ello que, esta tesis se llevó a cabo en el año 2022.

El diseño que sigue esta investigación es descriptivo comparativo, Gay (1996) mencionan que, consiste en comparar las propiedades asociadas a los componentes de dos grupos muestrales mediante la observación en su contexto natural de estudio con el propósito de precisar sus diferencias y similitudes. Esta tesis ocupa este diseño pues se desea comparar

las dimensiones e indicadores de dos sistemas de losas de entrepiso en edificios multifamiliares; el primero se rige bajo el sistema vigueta – bovedilla y el segundo se basa en el sistema convencional.

La población según Pineda et al. (1994) es una colección de elementos hallados en un contexto de espacio – tiempo determinado, los cuales conservan una similitud en sus propiedades y proyectan una problemática de estudio. La población de la presente tesis está conformada por tres edificios multifamiliares del distrito de Trujillo cuyo diseño estructural contempla losas de entrepiso con sistema convencional y su proyección con sistema vigueta – bovedilla.

La muestra de acuerdo a Pineda et al. (1994) es la extracción de una parte de la población mediante técnicas de muestreo que pueden ser probabilísticos o no probabilísticos, dichos elementos comparten características significativas que permitirán generalizar los resultados obtenidos. Para esta tesis, se consideró como muestra a tres edificios multifamiliares del distrito de Trujillo cuyo diseño estructural contempla losas de entrepiso con sistema convencional y su proyección con sistema vigueta – bovedilla. Es necesario, resaltar que la técnica de muestreo seleccionada es la no probabilística por conveniencia, ello en palabras de Otzen y Manterola (2017) se sustenta en la accesibilidad o disponibilidad que posea el investigador con respecto a la inclusión de la muestra a un determinado estudio.

La técnica empleada es el análisis documental, para Dulzaides y Molina (2004) consiste en un procedimiento analítico – sintético que busca compilar y sistematizar la información obtenida de fuentes bibliográficas sirviendo como soporte para cumplir los objetivos que persigue la investigación. Esta tesis empleó dicha técnica pues la recopilación de información se tomó de datos generados por los reportes de un software de proyección

asociado al sistema vigueta – bovedilla; esta data resulta muy útil pues se alinea pertinentemente a las dimensiones e indicadores consignados.

Con respecto al instrumento utilizado se consideró a la ficha de análisis documental, según Dulzaides y Molina (2004) es el documento físico donde se recopila la información obtenida en el proceso de investigación que se alinea a las dimensiones e indicadores relacionadas a las variables. En esta tesis se empleó dicho instrumento bajo la presentación de matrices elaboradas por el propio investigador donde se identificó, registró y sistematizó datos asociados a los factores técnicos, comportamiento estructural y costos económicos tanto de losas de entrepiso con sistema vigueta – bovedilla como de losas de entrepiso con sistema convencional; además, se empleó la Norma técnica NTP 239.500:2017 (sistema vigueta – bovedilla) y la Norma técnica NTP 334.189:2016 (sistema convencional).

El procesamiento de datos se dio en dos fases: a) Fase de pre campo o planificación: Se partió de la localización exacta de los edificios multifamiliares en el distrito de Trujillo para luego realizar la solicitud de presentación a los dueños del proyecto de los edificios en cuestión quien dará su conformidad para la recolección de datos a través de la información proyectada por su software especializado mediante instrumentos como fichas de análisis documentarios y b) Fase de gabinete o recolección: Se recopiló información sobre los factores técnicos sustentado en las normas técnicas y Guías de procedimiento determinados por la legislación peruana; el comportamiento estructural, donde se consignó información sobre el desplazamiento, deformación y rendimiento mediante matrices comparativas; y costos económicos sustentado en costo de horas – hombre y costo de material registrado en matrices comparativas; dicha información que fueron sistematizados mediante hojas de cálculo del software Microsoft Excel.

En cuanto al análisis de datos se realizó de acuerdo a técnicas estadísticas tanto descriptivas como inferenciales. Las técnicas estadísticas descriptivas se emplearon para presentar tablas y gráficos estadísticos representativos que proyecten información especialmente cuantitativa permitiendo el análisis comparativo del que es objeto esta investigación; por ejemplo, para la dimensión comportamiento estructural (Desplazamiento, deformación y rendimiento) y costos económicos (costo de horas – hombre y costo de material). Las técnicas estadísticas inferenciales se utilizaron para la contrastación de la hipótesis de estudio planteada: Las losas de entrepiso con sistema vigueta – bovedilla presentan mejores ventajas que las losas de entrepiso con sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo – 2022; para lo cual se hizo uso del software estadístico SPSS v21 que permitirá concretar dicho procedimiento.

Es necesario contemplar los recursos empleados para cada sistema de losa de entrepiso, para el sistema convencional se proyecta la siguiente información:

Tabla 1
Recursos requeridos para losas de entresijo con Sistema Convencional

| Código | Tipo de recurso | Recurso | Unidad |
|----------------|-----------------|-------------------------------|----------------|
| 0101010003 | | Operario | Hh |
| 0101010004 | Mano de obra | Oficial | Hh |
| 0101010005 | | Peón | Hh |
| 020301007 | | Flete terrestre | Glb |
| 02040100010002 | | Alambre negro recocido | Kg |
| 020401001 | | Acero corrugado | Kg |
| 02041200010004 | | Clavos para madera | Kg |
| 02070100010002 | Materiales | Piedra chancada ½ | m ³ |
| 02040200010002 | | Arena gruesa | m ³ |
| 021301001 | | Cemento Portland | Bolsas |
| 02160100040005 | | Bovedillas | Unidades |
| 020331001 | | Madera tornillo | p ² |
| 0301010005 | | Herramientas manuales | % |
| 03012100030001 | | Winche eléctrico 3.6 HP | Hm |
| 03012900030001 | Equipos | Mezcladora de concreto 3.6 HP | Hm |
| 0301290004 | | Vibrador de concreto 4 HP | Hm |

Ahora bien, para las losas de entrepiso con sistema vigueta - bovedilla se cuenta con la información presentada a continuación:

Tabla 2

Recursos requeridos para losas de entrepiso con Sistema Vigueta - Bovedilla

| Código | Tipo de recurso | Recurso | Unidad |
|----------------|-----------------|-------------------------------|----------------|
| 0101010003 | | Operario | Hh |
| 0101010004 | Mano de obra | Oficial | Hh |
| 0101010005 | | Peón | Hh |
| 020301007 | | Flete terrestre | Glb |
| 02040100010002 | | Alambre negro recocado | Kg |
| 020401001 | | Acero corrugado | Kg |
| 02041200010004 | | Clavos para madera | Kg |
| 02070100010002 | | Piedra chancada ½ | m ³ |
| 02040200010002 | Materiales | Arena gruesa | m ³ |
| 021301001 | | Cemento Portland | Bolsas |
| 02160100040005 | | Bovedilla | Unidades |
| 0216020011 | | Vigueta v - 101 | m |
| 0216020012 | | Vigueta v - 102 | m |
| 020331001 | | Madera tornillo | p ² |
| 0301010005 | | Herramientas manuales | % |
| 03012100030001 | | Winche eléctrico 3.6 HP | Hm |
| 03012900030001 | Equipos | Mezcladora de concreto 3.6 HP | Hm |
| 0301290004 | | Vibrador de concreto 4 HP | Hm |

Los aspectos éticos considerados en la presente investigación son: a) Transparencia de la información: Los datos recolectados proceden de fuentes completamente confiables como normas técnicas e información proporcionada directamente por la empresa propietaria de los edificios multifamiliares asegurando así la confiabilidad de lo consignado en la

investigación, b) Confidencialidad de la información: Los resultados derivados del análisis comparativos subyacente al proceso de investigación se utilizaron únicamente con fines académicos; por lo que, se prohíbe implícitamente su divulgación con propósitos ajenos a lo citado previamente y c) Apego a las normas técnicas referente a la construcción: La investigación se alinea y respeta en todo su proceso a las normas técnicas para ambos sistemas asociados a las losas de entrepiso (NTP 239.500:2017 y NTP 334.189:2016) vigentes en el sistema legal peruano.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Comparar los factores técnicos de las losas de entrepiso con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo - 2022.

3.1.1. Manual técnico

Tabla 3

Comparativa del manual técnico de losas de entrepiso con sistema vigueta – bovedilla y sistema convencional

| Aspecto | Sub-aspecto | Sistema vigueta - bovedilla | Sistema convencional |
|-------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Generalidades | Aplicación | Aplicado en proyectos como: Oficinas, centros educativos, centros comerciales, edificios multifamiliares, sótanos de estacionamiento. | Aplicado en proyectos como: Oficinas, centros educativos, centros comerciales, edificios multifamiliares, sótanos de estacionamiento. |
| | Beneficios | <ul style="list-style-type: none"> • Ahorro de acero hasta de 50% • Ahorro de concreto por m² • Ahorro en encofrado de losa • Menor tiempo de encofrado • Practicidad para instalaciones • Cuadrillas eficientes • Calidad en el producto • Aplicable en losas 2D | <ul style="list-style-type: none"> • Son autoportables • Ahorro de concreto por m² • Calidad en el producto • Acelera la construcción al manejar vertidos simultáneos • Poseen estabilidad y resistencia sísmica • Minimiza el desperdicio de material |
| Detalles técnicos | Criterios de diseño | Acorde a la norma 0.60 de concreto armado y el ACI - 318 | Acorde a la norma NTP 334.189:2016 |
| | Especificaciones técnicas | <ul style="list-style-type: none"> • Las viguetas se componen por concreto, tralicho y varillas de refuerzo corrugado • Las bovedillas se componen de concreto elaborados en moldes de altura variable • Las bandejas pueden ser simples (20 cm), bandeja | <ul style="list-style-type: none"> • Las viguetas están hechas en base a concreto dispuestos de manera unidireccional • Conformado por ladrillo para techo de 30 x 30 cm de altura 12, 15, 20 o 25 cm • Uso de mallas de temperatura con varillas |

| | | | |
|-------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Procesos de instalación | Izaje | <p>eléctrica (20 cm) y bandeja de costura (10 cm).</p> <ul style="list-style-type: none"> Las viguetas pueden ser izadas manual o mecánicamente Los componentes de izaje deben estar ubicados a tercios de luz El punto de enganche debe tomar el alambre inclinado y el fierro superior Su almacenamiento puede efectuarse en 10 niveles Puede aceptarse como máximo una deformación de dos bucles | <p>corrugadas en posición perpendicular.</p> <ul style="list-style-type: none"> Las viguetas pueden ser izadas manual o mecánicamente Se debe tener a disposición todos los materiales |
| | Apuntalamiento | <ul style="list-style-type: none"> Requiere de soleras y puntales El espaciado debe tener una distancia máxima de 1.50 m | <ul style="list-style-type: none"> Apuntalar hasta que se alcance resistencia Se puede dar al encofrado la forma deseada |
| | Emplantillado | <ul style="list-style-type: none"> Sigue la modulación planteada en los planos del proveedor Las bovedillas de emplantillado deben separarse 5 cm del encofrado de la vida | <ul style="list-style-type: none"> El encofrado más usado es la madera; pero también se usa el metálico y el plástico Deben quedar anclados al encofrado y al piso del nivel inferior para evitar desplazamientos |
| | Conexión | <ul style="list-style-type: none"> La vigueta debe llegar hasta el soporte y las bovedillas 5 cm antes del núcleo de concreto Se debe atortolar 2 conectores ahogados de 8 mm | <ul style="list-style-type: none"> Es importante que se fije todo firmemente para evitar que se muevan Se puede emplear amarres de alambre atados a barras ortogonales o estribos |
| | Instalación | <ul style="list-style-type: none"> Compatibilizado con los planos de instalaciones sanitarias Se ubican en las cajas ortogonales de las bandejas eléctricas ubicadas en el plano de modulación | <ul style="list-style-type: none"> Se puede decidir entre embutir las tuberías y conductos o colgarlos Las tuberías e instalaciones eléctricas deben estar fijadas |

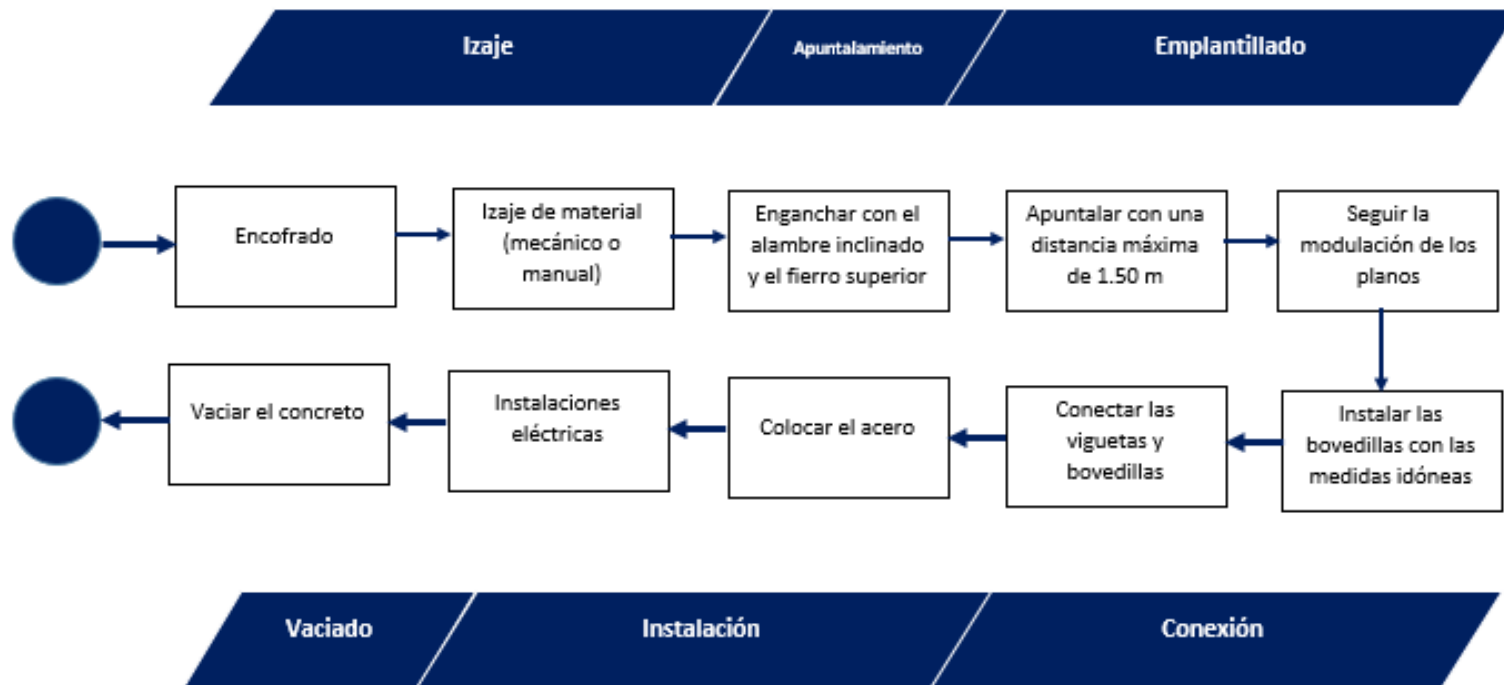
Vaciado

- Debe ajustarse a las características de los planos
 - El concreto debe tener resistencia a la compresión, huso del agregado de 67, slump entre 5 y 8 y cemento de tipo I
 - Se pueden utilizar herramientas simples como baldes y carretillas para niveles inferiores / sistema de poleas para niveles superiores
 - Se expande el concreto por toda la losa con rastrillos metálicos
-

3.1.2. Flujo de procedimiento

Figura 3

Flujo de procedimiento de las losas de entrepiso con sistema vigueta - bovedilla



En la figura 3, se aprecia el flujograma de las losas de entrepiso con sistema vigueta – bovedilla que comprende a 6 procedimientos con sus respectivas actividades clave. El procedimiento inicia con el izaje y culmina con el vaciado de concreto.

Figura 4

Flujo de procedimiento de las losas de entrepiso con sistema convencional



En la figura 4, se observa el flujograma de las losas de entrepiso con sistema convencional que comprende a 6 procedimientos con sus respectivas actividades clave. El procedimiento inicia con el izaje y culmina con el vaciado de concreto.

3.2. Comparar el tiempo de proceso de las losas de entrepiso con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo - 2022.

3.2.1. Edificio multifamiliar Montecarlo

Tabla 4

Tiempo empleado según el sistema vigueta - bovedilla para el edificio multifamiliar Montecarlo por cuadrilla

| Actividades | Duración (días) |
|--------------------------|-----------------|
| Encofrado y desencofrado | 1 |
| Colocación de ladrillo | 1 |
| Colocación de acero | 1 |
| Vaciado de concreto | 0.5 |
| Total | 3.5 |

En la Tabla 4 es posible apreciar que, el tiempo utilizado por cuadrilla según el sistema vigueta – bovedilla equivale a 3.5 días, donde la actividad de vaciado de concreto implica el menor tiempo.

Tabla 5

Tiempo empleado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Montecarlo por cuadrilla

| Actividades | Duración (días) |
|--------------------------|-----------------|
| Encofrado y desencofrado | 4 |
| Colocación de ladrillo | 1 |
| Colocación de acero | 2 |
| Vaciado de concreto | 0.5 |
| Total | 7.5 |

En la Tabla 5 se puede validar que, el tiempo utilizado por cuadrilla según el sistema convencional es igual a 7.5 días, donde la actividad de vaciado de concreto implica el menor tiempo; mientras que, el encofrado y desencofrado equivale a más del 50% de tiempo.

Tabla 6

Comparación de tiempo empleado por cuadrilla para el edificio multifamiliar Montecarlo

| Actividades | Sistema Vigueta - Bovedilla | Sistema Convencional | Diferencia |
|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------|
| | Duración (días) | Duración (días) | Duración (días) |
| Encofrado y desencofrado | 1 | 4 | 3 |
| Colocación de ladrillo | 1 | 1 | 0 |
| Colocación de acero | 1 | 2 | 1 |
| Vaciado de concreto | 0.5 | 0.5 | 0 |
| Total | 3.5 | 7.5 | 4 |

En la Tabla 6 se denota que, la actividad con mayor ahorro de tiempo es el encofrado y desencofrado; por otro lado, donde no se visualiza cambio alguno es en las actividades de colocación de ladrillo y vaciado. Luego del análisis realizado se verificó una diferencia de 4 días entre el Sistema vigueta – bovedilla y el Sistema convencional; lo que equivale a un ahorro de tiempo del 50%.

3.2.2. Edificio multifamiliar Juan Pablo II

Tabla 7

Tiempo empleado según el sistema vigueta - bovedilla para el edificio multifamiliar Juan Pablo II por cuadrilla

| Actividades | Duración (días) |
|--------------------------|-----------------|
| Encofrado y desencofrado | 1 |
| Colocación de ladrillo | 1 |
| Colocación de acero | 1 |
| Vaciado de concreto | 0.5 |
| Total | 3.5 |

En la Tabla 7 es posible apreciar que, el tiempo utilizado por cuadrilla según el sistema vigueta – bovedilla equivale a 3.5 días, donde la actividad de vaciado de concreto implica el menor tiempo.

Tabla 8

Tiempo empleado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Juan Pablo II por cuadrilla

| Actividades | Duración (días) |
|--------------------------|-----------------|
| Encofrado y desencofrado | 4 |
| Colocación de ladrillo | 1.5 |
| Colocación de acero | 2 |
| Vaciado de concreto | 0.5 |
| Total | 8 |

En la Tabla 8 se puede validar que, el tiempo utilizado por cuadrilla según el sistema convencional es igual a 8 días, donde la actividad de vaciado de concreto implica el menor tiempo; mientras que, el encofrado y desencofrado equivale a más del 50% de tiempo.

Tabla 9

Comparación de tiempo empleado por cuadrilla en el edificio multifamiliar Juan Pablo II

| Actividades | Sistema Vigueta - Bovedilla | Sistema Convencional | Diferencia |
|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------|
| | Duración (días) | Duración (días) | Duración (días) |
| Encofrado y desencofrado | 1 | 4 | 3 |
| Colocación de ladrillo | 1 | 1.5 | 0 |
| Colocación de acero | 1 | 2 | 1 |
| Vaciado de concreto | 0.5 | 0.5 | 0 |
| Total | 3.5 | 8 | 4.5 |

En la Tabla 9 se denota que, la actividad con mayor ahorro de tiempo es el encofrado y desencofrado; por otro lado, donde no se visualiza cambio alguno es en las actividades de colocación de ladrillo y vaciado. Luego del análisis realizado se verificó una diferencia de 4.5 días entre el Sistema vigueta – bovedilla y el Sistema convencional; lo que equivale a un ahorro de tiempo del 53%.

3.2.3. Edificio multifamiliar Begonias

Tabla 10

Tiempo empleado según el sistema vigueta - bovedilla para el edificio multifamiliar Begonias por cuadrilla

| Actividades | Duración (días) |
|--------------------------|-----------------|
| Encofrado y desencofrado | 1.5 |
| Colocación de ladrillo | 1 |
| Colocación de acero | 1 |
| Vaciado de concreto | 0.5 |
| Total | 4 |

En la Tabla 10 es posible apreciar que, el tiempo utilizado por cuadrilla según el sistema vigueta – bovedilla equivale a 4 días, donde la actividad de vaciado de concreto implica el menor tiempo.

Tabla 11

Tiempo empleado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Begonias por cuadrilla

| Actividades | Duración (días) |
|--------------------------|-----------------|
| Encofrado y desencofrado | 4 |
| Colocación de ladrillo | 1 |
| Colocación de acero | 2 |
| Vaciado de concreto | 0.5 |
| Total | 7.5 |

En la Tabla 11 se puede validar que, el tiempo utilizado por cuadrilla según el sistema convencional es igual a 7.5 días, donde la actividad de vaciado de concreto implica el menor tiempo; mientras que, el encofrado y desencofrado equivale a más del 50% de tiempo.

Tabla 12

Comparación de tiempo empleado por cuadrilla para el edificio multifamiliar Begonias

| Actividades | Sistema Vigueta - Bovedilla | Sistema Convencional | Diferencia |
|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------|
| | Duración (días) | Duración (días) | Duración (días) |
| Encofrado y desencofrado | 1.5 | 4 | 2.5 |
| Colocación de ladrillo | 1 | 1 | 0 |
| Colocación de acero | 1 | 2 | 1 |
| Vaciado de concreto | 0.5 | 0.5 | 0 |
| Total | 4 | 7.5 | 3.5 |

En la Tabla 12 se denota que, la actividad con mayor ahorro de tiempo es el encofrado y desencofrado; por otro lado, donde no se visualiza cambio alguno es en las actividades de colocación de ladrillo y vaciado. Luego del análisis realizado se verificó una diferencia de 3.5 días entre el Sistema vigueta – bovedilla y el Sistema convencional; lo que equivale a un ahorro de tiempo del 50%.

3.3. Comparar los costos económicos de las losas de entresijos con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo - 2022.

3.3.1. Edificio multifamiliar Montecarlo

Tabla 13

Costos del premezclado según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Montecarlo por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | hh | 0.0160 | 24.63 | 0.39 |
| | Operario | hh | 0.1600 | 22.73 | 3.64 |
| | Oficial | hh | 0.3200 | 18.21 | 5.83 |
| | Peón | hh | 0.3200 | 16.41 | 5.25 |
| Subtotal | | | | | 15.11 |
| Materiales | Concreto premezclado T-I H67 A5 FC = 210 kg/cm ² | m ³ | 1.0500 | 320.00 | 336.00 |
| | Servicio de bomba para concreto premezclado | m ³ | 1.0500 | 42.00 | 44.10 |
| Subtotal | | | | | 380.10 |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 15.11 | 0.45 |
| | Vibrador de concreto 4 HO 2.40 | hm | 0.1600 | 12.50 | 2.00 |
| Subtotal | | | | | 2.45 |
| Total | | | | | 397.66 |

En la Tabla 13, para el proceso de premezclado según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Montecarlo se denota un costo de mano de obra equivalente a 15.11 por m³, un costo de materiales igual a 380.10 por m² y un costo de equipos equivalente a 2.45 por m³; ascendiendo a un total de 397.66 por m²

Tabla 14

Costos del encofrado y desencofrado según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Montecarlo por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|-------------------------------------------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | hh | 0.1000 | 24.63 | 0.39 |
| | Operario | hh | 1.0000 | 22.73 | 3.64 |
| | Oficial | hh | 1.0000 | 18.21 | 2.91 |
| | Peón | hh | 0.5000 | 16.41 | 1.31 |
| Subtotal | | | | | 8.26 |
| Materiales | Clavos con cabeza de 2 ½ , 3, 4 | Kg | 0.0400 | 5.10 | 0.20 |
| | Alambre negro recocado # 8 | Kg | 0.0400 | 5.10 | 0.20 |
| | Madera tornillo incluye corte para encofrado | p ² | 1.0600 | 6.50 | 6.89 |
| | Subtotal | | | | |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 8.26 | 0.25 |
| | Subtotal | | | | |
| Total | | | | | 15.81 |

En la Tabla 14, para el proceso de encofrado y desencofrado según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Montecarlo se denota un costo de mano de obra equivalente a 8.26 por m², un costo de materiales igual a 7.30 por m² y un costo de equipos equivalente a 0.25 por m²; ascendiendo a un total de 15.81 por m²

Tabla 15

Costos del izaje e instalación según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Montecarlo por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | Hh | 0.0053 | 24.63 | 0.13 |
| | Oficial | Hh | 0.0533 | 18.21 | 0.97 |
| | Peón | Hh | 0.2133 | 16.41 | 3.50 |
| | Subtotal | | | | |
| Materiales | Viguetas, bovedillas, bandejas | m ² | 1.0000 | 69.00 | 69.00 |
| | Subtotal | | | | |
| Equipos | Grúa con alcance 15 m | Hm | 0.0267 | 200.00 | 5.33 |
| | Vibrador de concreto 4 HO 2.40 | %MO | 3.0000 | 4.60 | 0.14 |
| | Subtotal | | | | |
| Total | | | | | 79.07 |

En la Tabla 15, para el proceso de izaje e instalación según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Montecarlo se denota un costo de mano de obra equivalente a 4.60 por m², un costo de materiales igual a 69.00 por m² y un costo de equipos equivalente a 5.47 por m²; ascendiendo a un total de 79.07 por m²

Tabla 16

Costos del refuerzo según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Montecarlo por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|----------------------------------------------------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | hh | 0.0029 | 24.63 | 0.07 |
| | Operario | hh | 0.0291 | 22.73 | 0.66 |
| | Peón | hh | 0.0145 | 16.41 | 0.24 |
| Subtotal | | | | | 0.97 |
| Materiales | Alambre negro recocido #16 | Kg | 0.0500 | 5.10 | 0.26 |
| | Acero corrugado fy = 4200 kg/cm ² grado 60 | Kg | 1.0500 | 3.60 | 3.78 |
| Subtotal | | | | | 4.04 |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 0.97 | 0.03 |
| | Subtotal | | | | |
| Total | | | | | 5.04 |

En la Tabla 16, para el proceso de refuerzo según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Montecarlo se denota un costo de mano de obra equivalente a 0.97 por m³, un costo de materiales igual a 4.04 por m² y un costo de equipos equivalente a 0.03 por m³; ascendiendo a un total de 5.04 por m²

Tabla 17

Costos del premezclado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Montecarlo por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | Hh | 0.0160 | 24.63 | 0.39 |
| | Operario | Hh | 0.1600 | 22.73 | 3.64 |
| | Oficial | Hh | 0.3200 | 18.21 | 5.83 |
| | Peón | Hh | 0.3200 | 16.41 | 5.25 |
| Subtotal | | | | | 15.11 |
| Materiales | Concreto premezclado T-I H67 A5 FC = 210 kg/cm ² | m ³ | 1.0500 | 320.00 | 336.00 |
| | Servicio de bomba para concreto premezclado | m ³ | 1.0500 | 42.00 | 44.10 |
| Subtotal | | | | | 380.10 |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 15.11 | 0.45 |
| | Vibrador de concreto 4 HO 2.40 | Hm | 0.1600 | 12.50 | 2.00 |
| Subtotal | | | | | 2.45 |
| Total | | | | | 397.66 |

En la Tabla 17, para el proceso de premezclado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Montecarlo se denota un costo de mano de obra equivalente a 15.11 por m², un costo de materiales igual a 380.10 por m² y un costo de equipos equivalente a 2.45 por m²; ascendiendo a un total de 397.66 por m²

Tabla 18

Costos del encofrado y desencofrado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Montecarlo por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|----------------------------------------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | hh | 0.0571 | 24.63 | 1.41 |
| | Operario | hh | 0.5714 | 22.73 | 12.99 |
| | Oficial | hh | 0.5714 | 18.21 | 10.41 |
| | Peón | hh | 0.2857 | 16.41 | 4.69 |
| Subtotal | | | | | 29.49 |
| Materiales | Alambre negro recocido #8 | Kg | 0.1000 | 5.10 | 0.51 |
| | Clavos con cabeza de 2 1/2, 3, 4 | Kg | 0.1000 | 5.10 | 0.51 |
| | Madera tornillo incluye corte para encofrado | p ² | 5.1500 | 6.50 | 33.48 |
| | Subtotal | | | | |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 29.49 | 0.88 |
| | Subtotal | | | | |
| Total | | | | | 64.87 |

En la Tabla 18, para el proceso de encofrado y desencofrado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Montecarlo se denota un costo de mano de obra equivalente a 29.49 por m², un costo de materiales igual a 33.48 por m² y un costo de equipos equivalente a 0.88 por m²; ascendiendo a un total de 64.87 por m²

Tabla 19

Costos del enladrillado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Montecarlo por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|------------------------------------------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | hh | 0.0005 | 24.63 | 0.01 |
| | Operario | hh | 0.0053 | 22.73 | 0.12 |
| | Peón | hh | 0.0320 | 16.41 | 0.53 |
| Subtotal | | | | | 0.66 |
| Materiales | Ladrillo para techo de 15x30x30 cm 8 huecos | m ³ | 1.0500 | 2.50 | 2.63 |
| | Subtotal | | | | |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 0.66 | 0.02 |
| | Subtotal | | | | |
| Total | | | | | 3.30 |

En la Tabla 19, para el proceso de enladrillado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Montecarlo se denota un costo de mano de obra equivalente a 0.66 por m², un costo de materiales igual a 2.63 por m² y un costo de equipos equivalente a 0.02 por m²; ascendiendo a un total de 3.30 por m²

Tabla 20

Costos del refuerzo según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Montecarlo por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|--------------------------------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | hh | 0.0029 | 24.63 | 0.07 |
| | Operario | hh | 0.0291 | 22.73 | 0.66 |
| | Peón | hh | 0.0145 | 16.41 | 0.24 |
| Subtotal | | | | | 0.97 |
| Materiales | Alambre negro recocido #16 | Kg | 0.0750 | 5.10 | 0.38 |
| | Acero de refuerzo fy = 4200 grado 60 | Kg | 1.0600 | 3.60 | 3.82 |
| Subtotal | | | | | 4.20 |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 0.97 | 0.03 |
| | Subtotal | | | | |
| Total | | | | | 5.20 |

En la Tabla 20, para el proceso de refuerzos según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Montecarlo se denota un costo de mano de obra equivalente a 0.97 por m², un costo de materiales igual a 4.20 por m² y un costo de equipos equivalente a 0.03 por m²; ascendiendo a un total de 5.20 por m²

Tabla 21

Cuadro resumen de comparación de costos para el edificio multifamiliar Montecarlo

| Sistema | Costo parcial | Duración (días) | Costo total |
|-----------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| Sistema Vigueta - Bovedilla | 493.58 | 3.5 | 1 727.53 |
| Sistema convencional | 471.03 | 7.5 | 3 532.73 |

En la Tabla 21, se visualiza en los costos totales para el sistema vigueta – bovedilla una cifra equivalente a 493.58 por m² y para el sistema convencional de 471.03 por m². Sin embargo, la duración del proceso según el Sistema Vigueta – Bovedilla es de 3.5 días en comparación al Sistema convencional que emplea 7 días; por lo tanto, el costo total del Sistema Vigueta – Bovedilla es 1 727.53 y el costo total del Sistema Convencional equivalente a 3 532.73, implicando un ahorro de 1 805.20.

3.3.2. Edificio multifamiliar Juan Pablo II

Tabla 22

Costos del premezclado según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Juan Pablo II por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | hh | 0.0160 | 24.63 | 0.39 |
| | Operario | hh | 0.1600 | 22.73 | 3.64 |
| | Oficial | hh | 0.3200 | 18.21 | 5.83 |
| | Peón | hh | 0.3200 | 16.41 | 5.25 |
| Subtotal | | | | | 15.11 |
| Materiales | Concreto premezclado T-I H67 A5 FC = 210 kg/cm ² | m ³ | 1.0500 | 289.23 | 303.69 |
| | Servicio de bomba para concreto premezclado | m ³ | 1.0500 | 42.00 | 44.10 |
| | Subtotal | | | | |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 15.11 | 0.45 |
| | Vibrador de concreto 4 HO 2.40 | hm | 0.1600 | 12.50 | 2.00 |
| Subtotal | | | | | 2.45 |
| Total | | | | | 365.36 |

En la Tabla 22, para el proceso de premezclado según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Porte Verde se denota un costo de mano de obra equivalente a 15.11 por m², un costo de materiales igual a 347.79 por m² y un costo de equipos equivalente a 2.45 por m²; ascendiendo a un total de 365.36 por m²

Tabla 23

Costos del encofrado y desencofrado según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Juan Pablo II por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|-------------------------------------------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | hh | 0.1000 | 24.63 | 0.39 |
| | Operario | hh | 1.0000 | 22.73 | 3.64 |
| | Oficial | hh | 1.0000 | 18.21 | 2.91 |
| | Peón | hh | 0.5000 | 16.41 | 1.31 |
| Subtotal | | | | | 8.26 |
| Materiales | Clavos con cabeza de 2 ½ , 3, 4 | Kg | 0.0400 | 5.10 | 0.20 |
| | Alambre negro recocido # 8 | Kg | 0.0400 | 5.10 | 0.20 |
| | Madera tornillo incluye corte para encofrado | p ² | 1.0600 | 6.50 | 6.89 |
| Subtotal | | | | | 7.30 |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 8.26 | 0.25 |
| | Subtotal | | | | |
| Total | | | | | 15.81 |

En la Tabla 23, para el proceso de encofrado y desencofrado según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Porte Verde se denota un costo de mano de obra equivalente a 8.26 por m², un costo de materiales igual a 7.30 por m² y un costo de equipos equivalente a 0.25 por m²; ascendiendo a un total de 15.81 por m²

Tabla 24

Costos del izaje e instalación según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Juan Pablo II por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | Hh | 0.0053 | 24.63 | 0.13 |
| | Oficial | Hh | 0.0533 | 18.21 | 0.97 |
| | Peón | Hh | 0.2133 | 16.41 | 3.50 |
| Subtotal | | | | | 4.60 |
| Materiales | Viguetas, bovedillas, bandejas | m ² | 1.0000 | 65.00 | 65.00 |
| | Subtotal | | | | |
| Equipos | Grúa con alcance 15 m | Hm | 0.0267 | 200.00 | 5.33 |
| | Vibrador de concreto 4 HO 2.40 | %MO | 3.0000 | 4.60 | 0.14 |
| | Subtotal | | | | |
| Total | | | | | 75.07 |

En la Tabla 24, para el proceso de izaje e instalación según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Porte Verde se denota un costo de mano de obra equivalente a 4.60 por m², un costo de materiales igual a 65.00 por m² y un costo de equipos equivalente a 5.47 por m²; ascendiendo a un total de 75.07 por m²

Tabla 25

Costos del refuerzo según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Juan Pablo II por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|----------------------------------------------------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | Hh | 0.0029 | 24.63 | 0.07 |
| | Operario | Hh | 0.0291 | 22.73 | 0.66 |
| | Peón | hh | 0.0145 | 16.41 | 0.24 |
| Subtotal | | | | | 0.97 |
| Materiales | Alambre negro recocido #16 | Kg | 0.0500 | 5.10 | 0.26 |
| | Acero corrugado fy = 4200 kg/cm ² grado 60 | Kg | 1.0500 | 4.45 | 4.67 |
| Subtotal | | | | | 4.93 |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 0.97 | 0.03 |
| | Subtotal | | | | |
| Total | | | | | 5.93 |

En la Tabla 25, para el proceso de refuerzo según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Juan Pablo II se denota un costo de mano de obra equivalente a 0.97 por m², un costo de materiales igual a 4.93 por m² y un costo de equipos equivalente a 0.03 por m²; ascendiendo a un total de 5.93 por m²

Tabla 26

Costos del premezclado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Juan Pablo II por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | Hh | 0.0160 | 24.63 | 0.39 |
| | Operario | Hh | 0.1600 | 22.73 | 3.64 |
| | Oficial | Hh | 0.3200 | 18.21 | 5.83 |
| | Peón | Hh | 0.3200 | 16.41 | 5.25 |
| Subtotal | | | | | 15.11 |
| Materiales | Concreto premezclado T-I H67 A5 FC = 210 kg/cm ² | m ³ | 1.0500 | 289.23 | 303.69 |
| | Servicio de bomba para concreto premezclado | m ³ | 1.0500 | 42.00 | 44.10 |
| Subtotal | | | | | 347.79 |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 15.11 | 0.45 |
| | Vibrador de concreto 4 HO 2.40 | Hm | 0.1600 | 12.50 | 2.00 |
| Subtotal | | | | | 2.45 |
| Total | | | | | 365.36 |

En la Tabla 26, para el proceso de premezclado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Juan Pablo II se denota un costo de mano de obra equivalente a 15.11 por m², un costo de materiales igual a 347.79 por m² y un costo de equipos equivalente a 2.45 por m²; ascendiendo a un total de 365.36 por m²

Tabla 27

Costos del encofrado y desencofrado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Juan Pablo II por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|----------------------------------------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | hh | 0.0571 | 24.63 | 1.41 |
| | Operario | hh | 0.5714 | 22.73 | 12.99 |
| | Oficial | hh | 0.5714 | 18.21 | 10.41 |
| | Peón | hh | 0.2857 | 16.41 | 4.69 |
| Subtotal | | | | | 29.49 |
| Materiales | Alambre negro recocido #8 | Kg | 0.1000 | 5.10 | 0.51 |
| | Clavos con cabeza de 2 1/2, 3, 4 | Kg | 0.1000 | 5.10 | 0.51 |
| | Madera tornillo incluye corte para encofrado | p ² | 5.1500 | 6.50 | 33.48 |
| Subtotal | | | | | 34.50 |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 29.49 | 0.88 |
| | Subtotal | | | | |
| Total | | | | | 64.87 |

En la Tabla 27, para el proceso de encofrado y desencofrado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Juan Pablo II se denota un costo de mano de obra equivalente a 29.49 por m², un costo de materiales igual a 33.48 por m² y un costo de equipos equivalente a 0.88 por m²; ascendiendo a un total de 64.87 por m²

Tabla 28

Costos del enladrillado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Juan Pablo II por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|------------------------------------------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | hh | 0.0005 | 24.63 | 0.01 |
| | Operario | hh | 0.0053 | 22.73 | 0.12 |
| | Peón | hh | 0.0320 | 16.41 | 0.53 |
| Subtotal | | | | | 0.66 |
| Materiales | Ladrillo para techo de 15x30x30 cm 8 huecos | m ³ | 1.0500 | 2.50 | 2.63 |
| | Subtotal | | | | |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 0.66 | 0.02 |
| | Subtotal | | | | |
| Total | | | | | 3.30 |

En la Tabla 28, para el proceso de enladrillado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Juan Pablo II se denota un costo de mano de obra equivalente a 0.66 por m², un costo de materiales igual a 2.63 por m² y un costo de equipos equivalente a 0.02 por m²; ascendiendo a un total de 3.30 por m²

Tabla 29

Costos del refuerzo según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Juan Pablo II por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|--------------------------------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | hh | 0.0029 | 24.63 | 0.07 |
| | Operario | hh | 0.0291 | 22.73 | 0.66 |
| | Peón | hh | 0.0145 | 16.41 | 0.24 |
| Subtotal | | | | | 0.97 |
| Materiales | Alambre negro recocido #16 | Kg | 0.0750 | 5.10 | 0.38 |
| | Acero de refuerzo fy = 4200 grado 60 | Kg | 1.0600 | 4.45 | 4.72 |
| Subtotal | | | | | 5.10 |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 0.97 | 0.03 |
| | Subtotal | | | | |
| Total | | | | | 6.10 |

En la Tabla 29, para el proceso de refuerzos según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Juan Pablo II se denota un costo de mano de obra equivalente a 0.97 por m², un costo de materiales igual a 5.10 por m² y un costo de equipos equivalente a 0.03 por m²; ascendiendo a un total de 6.10 por m²

Tabla 30

Cuadro resumen de comparación de costos para el edificio multifamiliar Juan Pablo II

| Sistema | Costo parcial | Duración (días) | Costo total |
|-----------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| Sistema Vigueta - Bovedilla | 462.17 | 3.5 | 1 617.59 |
| Sistema convencional | 439.63 | 8 | 3 517.04 |

En la Tabla 30, se visualiza en los costos totales para el sistema vigueta – bovedilla una cifra equivalente a 462.17 por m² y para el sistema convencional de 439.63 por m². Sin embargo, la duración del proceso según el Sistema Vigueta – Bovedilla es de 3.5 días en comparación al Sistema convencional que emplea 7 días; por lo tanto, el costo total del Sistema Vigueta – Bovedilla es 1 617.59 y el costo total del Sistema Convencional equivalente a 3 517.04, implicando un ahorro de 1 899.45.

3.3.3. Edificio multifamiliar Begonias

Tabla 31

Costos del premezclado según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Begonias por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | hh | 0.0160 | 24.63 | 0.39 |
| | Operario | hh | 0.1600 | 22.73 | 3.64 |
| | Oficial | hh | 0.3200 | 18.21 | 5.83 |
| | Peón | hh | 0.3200 | 16.41 | 5.25 |
| Subtotal | | | | | 15.11 |
| Materiales | Concreto premezclado T-I H67 A5 FC = 210 kg/cm ² | m ³ | 1.0500 | 320.00 | 336.00 |
| | Servicio de bomba para concreto premezclado | m ³ | 1.0500 | 42.00 | 44.10 |
| Subtotal | | | | | 380.10 |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 15.11 | 0.45 |
| | Vibrador de concreto 4 HO 2.40 | hm | 0.1600 | 12.50 | 2.00 |
| Subtotal | | | | | 2.45 |
| Total | | | | | 397.66 |

En la Tabla 31, para el proceso de premezclado según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Begonias se denota un costo de mano de obra equivalente a 15.11 por m², un costo de materiales igual a 380.10 por m² y un costo de equipos equivalente a 2.45 por m²; ascendiendo a un total de 397.66 por m²

Tabla 32

Costos del encofrado y desencofrado según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Begonias por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|-------------------------------------------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | hh | 0.1000 | 24.63 | 0.39 |
| | Operario | hh | 1.0000 | 22.73 | 3.64 |
| | Oficial | hh | 1.0000 | 18.21 | 2.91 |
| | Peón | hh | 0.5000 | 16.41 | 1.31 |
| Subtotal | | | | | 8.26 |
| Materiales | Clavos con cabeza de 2 ½ , 3, 4 | Kg | 0.0400 | 5.10 | 0.20 |
| | Alambre negro recocido # 8 | Kg | 0.0400 | 5.10 | 0.20 |
| | Madera tornillo incluye corte para encofrado | p ² | 1.0600 | 6.50 | 6.89 |
| | Subtotal | | | | |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 8.26 | 0.25 |
| | Subtotal | | | | |
| Total | | | | | 15.81 |

En la Tabla 32, para el proceso de encofrado y desencofrado según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Begonias se denota un costo de mano de obra equivalente a 8.26 por m², un costo de materiales igual a 7.30 por m² y un costo de equipos equivalente a 0.25 por m²; ascendiendo a un total de 15.81 por m²

Tabla 33

Costos del izaje e instalación según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Begonias por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | Hh | 0.0053 | 24.63 | 0.13 |
| | Oficial | Hh | 0.0533 | 18.21 | 0.97 |
| | Peón | Hh | 0.2133 | 16.41 | 3.50 |
| | Subtotal | | | | |
| Materiales | Viguetas, bovedillas, bandejas | m ² | 1.0000 | 69.00 | 69.00 |
| | Subtotal | | | | |
| Equipos | Grúa con alcance 15 m | Hm | 0.0267 | 200.00 | 5.33 |
| | Vibrador de concreto 4 HO 2.40 | %MO | 3.0000 | 4.60 | 0.14 |
| | Subtotal | | | | |
| Total | | | | | 79.07 |

En la Tabla 33, para el proceso de izaje e instalación según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Begonias se denota un costo de mano de obra equivalente a 4.60 por m², un costo de materiales igual a 69.00 por m² y un costo de equipos equivalente a 2.45 por m²; ascendiendo a un total de 79.07 por m²

Tabla 34

Costos del refuerzo según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Begonias por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|----------------------------------------------------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | Hh | 0.0029 | 24.63 | 0.07 |
| | Operario | Hh | 0.0291 | 22.73 | 0.66 |
| | Peón | Hh | 0.0145 | 16.41 | 0.24 |
| Subtotal | | | | | 0.97 |
| Materiales | Alambre negro recocido #16 | Kg | 0.0500 | 5.10 | 0.26 |
| | Acero corrugado fy = 4200 kg/cm ² grado 60 | Kg | 1.0500 | 3.60 | 3.78 |
| Subtotal | | | | | 4.04 |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 0.97 | 0.03 |
| | Subtotal | | | | |
| Total | | | | | 5.04 |

En la Tabla 34, para el proceso de refuerzo según el sistema vigueta – bovedilla para el edificio multifamiliar Begonias se denota un costo de mano de obra equivalente a 0.97 por m², un costo de materiales igual a 4.04 por m² y un costo de equipos equivalente a 2.45 por m²; ascendiendo a un total de 5.04 por m²

Tabla 35

Costos del premezclado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Begonias por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | Hh | 0.0160 | 24.63 | 0.39 |
| | Operario | Hh | 0.1600 | 22.73 | 3.64 |
| | Oficial | Hh | 0.3200 | 18.21 | 5.83 |
| | Peón | Hh | 0.3200 | 16.41 | 5.25 |
| Subtotal | | | | | 15.11 |
| Materiales | Concreto premezclado T-I H67 A5 FC = 210 kg/cm ² | m ³ | 1.0500 | 320.00 | 336.00 |
| | Servicio de bomba para concreto premezclado | m ³ | 1.0500 | 42.00 | 44.10 |
| Subtotal | | | | | 380.10 |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 15.11 | 0.45 |
| | Vibrador de concreto 4 HO 2.40 | Hm | 0.1600 | 12.50 | 2.00 |
| Subtotal | | | | | 2.45 |
| Total | | | | | 397.66 |

En la Tabla 35, para el proceso de premezclado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Begonias se denota un costo de mano de obra equivalente a 15.11 por m², un costo de materiales igual a 380.10 por m² y un costo de equipos equivalente a 2.45 por m²; ascendiendo a un total de 397.66 por m²

Tabla 36

Costos del encofrado y desencofrado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Begonias por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|----------------------------------------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | hh | 0.0571 | 24.63 | 1.41 |
| | Operario | hh | 0.5714 | 22.73 | 12.99 |
| | Oficial | hh | 0.5714 | 18.21 | 10.41 |
| | Peón | hh | 0.2857 | 16.41 | 4.69 |
| Subtotal | | | | | 29.49 |
| Materiales | Alambre negro recocido #8 | Kg | 0.1000 | 5.10 | 0.51 |
| | Clavos con cabeza de 2 1/2, 3, 4 | Kg | 0.1000 | 5.10 | 0.51 |
| | Madera tornillo incluye corte para encofrado | p ² | 5.1500 | 6.50 | 33.48 |
| | Subtotal | | | | |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 29.49 | 0.88 |
| | Subtotal | | | | |
| Total | | | | | 64.87 |

En la Tabla 36, para el proceso de encofrado y desencofrado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Begonias se denota un costo de mano de obra equivalente a 29.49 por m², un costo de materiales igual a 33.48 por m² y un costo de equipos equivalente a 0.88 por m²; ascendiendo a un total de 64.87 por m²

Tabla 37

Costos del enladrillado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Begonias por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|------------------------------------------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | Hh | 0.0005 | 24.63 | 0.01 |
| | Operario | Hh | 0.0053 | 22.73 | 0.12 |
| | Peón | Hh | 0.0320 | 16.41 | 0.53 |
| Subtotal | | | | | 0.66 |
| Materiales | Ladrillo para techo de 15x30x30 cm 8 huecos | m ³ | 1.0500 | 2.50 | 2.63 |
| | Subtotal | | | | |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 0.66 | 0.02 |
| | Subtotal | | | | |
| Total | | | | | 3.30 |

En la Tabla 37, para el proceso de enladrillado según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Begonias se denota un costo de mano de obra equivalente a 0.66 por m², un costo de materiales igual a 2.63 por m² y un costo de equipos equivalente a 0.02 por m²; ascendiendo a un total de 3.30 por m²

Tabla 38

Costos del refuerzo según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Begonias por m²

| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|------------------------|--------------------------------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|
| Mano de obra | Capataz | hh | 0.0029 | 24.63 | 0.07 |
| | Operario | hh | 0.0291 | 22.73 | 0.66 |
| | Peón | hh | 0.0145 | 16.41 | 0.24 |
| Subtotal | | | | | 0.97 |
| Materiales | Alambre negro recocido #16 | Kg | 0.0750 | 5.10 | 0.38 |
| | Acero de refuerzo fy = 4200 grado 60 | Kg | 1.0600 | 3.60 | 3.82 |
| Subtotal | | | | | 4.20 |
| Equipos | Herramientas manuales | %MO | 3.0000 | 0.97 | 0.03 |
| | Subtotal | | | | |
| Total | | | | | 5.20 |

En la Tabla 38, para el proceso de refuerzos según el sistema convencional para el edificio multifamiliar Begonias se denota un costo de mano de obra equivalente a 0.97 por m², un costo de materiales igual a 4.20 por m² y un costo de equipos equivalente a 0.03 por m²; ascendiendo a un total de 5.20 por m²

Tabla 39

Cuadro resumen de comparación para el edificio multifamiliar Begonias por m²

| Sistema | Costo parcial | Duración (días) | Costo total |
|-----------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| Sistema Vigueta - Bovedilla | 493.58 | 4 | 1 974.32 |
| Sistema convencional | 471.03 | 7.5 | 3 532.73 |

En la Tabla 39, se visualiza en los costos totales para el sistema vigueta – bovedilla una cifra equivalente a 493.58 por m² y para el sistema convencional de 471.03 por m². Sin embargo, la duración del proceso según el Sistema Vigueta – Bovedilla es de 3.5 días en comparación al Sistema convencional que emplea 7 días; por lo tanto, el costo total del Sistema Vigueta – Bovedilla es 1 974.32 y el costo total del Sistema Convencional equivale a 3 552.73, implicando un ahorro de 1558.41.

CAPÍTULO IV: DISCUSIONES

Con respecto al objetivo general relacionado a determinar el resultado del análisis comparativo de las losas de entresijos con sistema vigueta – bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo – 2022, se obtuvo como resultado que tanto los factores técnicos como los tiempos de procesos y costos económicos expresan diferencias significativas en referencia al Sistema Vigueta – Bovedilla y el Sistema Convencional; visualizándose claramente que, el Sistema Vigueta – Bovedilla es una opción factible para losas de entresijo evocados a edificios multifamiliares por generar mejores beneficios en comparación del Sistema Convencional. Lo previamente descritos se asocia a la teoría proyectada por Ramos (2020) quien indica sobre las losas de entresijo con Sistema Convencional que a pesar de ser el más empleado en la construcción, existen mejores opciones como el Sistema Vigueta – Bovedilla especialmente para edificios multifamiliares pues proyecta optimización de costos ante la reducción de costos para su implementación; también Pacasmayo (2020) denota que, las diferencias entre los sistemas descritos son evidentes, pero recomienda hacer un diagnóstico sobre la construcción previo a la elección del sistema. Los resultados obtenidos se asemejan con la investigación de Sierra y Crispín (2018) pues expresan que, el Sistema Vigueta – Bovedilla presentan ventajas con respecto a la optimización de recursos materiales en un 17% y la reducción del 63% de tiempo; también Basantes (2019) demostró que este sistema presenta un 34% mayor seguridad en comparación a otros. Con respecto a lo expuesto, el Sistema Vigueta – Bovedilla sugiere mayores beneficios en cuestión de tiempo y costos según el análisis comparativo realizado, ello resulta atractivo para su uso en las losas de entresijos para edificios multifamiliares.

Ahora bien, en relación al objetivo específico asociado a comparar los factores técnicos de las losas de entresijos con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo – 2022, los hallazgos encontrados fueron que existen diferencias marcadas en cuanto a la calidad, beneficios, especificaciones técnicas, procesos de instalación (izaje, emplantillado, conexión, instalación y vaciado) e incluso en los criterios de diseño pues el sistema vigueta – bovedilla obedece a la norma 0.60 de concreto armado y el ACI – 318; mientras que, el Sistema Convencional sigue la norma NTP 334.189:2016. Lo mencionado se vincula con la teoría desarrollada por INACAL (2018), el cual expresa en su normativa que, efectivamente existen marcadas diferencias entre las normas técnicas que presentan ambos sistemas; por otro lado, Pacasmayo (2020) hace hincapié específicamente en los procesos de instalación que direccionan a dichos sistemas, demostrando las diferencias suscitadas. Lo anticipadamente proyectado, sugiere la notoria diferencia entre los factores técnicos de uno y otro sistema; por lo que, resulta conveniente el análisis de cada uno de ellos para una implementación certera.

Además, para el objetivo específico vinculado a comparar el tiempo de proceso de las losas de entresijos con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo – 2022, los resultados evidenciaron que existen diferencias significativas entre el tiempo empleado para las actividades (encofrado y desencofrado, colocación de ladrillo, colocación de acero, vaciado de concreto); por ejemplo, el Sistema Vigueta Bovedilla en promedio ocupa entre 3.5 a 4 días por cuadrilla; mientras que, el Sistema Convencional contempla un tiempo que oscila entre 7.5 a 8 días por cuadrilla. Lo anteriormente mencionado guarda relación con el modelo teórico propuesto por Robles (2019) quien expresa que la principal diferencia se sustenta en el tiempo de encofrado y

desencofrado que ocupada el 50% de las actividades de ejecución en ambos sistemas; además, INACAL (2016) manifiesta que, la reducción de tiempo es un factor clave para la disminución de costos. Los resultados encontrados son próximos a los obtenidos por Torres (2021) quien encontró una disminución del tiempo en más de un 30%; ello implicó que, el Sistema Vigueta – Bovedilla fue siete veces más rápido en comparación con el Sistema Convencional; además, Peláez (2018) expresa que, pudo optimizar el tiempo en un 85% al emplear losas con el Sistema Vigueta – Bovedilla en edificios multifamiliares ubicados en la ciudad de Trujillo. Esto equivale a decir que, efectivamente existen diferencias significativas en cuanto al tiempo empleado por los dos sistemas, resaltando la actividad de encofrado y desencofrado pues constituye la mitad del tiempo empleado total, las otras actividades indican una divergencia poco significativa.

Por último, el objetivo específico referente a comparar los costos económicos de las losas de entrepiso con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo – 2022, se obtuvo como hallazgo un ahorro entre el 50% al 58% en costos respecto a los tres edificios multifamiliares evaluado; puesto que, la reducción del tiempo es realmente significativa según el análisis realizado. Esto tiene un vínculo con las bases teóricas propuestas por Sierra y Crispín (2018) quienes mencionan una apreciable diferencia de costos entre los sistemas mencionados, especialmente en la actividad del encofrado y desencofrado que ocupa el mayor costeo de implementación tanto en el Sistema Vigueta – Bovedilla como el Sistema Convencional. Los resultados tienen con coincidencia con los encontrados por Apaza (2019), el cual menciona que en una edificación de Huancayo que empleó losas de entrepiso con el Sistema Vigueta – Bovedilla tuvo una reducción de costos del 7.91%; mientras que, Peláez (2018) obtuvo una optimización del 25% en el costo

relacionado a recursos materiales. Según lo referido, es posible evidenciar la divergencia entre los costos que proyectan ambos sistemas de losas, ello resulta importante para la construcción de edificios multifamiliares pues sugieren una mayor rentabilidad, algo beneficioso para los directivos de un proyecto de esta índole.

Con respecto a las implicancias que evidencia este proyecto, se inicia con las teóricas pues se sustenta en sistematizar información proveniente de fuentes confiables y de calidad, ello constituye una evidencia científica que podrá ser empleada por futuros investigadores que pretendan realizar un análisis comparativo entre los sistemas ya mencionados. Por otro lado, las implicancias metodológicas se fundamentan en la elaboración y validación de instrumentos como ficha de observación y ficha de análisis documental para la cuantificación de las variables de estudio, mismos que podrán ser utilizados en posteriores estudios debido a la confiabilidad que ameritan. También, proyecta implicancias sociales pues pretende demostrar al sector de construcción particularmente a aquellos dedicados a la construcción de edificios multifamiliares las bondades emitidas por el Sistema Vigueta – Bovedilla en comparación al Sistema Convencional en cuestión a tiempo y costos, considerando adicionalmente a los factores técnicos.

Las limitaciones acontecidas en el desarrollo de la presente investigación corresponden a la poca facilidad brindada por la empresa constructora respecto a los procedimientos, tiempos y costos respecto a los tres proyectos de edificios multifamiliares; no obstante, luego de explicar detalladamente al gerente general sobre el proceso de estudio, él brindó su visto bueno para dar continuidad. Por otro lado, al ser un tema novedoso resultó ligeramente complejo la sistematización de estudios previos o antecedentes; sin embargo, luego de una exhaustiva recopilación de estudios se pudo sobrellevar este percance.

Finalmente, la elaboración de instrumentos fue ligeramente compleja pues se debió tener en consideración a las dimensiones e indicadores de cada una de las variables de estudio para posteriormente validarlos por el juicio de tres expertos en materia de metodología de la investigación e ingeniería civil.

CONCLUSIONES

- Se determinó que luego del análisis comparativo de las losas de entrepiso con Sistema Vigueta - Bovedilla y Sistema Convencional para edificios multifamiliares en Trujillo, tanto los factores técnicos como los tiempos de procesos y costos económicos expresan diferencias significativas en referencia a dichos sistemas; visualizándose claramente que, el Sistema Vigueta – Bovedilla es una opción factible para losas de entrepiso evocados a edificios multifamiliares por generar mejores beneficios en comparación del Sistema Convencional.
- Se comparó los factores técnicos de las losas de entrepiso con Sistema Vigueta - Bovedilla y Sistema Convencional para edificios multifamiliares en Trujillo, los hallazgos encontrados fueron que existen diferencias marcadas en cuanto a la calidad, beneficios, especificaciones técnicas, procesos de instalación (izaje, emplantado, conexión, instalación y vaciado) e incluso en los criterios de diseño pues el sistema vigueta – bovedilla obedece a la norma 0.60 de concreto armado y el ACI – 318; mientras que, el Sistema Convencional sigue la norma NTP 334.189:2016.
- Se comparó el tiempo de proceso de las losas de entrepiso con Sistema Vigueta - Bovedilla y Sistema Convencional para edificios multifamiliares en Trujillo, los resultados evidenciaron que existen diferencias significativas entre el tiempo empleado para las actividades (encofrado y desencofrado, colocación de ladrillo, colocación de acero, vaciado de concreto); por ejemplo, el Sistema Vigueta Bovedilla en promedio ocupa entre 3.5 a 4 días por cuadrilla; mientras que, el Sistema Convencional contempla un tiempo que oscila entre 7.5 a 8 días por cuadrilla.

- Se comparó los costos económicos de las losas de entrepiso con Sistema Vigueta - Bovedilla y Sistema Convencional para edificios multifamiliares en Trujillo; por lo que, se obtuvo como hallazgo un ahorro entre el 50% al 58% en el periodo de ejecución respecto a los tres edificios multifamiliares evaluado; puesto que, la reducción del tiempo es realmente significativa según el análisis realizado.

REFERENCIAS

Acero. (2021). *Cuando usar vigueta y bovedilla para ahorrar 25% en construcción.*

De Acero: <https://blog.deacero.com/cuando-usar-vigueta-y-bovedilla-para-ahorrar-en-construccion#:~:text=Ventajas%20de%20contar%20con%20un%20Sistema%20de%20losa%20vigueta%20bovedilla%3A&text=Ahorro%20de%20hasta%20un%2085,colocaci%C3%B3n%20de%20acero%20de%20refuerzo.>

Aceros Arequipa. (14 de febrero de 2023). *Construyendo Seguro.* Construyendo

Seguro: <https://www.construyendoseguro.com/construccion-de-losas-aligeradas-proceso-de-ejecucion/>

Aenor. (2011). *Productos prefabricados de hormigón. Sistema de forjado de vigueta*

y bovedilla. Madrid: Norma Española. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0047144>

Apaza, K. (2019). *Análisis de sistema losa con viguetas frente al de losa*

convencional para la edificación Consell, Huancayo. [Tesis de maestría, Universidad Privada Los Andes]. Repositorio de la Universidad Privada Los Andes: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1033>

Basantes, W. (2017). *Ensayo de losas prefabricadas sometidas a flexión.* [Tesis de

pregrado, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio de la Escuela Politécnica Nacional: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17299>

Casco, J., & Majano, D. (2019). *Análisis comparativo de los diferentes sistemas de*

entrepiso en edificios basado en seguridad y costo. [Tesis de pregrado, Universidad de El Salvador]. Repositorio de la Univesdad de El Salvador:

<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20468/1/Analisis%20comparativo%20de%20losas%20diferentes%20sistemas%20de%20entrepiso.pdf>

Chang, M. (2021). *Propuesta y evaluación de la aplicación del sistema de construcción industrializada modular*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de la Pontificia Universidad Católica del Perú:

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5970>

Crispín, J., & Sierra, L. (2018). *Ventajas del sistema vigüeta y bovedilla en la construcción de vivienda de interés social*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio de la Universidad Católica de Colombia: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/22621>. }

Dulzaides, M., & Molina, A. (2004). Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso. *Revista ACIMED*, 12(2), 1-5.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352004000200011&lng=es&tlng=es.

Gaillard, C. (2021). *Construcción sostenible en Perú entre la informalidad, la mano de obra poco calificada, la autoconstrucción y la corrupción*.

Construcción21:

<https://www.construction21.org/espana/articles/h/construccion-sostenible-en-peru-informalidad-mano-de-obra-autoconstruccion.html>

Gay, L. (1996). *Educational Research Neu Jersey*. Editorial Prentice Hall Inc.

Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-

acción). *Revista Recimundo*, 4(3), 163-173.

doi:10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Editorial McGraw Hill Education.

INACAL. (2016). *Cemento. Cemento Pórtland. Requisitos*. Lima: Norma Técnica Peruana.

INACAL. (2018). *Portal web INACAL*. Búsqueda de Normativa:

<https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>

Jalca, K. (2016). *Análisis Comparativo en Costo y Tiempo entre Losas Alivianadas Tradicionales y Losas Alivianadas Con Bovedilla de Poliestireno en una Edificación*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio de la Universidad de Guayaquil:

<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/14558>

León, G. (2007). Comportamiento sísmico de Edificios con losa de Vigueta y Bovedilla, para distintas ubicaciones de la Planta. *Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica*, 1-25.

<https://www.udocz.com/apuntes/648828/comportamiento-sismico-de-edificios-conpdf>

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Sampling Techniques on a Population Study. *Review Morphol*, 35(1), 227-232.

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

Pacasmayo. (2020). *Manual Sistema Vigueta Bovedilla*. Lima: Pacasmayo Profesional.

<https://acrobat.adobe.com/link/review?uri=urn:aaid:scds:US:b962ca2b-38ef-388f-ab0f-867cc47b0099>

Peláez, J. (2018). *Bases teóricas para el análisis comparativo de la construcción y costos de losas aligeradas construidas con sistema vigueta bovedilla y sistema tradicional en una edificación Trujillo, 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Trujillo]. Repositorio de la Universidad Privada de Trujillo:

<http://repositorio.uprit.edu.pe/bitstream/handle/UPRIT/107/Pelaez%20Meregildo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pineda, B., Alvarado.Eva, & Canales, F. (1994). *Metodología de la investigación*. Editorial Organización Panamericana de la Salud.

Ramos, M. (2020). *Análisis Técnico y Económico de Losas de entepiso*. [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. Repositorio de la Universidad de Piura: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1423>

Rivera, D. (2019). *Analisis comparativo del sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero vs el sistema convencional de una edificación de 6 pisos en Huancaayo*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Los Andes]. Repositorio de la Universidad Peruana Los Andes: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/276>

Robles, O. (2019). *Evaluación entre el sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas y losa aligerada convencional para la optimización del tiempo en función a la economía*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión:
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6581664>

Sacoto, A. (2018). *Elementos prefabricados- pretensados de montaje manual para techos y entresijos de la vivienda social*. [Tesis de pregrado, Universidad de

Cuenca]. Repositorio de Universidad de Cuenca:

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25892/3/tesis.pdf>

- Sierra, L., & Crispín, J. (2018). *Ventajas del sistema vigueta – bovedilla en la construcción de edificios de interés social*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio de la Universidad Católica de Colombia: <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/50eea27e-a915-4560-8b66-1c7495959315>
- Solano, A. (2017). *Comparación del análisis y diseño de losas aligeradas bidireccionales y losas macizas en edificaciones de 5 pisos, Distrito de Chilca-2017*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Los Andes]. Repositorio de la Universidad Peruana Los Andes: <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/50eea27e-a915-4560-8b66-1c7495959315>
- Torres, F. (2021). *Análisis comparativo de una losa aligerada convencional y viguetas pretensadas en las viviendas de autoconstrucción en Lima Sur 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75569>

Anexo 1. Constancia de revisión de proyecto de tesis**CONSTANCIA DE REVISIÓN DEL PROYECTO DE TESIS**

El asesor Ing. Gonzalo Hugo Díaz García, docente de la Universidad Privada del Norte, de la Facultad de Ingeniería, carrera profesional de Ingeniería Civil, ha realizado el seguimiento en el desarrollo del Proyecto de Investigación de los estudiantes:

- Javier Jonny Marcos Vásquez
- Jemmy Luis Quispe Parado

Por cuanto, **CONSIDERA** que los dos primeros capítulos (Introducción y Metodología) de la Tesis titulado: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOSAS DE ENTREPISOS CON SISTEMA VIGUETA - BOVEDILLA Y SISTEMA CONVENCIONAL PARA EDIFICIOS MULTIFAMILIARES, TRUJILLO - 2022, reúne las condiciones adecuadas para continuar con los siguientes capítulos, previo levantamiento de las observaciones indicadas a los estudiantes.

Por lo que, **AUTORIZO** la presentación de los dos primeros capítulos de la Tesis a los interesados, recomendando levantar sus observaciones.

Mg. Ing. Gonzalo Hugo Diaz García

Asesor

Anexo 2. Matriz de consistencia

| ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOSAS DE ENTREPISOS CON SISTEMA VIGUETA - BOVEDILLA Y SISTEMA CONVENCIONAL PARA EDIFICIOS MULTIFAMILIARES, TRUJILLO - 2022 | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PROBLEMA | OBJETIVOS | VARIABLES | METODOLOGÍA | POBLACIÓN |
| <p>General: ¿Cuál es el resultado del análisis comparativo de losas de entrepiso con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo - 2022?</p> | <p>General: Determinar el resultado del análisis comparativo de las losas de entrepisos con sistema vigueta – bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo - 2022.</p> | <p>VARIABLE 1 Losas de entrepiso con sistema vigueta-bovedilla</p> <p>VARIABLE 2 Losas de entrepiso con sistema convencional</p> | <p>Enfoque: Cuantitativa</p> <p>Tipo: Descriptivo Transversal</p> <p>Diseño: Descriptivo comparativo</p> <p>Técnica: Análisis documental</p> <p>Instrumento: Ficha de análisis documental</p> | <p>Población: 3 edificios multifamiliares del distrito de Trujillo cuyo diseño estructural contempla losas de entrepiso con sistema convencional y su proyección con sistema vigueta – bovedilla.</p> <p>Muestra: 3 edificios multifamiliares del distrito de Trujillo cuyo diseño estructural contempla losas de entrepiso con sistema convencional y su proyección con sistema vigueta – bovedilla.</p> <p>Técnica de muestreo: No probabilístico - por conveniencia</p> |
| <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál es el resultado del análisis comparativo de los factores técnicos de las losas de entrepiso con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo - 2022? ¿Cuál es el resultado del análisis comparativo del tiempo de proceso de las losas de entrepiso con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo - 2022? ¿Cuál es el resultado del análisis comparativo de los costos económicos de las losas de entrepiso con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo – 2022? | <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Comparar los factores técnicos de las losas de entrepiso con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo - 2022. Comparar el tiempo de proceso de las losas de entrepiso con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo - 2022. Comparar los costos económicos de las losas de entrepiso con sistema vigueta - bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo - 2022. | | | |

Anexo 3. Matriz de operacionalización de variables

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOSAS DE ENTREPISOS CON SISTEMA VIGUETA - BOVEDILLA Y SISTEMA CONVENCIONAL PARA EDIFICIOS MULTIFAMILIARES, TRUJILLO - 2022

| Variable independiente | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|---------------|
| Losas de entrepiso con sistema vigueta - bovedilla | Paneles (2021) menciona que, la losa de vigueta y bovedilla es un método constructivo que integra las características portantes de las viguetas de concreto pretensado, y las características aligerantes de las bovedillas. | Las losas de entrepiso con sistema vigueta - bovedilla se definen de manera operacional según los factores técnicos, el comportamiento estructural, el rendimiento y los costos económicos mediante una escala de razón utilizando una ficha de análisis documental. | Factores técnicos | Manual técnico | Razón |
| | | | Tiempo de proceso | Flujo de procedimiento | |
| | | | | Tiempo de premezclado | |
| | | | | Tiempo de encofrado y desencofrado | |
| Costos económicos | Tiempo de izaje e instalación | | | | |
| | Refuerzo | | | | |
| | Horas hombre | | | | |
| | | | | Material | |
| | | | | Equipo | |
| Variable dependiente | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Ítems |
| Losas de entrepiso con sistema convencional | Ruiz y Vega (2014) indican que este sistema se realiza colocando en los intermedios de los nervios estructurales, bloques, ladrillos, casetones de madera o metálicas (cajones) con el fin de disminuir el peso de la estructura. | Las losas de entrepiso con sistema convencional se definen de manera operacional según los factores técnicos, el comportamiento estructural, el rendimiento y los costos económicos mediante una escala de razón utilizando una ficha de análisis documental. | Factores técnicos | Normas técnicas | Razón |
| | | | Tiempo de proceso | Guías de procedimiento | |
| | | | | Tiempo de premezclado | |
| | | | | Tiempo de encofrado y desencofrado | |
| Costos económicos | Tiempo de izaje e instalación | | | | |
| | Refuerzo | | | | |
| | Horas hombre | | | | |
| | | | | Material | |
| | | | | Equipo | |

Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos

Ficha de análisis documental para el tiempo de proceso

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Universidad Privada del Norte | |
| Facultad de Ingeniería | |
| Análisis comparativo de losas de entresijos con sistema vigueta-bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo - 2022 | |
| Tesisistas | Br. Javier Jonny Marcos Vásquez Br. Jemmy Luis Quispe Parado |
| Tiempo de premezclado | |
| Periodo | Observación |
| | |
| Tiempo de encofrado y desencofrado | |
| Periodo | Observación |
| | |
| Tiempo de izaje e instalación | |
| Periodo | Observación |
| | |
| Tiempo de refuerzo | |
| Periodo | Observación |
| | |

Ficha de análisis documental para costos económicos

| Universidad Privada del Norte | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|-----------------------------------------------------------------|--------|---------|
| Facultad de Ingeniería | | | | | |
| Análisis comparativo de losas de entresijos con sistema vigueta-bovedilla y sistema convencional para edificios multifamiliares, Trujillo - 2022 | | | | | |
| Tesisistas | | | Br. Javier Jonny Marcos Vásquez Br. Jemmy Luis Quispe Parado | | |
| Tipo de recurso | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Mano de obra | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Materiales | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Equipos | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Total | | | | | |

Anexo 5. Manual Técnico del Sistema Vigueta – Bovedilla

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

1.1. Definición

El Sistema Vigueta Bovedilla es una solución eficiente para el techado de todo tipo de edificaciones. El sistema está constituido por viguetas prefabricadas armadas, bovedillas de concreto, bandejas para instalaciones y un vaciado de concreto en obra que termina de conformar el peralte total de la losa. Las viguetas prefabricadas mantienen un espaciamiento entre ejes de 50 cm, y se mantienen reforzadas por tralicho y acero corrugado de 5000 kg/cm² de fluencia. Se contemplan tres distintos peraltes para la aplicación del sistema: Losa de 17, 20 y 25. Las siguientes figuras muestran el detalle del sistema aligerado para distintos peraltes.



Figura 1.1 Detalle del aligerado con Sistema Vigueta Bovedilla para una losa de peralte de 17 cm.



Figura 1.2 Detalle del aligerado con Sistema Vigueta Bovedilla para una losa de peralte de 20 cm.



Figura 1.3 Detalle del aligerado con Sistema Vigueta Bovedilla para una losa de peralte de 25 cm.

1.3. Beneficios

En la siguiente tabla, se muestran los beneficios de la aplicación del Sistema Vigueta Bovedilla desde una perspectiva técnica y económica.

Tabla 1. Resumen de los beneficios técnicos y económicos de la aplicación del Sistema Vigueta Bovedilla

| Descripción | Sistema Vigueta Bovedilla | Sistema de Aligerado Tradicional |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Ahorro de acero: Aproximadamente 50 % menos de acero instalado en obra. Esto es debido a que las viguetas contienen el refuerzo positivo. | ✓ | ✗ |
| Ahorro de concreto: Menor consumo de concreto por m ² de losa techada. Esto es debido a la separación de 50 cm entre viguetas. | ✓ | ✗ |
| Ahorro en encofrado: Consumo reducido de materiales para encofrado de losa. Solo se utiliza soleras y puntales. | ✓ | ✗ |
| Encofrado eficiente: Reducción del tiempo de ejecución para la partida de encofrado en 50%. | ✓ | ✗ |
| Practicidad para instalaciones: Facilidad para la colocación de tuberías de desagüe y puntos de luz gracias a las bandejas. | ✓ | ✗ |
| Cuadrillas eficientes: Debido a la rapidez de instalación, las cuadrillas de obra pueden trabajar simultáneamente | ✓ | ✗ |
| Losas en menor tiempo: Ahorro en tiempo de la partida total de losas. Aproximadamente 50% menos de tiempo. | ✓ | ✗ |
| Calidad en el producto: Las viguetas cuentan con un alto control de calidad propio de una planta industrial. Lo que garantiza techos con mayor durabilidad. | ✓ | ✗ |
| Aplicable en losas 2D: El producto puede ser modulado para utilizar losas aligeradas en 2 direcciones. | ✓ | ✓ |

2.2. Especificaciones Técnicas

2.2.1. Viguetas

Las viguetas se componen por concreto, tralicho y varillas de refuerzo corrugado. A continuación, se muestran las características técnicas de estos componentes.

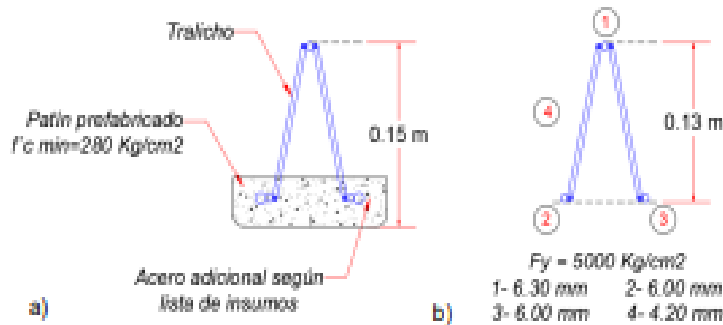


Figura 2.2 Esquema de las viguetas prefabricadas: a) Viguetas totalmente prefabricadas, b) Tralicho de refuerzo

Tabla 2. Propiedades de los materiales que componen las viguetas prefabricadas.

| Materiales | Descripción |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Resistencia mínima del concreto de viguetas a 28 días | 280 kg/cm ² (NTP 334.189) |
| Resistencia mínima del concreto de viguetas a la entrega | 210 kg/cm ² (NTP 334.189) |
| Fluencia del acero positivo de refuerzo | 5000 kg/cm ² (ASTM A496) |
| Tralicho tipo celosía | Acero corrugado (ASTM A496) Acero liso (ASTM A082) |
| Diámetros disponibles para refuerzo adicional | Varillas de 6.50 mm Varillas de 9.00 mm |

2.2.2. Bovedillas

Las bovedillas se componen por concreto que es vibro compactado en moldes de altura variable en base a la altura de losa que se requiere. A continuación, se muestran las características técnicas de estos componentes.

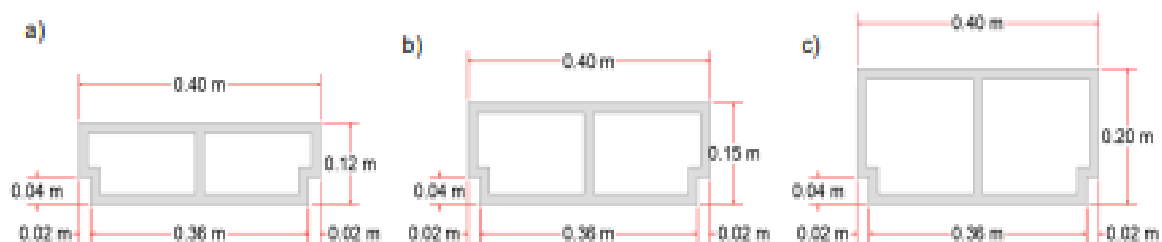


Figura 2.3 Esquemas dimensionales de las bovedillas: a) Bovedilla de 12 cm para losa de 17 cm, b) Bovedilla de 15 cm para losa de 20 cm, c) Bovedilla de 20 cm para losa de 25 cm

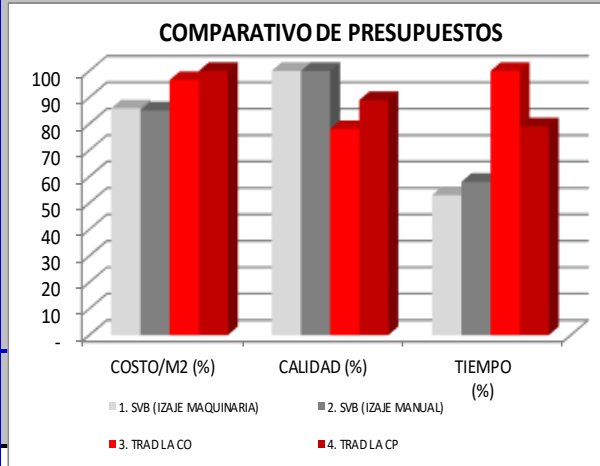
Tabla 3. Especificaciones técnicas de las bovedillas de concreto

Anexo 5. Información de los costos de los edificios multifamiliares

| COMPARATIVO TÉCNICO ECONÓMICO | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------|------|----------------|----------------------------|--------------|-------------|------------|
| RESIDENCIAL MONTECARLO (LOSA 20 CM Y CONCRETO 210 KG/CM2) | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | ITEM | COSTO DIRECTO | C. INDIRECTO (Referencial) | COSTO/M2 (%) | CALIDAD (%) | TIEMPO (%) |
| SVB (IZAJE MAQUINARIA) / CONCRETO PREMEZCLADO | 1 | S/. 190,898.61 | S/. 0.21 | 85.83 | 100.00 | 53.00 |
| SVB (IZAJE MANUAL) / CONCRETO PREMEZCLADO | 2 | S/. 189,232.29 | S/. 0.25 | 85.09 | 100.00 | 58.00 |
| TRADICIONAL CON LA/CONCRETO PREPARADO EN OBRA | 3 | S/. 214,744.32 | S/. 0.50 | 96.56 | 78.00 | 100.00 |
| TRADICIONAL CON LA/CONCRETO PREMEZCLADO | 4 | S/. 222,402.00 | S/. 0.43 | 100.00 | 89.00 | 79.00 |

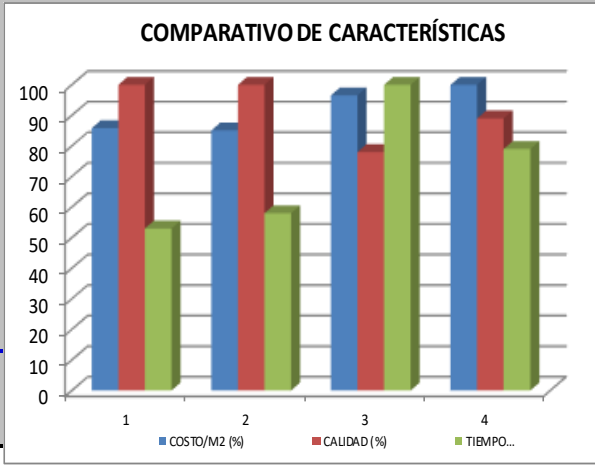
| CALCULO DE DIFERENCIAS DE COSTOS ENTRE LOSA SVB Y LOSA TRADICIONAL* | ITEM | COSTO DIRECTO | C. INDIRECTO (Referencial) | COSTO/M2 (S/.) | AHORRO/m2 (vs TRAD+CO) | |
|---------------------------------------------------------------------|------|---------------|----------------------------|----------------|------------------------|-----|
| | 1 | S/. 135.68 | S/. 0.21 | S/. 135.89 | S/. 22.67 | 17% |
| | 2 | S/. 134.49 | S/. 0.25 | S/. 134.74 | S/. 23.82 | 18% |
| | 3 | S/. 152.63 | S/. 0.43 | S/. 153.05 | S/. 5.51 | 4% |
| | 4 | S/. 158.07 | S/. 0.50 | S/. 158.57 | REFERENCIA | |

UBICACIÓN: LA LIBERTAD
*TRADICIONAL CON CONCRETO PREPARADO EN OBRA



COMPARATIVO DE PRESUPUESTOS

| ITEM | COSTO/M2 (%) | CALIDAD (%) | TIEMPO (%) |
|---------------------------|--------------|-------------|------------|
| 1. SVB (IZAJE MAQUINARIA) | 85.83 | 100.00 | 53.00 |
| 2. SVB (IZAJE MANUAL) | 85.09 | 100.00 | 58.00 |
| 3. TRAD LA CO | 96.56 | 78.00 | 100.00 |
| 4. TRAD LA CP | 100.00 | 89.00 | 79.00 |



COMPARATIVO DE CARACTERÍSTICAS

| ITEM | COSTO/M2 (%) | CALIDAD (%) | TIEMPO (%) |
|------|--------------|-------------|------------|
| 1 | 85.83 | 100.00 | 53.00 |
| 2 | 85.09 | 100.00 | 58.00 |
| 3 | 96.56 | 78.00 | 100.00 |
| 4 | 100.00 | 89.00 | 79.00 |

